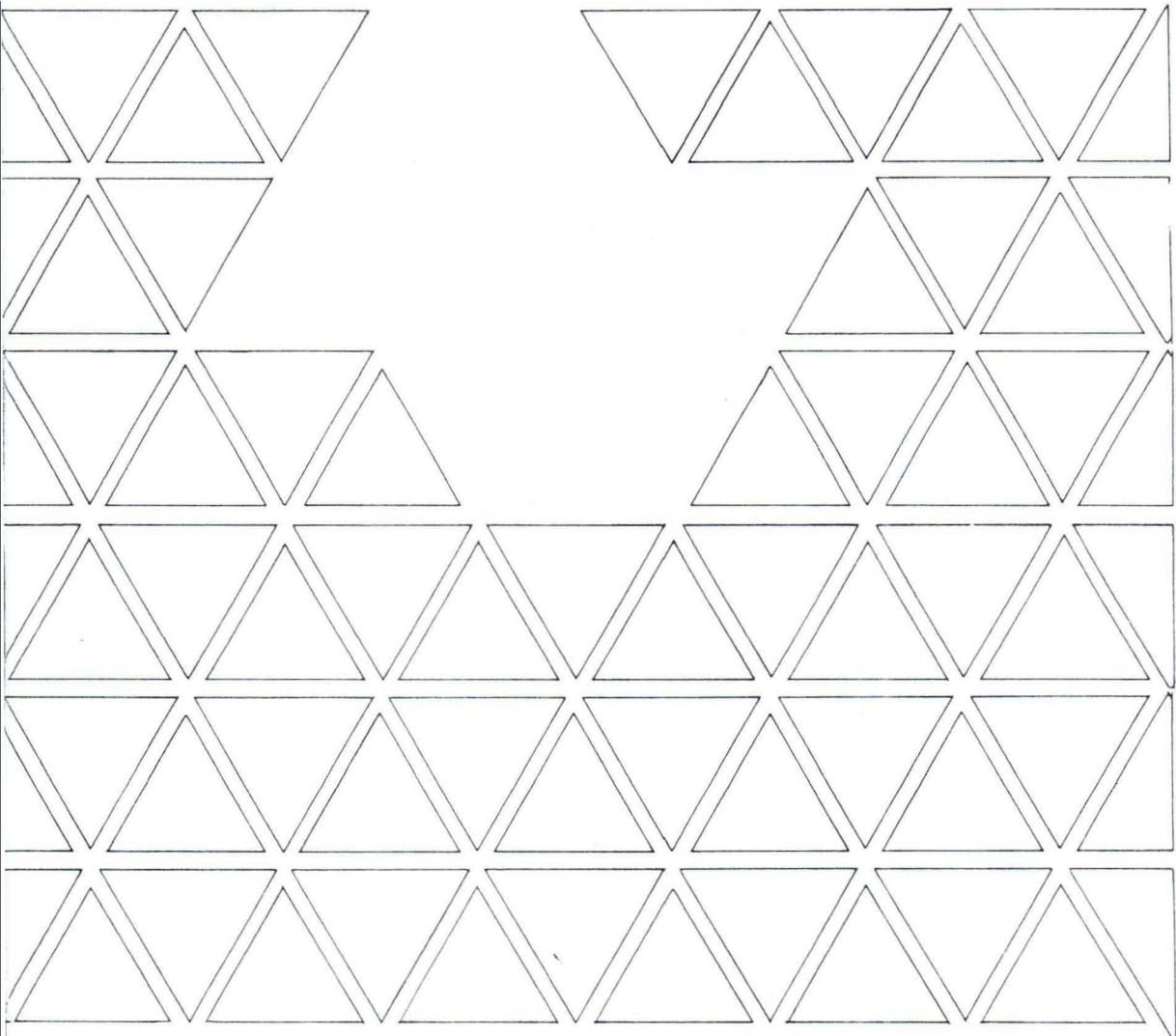


0762819

# GEOCIÊNCIAS

PUBLICAÇÃO UNESP



## L PALEOAMBIENTES DEPOSICIONAL E DIAGENÉTICO DO LINHITO DA FORMAÇÃO CAÇAPAVA, TERCIÁRIO DA BACIA DE TAUBATÉ, SP

Kenitiro SUGUIO\*  
Juracy B. O. VESPUCCI\*  
Murilo R. de LIMA\*

**RESUMO:** Pela primeira vez, foi encontrado um afloramento da Formação Caçapava contendo camada de linhito. Este afloramento está situado na Subbacia de Parateí (Bacia de Taubaté), Município de Guararema, Estado de São Paulo. O presente trabalho contém dados adicionais ao estudo palinológico, anteriormente realizado pelos autores, neste local. Informações sedimentológicas dos depósitos portadores de linhito e dados de minerais autigênicos associados, juntamente com a idade encontrada previamente pela análise palinológica permitiram, não somente propor modificações no conceito das relações estratigráficas entre esta formação e a sotoposta (Formação Tremembé), bem como reconstituir as características paleoambientais de sedimentação e diagênese da Formação Caçapava no local de estudo.

**UNITERMOS:** Formação Caçapava; Bacia de Taubaté; Oligoceno; sedimentologia; minerais autigênicos; paleoambientes deposicionais.

### INTRODUÇÃO

A recente descoberta de uma camada de linhito intercalada na Formação Caçapava propiciou a datação desses sedimentos pelo seu conteúdo palinológico (LIMA *et alii*<sup>12</sup>). Até então, a formação era tida praticamente como estéril e apenas VICALVI<sup>21</sup> havia descrito alguns fósseis (restos mal preservados de peixes), porém sem qualquer valor cronológico, por serem os gêneros identificados encontrados do Terciário até hoje. LIMA *et alii*<sup>12</sup> foram os únicos que, fundamentados em estudos palinológicos, conseguiram atribuir idade oligocênica a esses sedimentos. Este dado vem modificar substancialmente as idéias defendidas por vários autores, quase sempre desprovidas de quaisquer argumentos mais científicos, de uma idade mais jovem para esta formação (mio-cênica/pliocênica e até mesmo pleistocênica).

A idade oligocênica, encontrada para a Formação Caçapava, implica também em se admitir que a sua sedimentação tenha ocorrido, pelo menos em parte, contemporaneamente à Formação Tremembé que, segundo LIMA *et alii*<sup>11</sup>, seria também oligocênica. A semelhança de idades, além de permitir redefinição mais precisa das relações es-

\* Departamento de Paleontologia e Estratigrafia — Instituto de Geociências — USP — 01498 — São Paulo — SP.

tratigráficas entre essas formações, fornece importantes subsídios para a reconstituição da evolução paleogeográfica da Bacia de Taubaté.

Por outro lado, estudos pormenorizados da seqüência sedimentar e de minerais autógenicos, tais como a pirita e a barita, associados à camada de linhito permitem também reconstituir, com maior segurança, os paleoambientes deposicional e diagenético do linhito da Formação Caçapava.

### SEQUÊNCIA SEDIMENTAR ESTUDADA

O afloramento estudado formou-se graças às atividades exploratórias de areia para construção, pertencente à Mineração Itaquarema, achando-se localizado no km 1 da Estrada de Maracatu, na altura do km 64 da SP-70 (Rodovia dos Trabalhadores), aproximadamente 2km antes da confluência na BR-116 (Rodovia Presidente Dutra), no Estado de São Paulo (Fig. 1).

Segundo a definição tectônica de HASUI *et alii*<sup>9</sup>, o afloramento está situado na extremidade sudoeste da Bacia de Taubaté ou, mais exatamente na Subbacia de Paratéi onde, ainda de acordo com os mesmos autores, ocorreriam cerca de 100m de sedimentos atribuíveis à Formação Caçapava, não estando representada a Formação Tremembé.

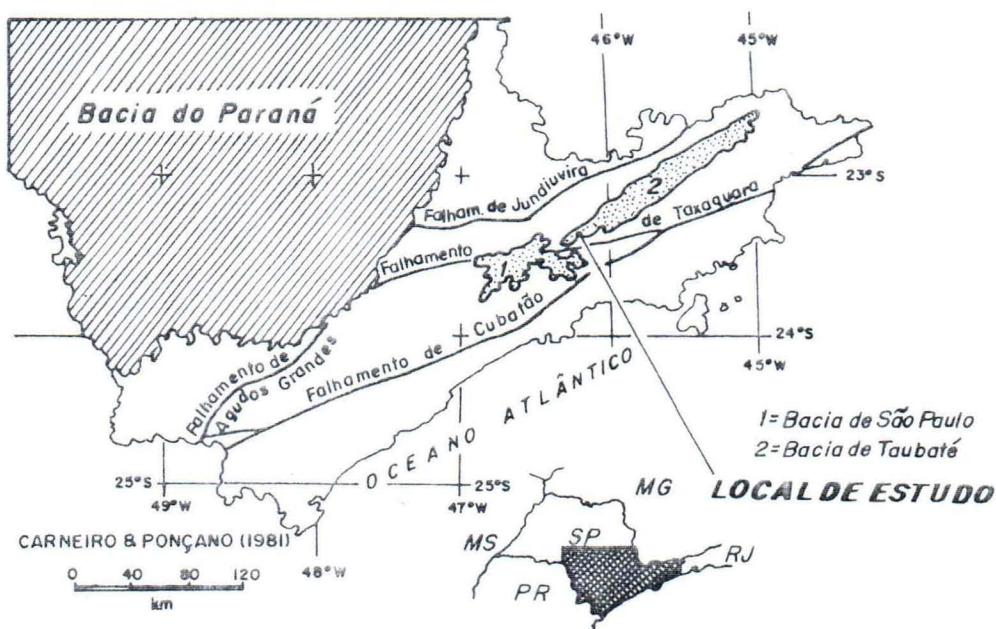
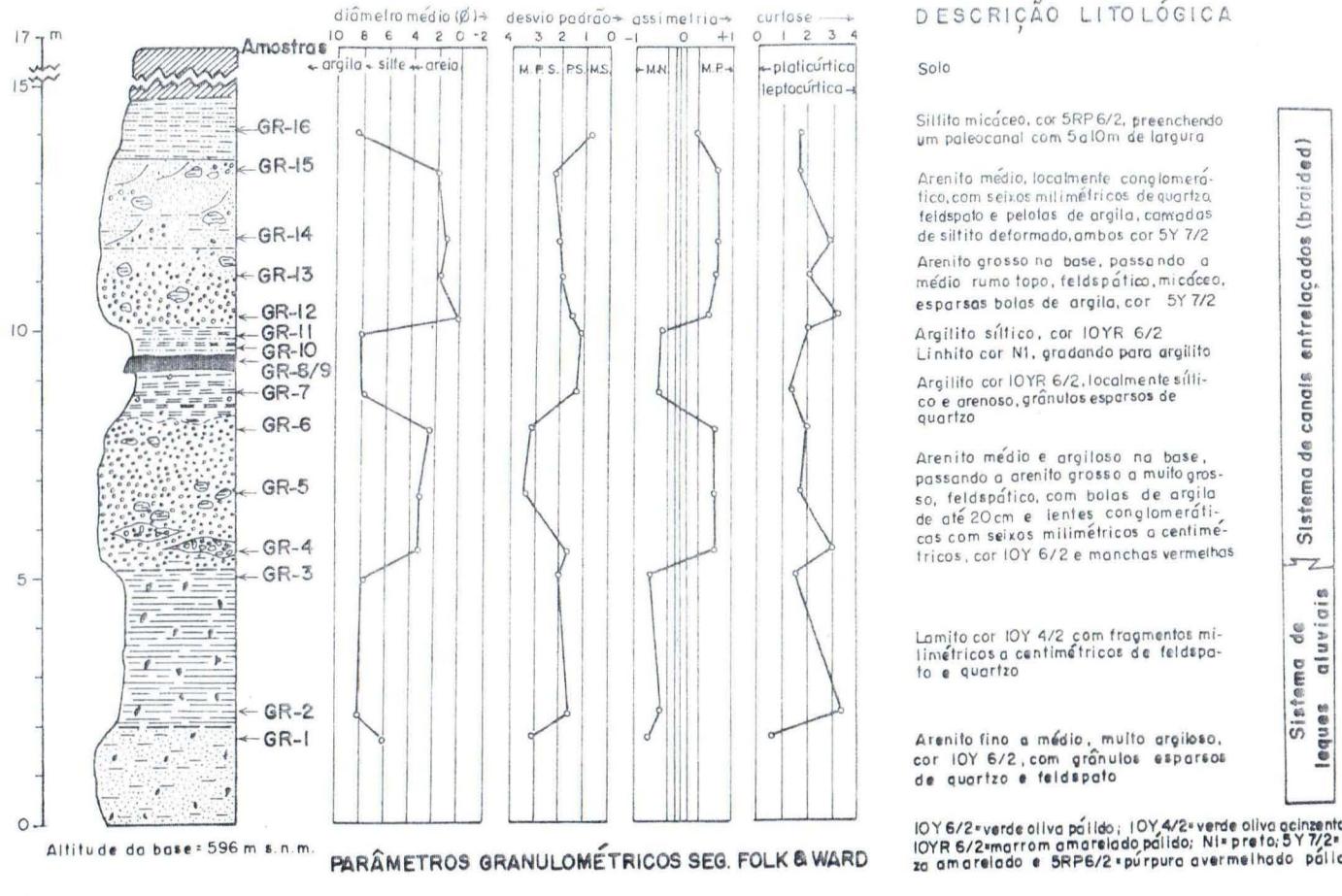


FIG. 1 — Situação geográfica e geológica do local de estudo.



### *Características de campo*

A seqüência estudada é representada por aproximadamente 15m de espessura de sedimentos, superpostos por cerca de 2m de solo (Fig. 2).

A porção inferior, com espessura de 5m, é constituída por arenito fino a médio e muito argiloso seguido de lamito. São sedimentos imaturos, tanto no aspecto textural pelo alto conteúdo de matriz argilosa, quanto sob o enfoque mineralógico, por conter comumente fragmentos angulosos de feldspato, mais ou menos caolinizados. Esses sedimentos são em geral maciços e não apresentam outras estruturas sedimentares primárias visíveis, excetuando-se alguma tênue gradação dos termos granulométricos mais grossos. A coloração esverdeada, variando desde o verde-oliva pálido (10Y 6/2) até verde-oliva acinzentado (10Y 4/2), é bastante característica dos sedimentos não intemperizados desta formação (SUGUIO<sup>17</sup>).

A porção superior, representada por 10m de espessura, apresenta granulação em média bem mais grosseira do que a inferior. Ocorrem desde arenitos médios a grossos ou mesmo conglomeráticos, mais ou menos argilosos. Aparentemente, esta porção é representada por dois ciclos deposicionais que se iniciam por termos conglomeráticos e terminam com camadas pelíticas. As feições mais freqüentes são as pelotas e bolas argilosas com até 20 cm de diâmetro, dispersas no meio de uma matriz arenosa. Além disso, na parte basal desta porção nota-se a presença de lentes conglomeráticas contendo seixos milimétricos a centimétricos, predominantemente de quartzo, quartzito e feldspato. Próximo ao topo, o arenito torna-se mais fino e lavado, apresentando estratificações gradacionais e incipientes estratificações cruzadas, terminando com um siltito contido em um paleocanal. São bastante freqüentes as superfícies irregulares de contato entre os diferentes termos litológicos, representando diastemas, quando sedimentos mais grosseiros estão superpostos a sedimentos mais finos. As cores dominantes da porção superior tendem a ser amareladas e avermelhadas, tais como, marrom-amarelado pálido (10YR 6/2), cinza-amarelado (5Y 7/2) e púrpura-avermelhada pálido (5RP 6/2). A camada de linhito apresenta uma espessura máxima de cerca de 40cm e encontra-se no interior do argilito que representa a parte terminal do primeiro ciclo (Figs. 2 e 3) e a sua cor é essencialmente preta (N1).

### *Amostragem*

Concomitantemente à descrição detalhada para obtenção de dados para a seção colunar (Fig. 2), foram coletadas 16 amostras. Destas, 13 foram submetidas a análises granulométricas enquanto que as outras 3, de linhito, de argilito carbonoso e de um mineral que foi identificado posteriormente como barita, prestaram-se a estudos palinológicos ou mineralógicos.

### *Características granulométricas*

As freqüências relativas das diversas frações nas 13 amostras de sedimentos foram determinadas por análises convencionais e os parâmetros granulométricos foram determinados segundo as fórmulas de FOLK & WARD<sup>6</sup>.

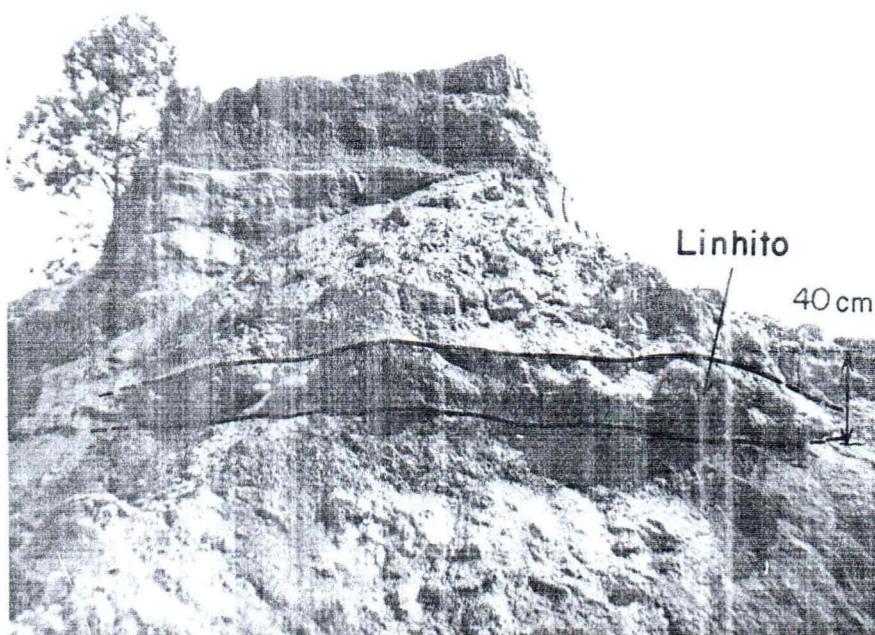


FIG. 3 — Aspecto do afloramento e a situação da camada de linhito, cuja espessura máxima chega a 40cm.

As diferenças verificadas no campo, que permitiram a subdivisão em dois pacotes, o inferior de 5m e o superior de 10m, foram confirmadas também através dos estudos sedimentológicos detalhados (Tabela 1 e Fig. 2). A porção inferior apresenta o seu diâmetro médio na fração silte, o desvio padrão varia entre pobre e muito pobramente selecionado e a assimetria é muito negativa. Enquanto isso, a porção superior exibe o diâmetro médio na fração arenosa, o desvio padrão situa-se entre muito pobramente selecionado, na metade inferior, a pobre e muito pobramente selecionado na metade superior e a assimetria é muito positiva. A camada argilosa, na qual se acha intercalado o linhito, exibe características granulométricas semelhantes ao lamito da porção inferior. Os valores de curtose das amostras correspondentes a toda a seqüência estudada apresentam-se muito dispersos e não mostram qualquer tendência mais definida.

## MINERAIS AUTIGÊNICOS

### *Argilo-minerais*

Os argilo-minerais presentes nesses sedimentos foram determinados em duas amostras (GR-2 e GR-3) coletadas na camada de lamito, que apresenta granulação fina, sendo caracterizada por cores esverdeadas. Inicialmente, as amostras foram submetidas à difração de raios X como amostra total, porém os picos correspondentes ao quartzo e feldspato tornaram-se muito salientes em detrimento das intensidades dos picos dos argilo-minerais. Desta maneira, optou-se por analisar os argilo-minerais somente na fração argila, isto é, de diâmetro inferior a 0,004mm, separada das demais pela decantação.

TABELA I — Parâmetros granulométricos calculados segundo as fórmulas de FOLK & WARD<sup>6</sup> e as frequências relativas porcentuais em peso das frações areia, silte + argila e argila da Formação Caçapava nas amostras analisadas.

Amostra	Diâmetro médio (Mz)	Desvio padrão ( $\delta_1$ )	Assimetria ( $SK_1$ )	Curtose ( $K_G$ )	Areia	Silte + argila	Argila
GR-1	6,08	3,18	-0,74	0,58	35,66	64,34	51,11
GR-2	8,24	1,64	-0,54	3,30	8,10	91,90	78,78
GR-3	7,57	2,06	-0,64	1,44	10,05	89,95	66,53
GR-4	3,37	1,82	0,69	2,96	82,73	17,27	13,35
GR-5	3,23	3,39	0,66	1,69	78,21	21,79	19,27
GR-6	2,51	3,20	0,69	1,97	82,24	17,76	15,46
GR-7	7,91	1,41	-0,50	1,33	0,97	99,03	70,89
GR-11	8,16	1,26	-0,46	2,04	1,08	98,92	75,50
GR-12	0,22	1,50	0,49	3,14	92,98	7,02	4,42
GR-13	1,74	2,00	0,70	2,06	85,59	14,41	9,72
GR-14	1,15	2,04	0,68	2,75	88,34	11,46	7,66
GR-15	2,04	2,28	0,66	1,67	82,33	17,67	8,58
GR-16	8,68	0,80	-0,19	1,60	0,35	99,65	86,48

As frações argilosas das duas amostras (Tabela 1) foram submetidas à difração de raios X no estado natural, após tratamento com etileno-glicol e depois de aquecidas a 550°C. Os difratogramas obtidos indicaram, em ambas as amostras, a presença predominante da esmectita anômala (já expandida na origem), pouca ilita e pouco interestratificado ilitaesmectita, este somente na amostra GR-3 (Figs. 4a e 4b). Por outro lado, as duas amostras apresentaram evidências de provável existência de caolinita e, desta maneira, as lâminas foram novamente submetidas aos raios X após tratamento com hidrazina. Não ocorreu, em consequência, o deslocamento do pico de 7 Å, da provável caolinita, para 11 Å, comprovando que este mineral está ausente e o pico de 7 Å deve, na realidade, tratar-se de reflexão de segunda ordem do pico de 14 Å da esmectita.

#### *Pirita*

A pirita ( $FeS_2$ ) ocorre na forma de agregados de cristais euhedrais milimétricos, freqüentemente na forma de veios no interior da camada de linhito. Este modo de ocorrência evidencia a origem autigênica, fornecendo, desta maneira, indicações sobre as condições fisiogeoquímicas em que ocorreu a diagênese do linhito. A pirita foi identificada por difração de raios X (Fig. 4c).

Embora a marcassita ( $FeS_2$ ) possa ocorrer juntamente com a pirita, na natureza, esta associação não parece verificar-se no presente caso.

#### *Barita*

A barita ( $BaSO_4$ ) é encontrada em forma de cristais milimétricos a centimétricos com hábito tabular, cores variando do incolor a amarelada e brilho vítreo, em situação semelhante à pirita, isto é, intimamente associada ao linhito. Este mineral ocorre também no argilito sotoposto ao linhito, onde se apresenta sob a forma de cristais fibroradiados e tabulares centimétricos, além de formar pequenas drusas (alguns centímetros). A sua identificação foi também efetuada por difração de raios X (Fig. 4d).

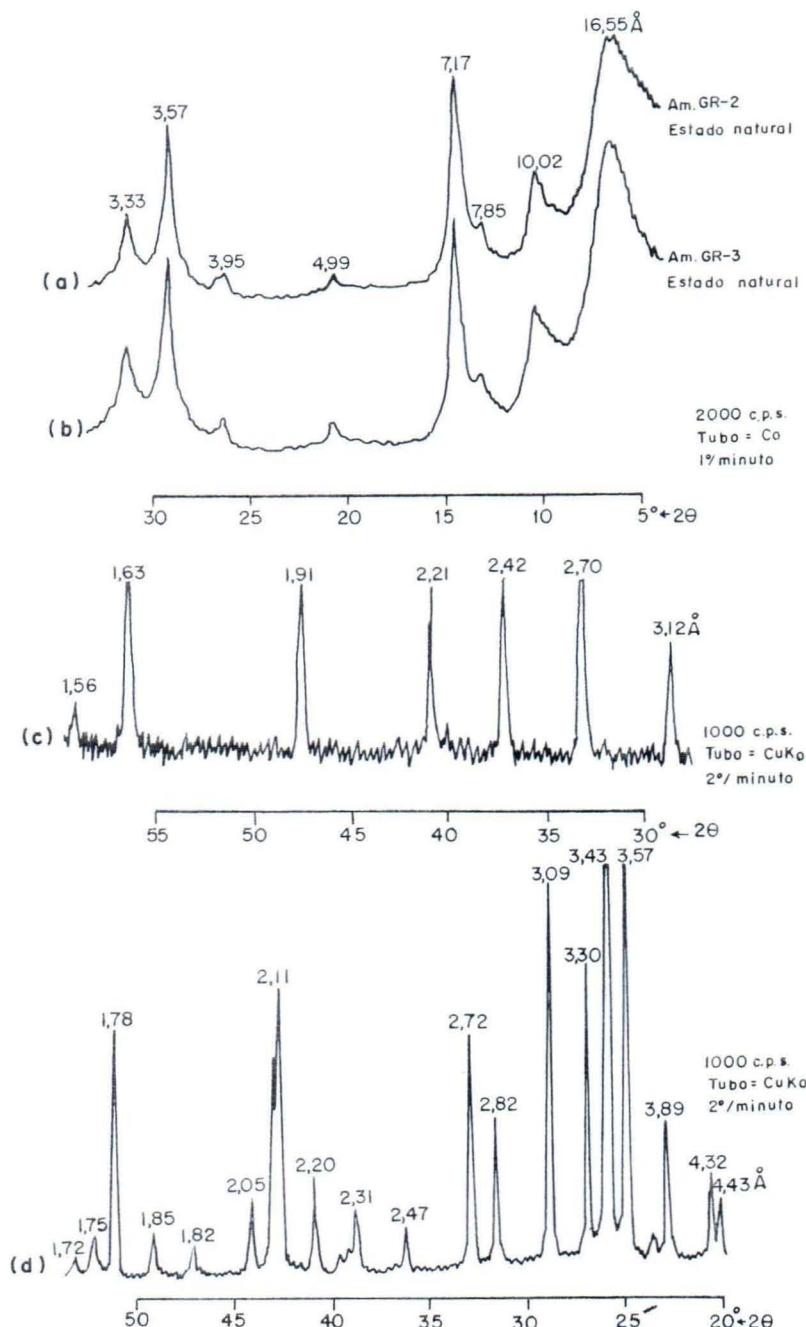


FIG. 4 — Difratogramas das amostras GR-2 e GR-3 (argilo-minerais), da pirita<sup>(c)</sup> e barita<sup>(d)</sup>.

## RELAÇÕES ESTRATIGRÁFICAS E PALEOAMBIENTES DEPOSICIONAIS

Um dos mais importantes aspectos estratigráficos da Bacia de Taubaté diz respeito à natureza do contato entre as formações Tremembé e Caçapava. Autores como CAMPOS<sup>3</sup>, TRICART & SILVA<sup>19</sup>, ALMEIDA<sup>1,2</sup> FRANGIPANI & PANNUTI<sup>7</sup> e SUGUIO<sup>17</sup> defenderam a idéia da presença de uma discordância erosiva entre as duas formações, enquanto que HASUI & PONÇANO<sup>8</sup> e HASUI *et alii*<sup>9</sup> admitiram que os contactos discordantes (erosivos) observados pelos autores prévios seriam de caráter local. A idéia defendida pelo primeiro grupo de pesquisadores implica em se admitir uma fase inicial de sedimentação lacustre, que conduziu ao assoreamento da bacia; em seguida, a área deve ter sido levantada e submetida à erosão parcial, seguida de sedimentação fluvial. Para que estes fatos tenham se verificado deveria existir diferença significativa nas idades de duas formações terciárias que preenchem a bacia, fato que não se verificou. Portanto, a idéia de HASUI e colaboradores, admitindo sedimentação mais ou menos contínua até o preenchimento da bacia, de modo que não se formassem discordâncias regionais separando as duas formações mas sim apenas diastemas, podendo-se verificar até uma parcial contemporaneidade entre os sedimentos, parece ser mais verdadeira.

O conceito inicial de idade da Formação Tremembé, que também chegou a ser considerada como pleistocênica ou, no máximo, terciária superior (MORAES REGO<sup>14</sup>, TRAVASSOS & SANTOS<sup>18</sup>, PAULA COUTO<sup>15</sup> e SANTOS<sup>16</sup>), foi modificado somente com a publicação do trabalho de MEZZALIRA e PAULA COUTO<sup>13</sup>, que atribuiram idade oligocênica ou miocênica inferior, baseados em restos de mamíferos da família Leontinidae (gênero *Leontinia*), por eles identificados. Recentemente, LIMA *et alii*<sup>11</sup>, analisando o conteúdo palinológico de testemunhos de sondagem do furo 42 do Conselho Nacional do Petróleo, admitiram que a seção estudada, correspondente aos 100m superiores, seria de idade oligocênica e que a parte basal desta formação poderia ser até mais antiga, já que ela atinge até 400m de espessura na área de estudo. Desta maneira, conclui-se que oligocênica é a sua idade mínima.

No caso da Formação Caçapava, não se tinha até há pouco, quaisquer dados sobre a sua idade mas o recente trabalho de LIMA *et alii*<sup>12</sup> permitiu estabelecer, para a seção estudada, idade também oligocênica. Isto significa que, pelo menos parte da Formação Caçapava, tenha sido sedimentada simultaneamente à Formação Tremembé. Portanto, deve-se reconhecer que a idéia de HASUI e colaboradores é mais plausível, não existindo a discordância erosiva anteriormente admitida por muitos autores.

Na região compreendida entre Caçapava e Pindamonhangaba (Sub-bacias de Eugênio de Melo e Tremembé de HASUI *et alii*<sup>9</sup>), onde a Formação Tremembé torna-se mais representativa, é relativamente comum a ocorrência de aluviões antigos do Rio Paraíba, com cascalhos basais, jazendo diretamente sobre os pelitos da Formação Tremembé. Esta situação encontrada, por exemplo, nos locais das seções colunares SCN-5 (Bairro da Estiva, Taubaté) e SCN-7 (Rodovia SP-66, km 164,5) levantadas por VESPUCCI<sup>20</sup>, possivelmente seria a mesma encontrada no km 333 da antiga Estrada de Ferro Central do Brasil (atual Rede Ferroviária Federal), que foi interpretada erroneamente como sendo o contato entre as formações Tremembé e Caçapava por ALMEIDA<sup>1,2</sup> e SUGUIO<sup>17</sup>.

Desta maneira, a passagem da Formação Tremembé para a Formação Caçapava deve ser considerada transicional e, muitas vezes, até interdigitada, conforme pode ser demonstrado pela contemporaneidade, pelo menos parcial, dos sedimentos pertencen-

tes às duas formações. O esclarecimento dessas relações era dificultado, até hoje, não somente pela inexistência de bons afloramentos onde ambas as formações estivessem presentes, como também pelo desconhecimento das suas verdadeiras idades.

O minucioso estudo aqui desenvolvido levou à identificação, também no afloramento de Guararema, de pelo menos dois sistemas deposicionais caracterizados por VESPUCCI<sup>20</sup>, quais sejam, o dos “Leques Aluviais Jacareí” e o do “Sistema Fluvial Entrelaçado (braided) Jacareí”, representados no local pelas porções inferior e superior, respectivamente. Dentro dessa seqüência, conforme admitiram também LIMA et alii<sup>12</sup>, a camada de linhito de Guararema ter-se-ia depositado dentro do “Sistema Fluvial Entrelaçado Jacareí” no topo de um ciclo fluvial, caracterizado por um corpo de água parada em zona protegida.

## CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DURANTE A SEDIMENTAÇÃO E DIAGÊNESE

Conforme SUGUIO<sup>17</sup>, a ocorrência de argilo-minerais do grupo da esmectita nos pelitos esverdeados da Bacia de Taubaté e a sua alteração por intemperismo atual para caolinita, seriam sugestivas de condições paleoclimáticas diferentes das hoje reinantes na região. A maior parte dos autores admite um clima semi-árido e quente e a existência de silicatos facilmente alteráveis, como cinzas vulcânicas, para a formação desses argilo-minerais. Segundo DEGENS<sup>4</sup>, o “micro-ambiente” climático que propiciaria a formação desses argilo-minerais seria de pH neutro, de águas paradas e de lixiviação pobre, com retenção de  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$  e  $Fe^{+2}$  no sistema. Aparentemente, essas condições são condizentes com a situação encontrada no local de estudo.

Por outro lado, embora a barita não forneça muitas informações sobre as características físico-químicas durante a sedimentação e diagênese, a pirita é muito importante neste particular. Segundo EDWARDS & BAKER<sup>5</sup> e KRAUSKOPF<sup>10</sup>, a pirita seria relativamente mais comum em sedimentos marinhos, formados quase sempre em condições levemente alcalinas, enquanto que a marcassita seria mais indicativa de ambientes de água doce, onde as condições de pH são algo ácidos. Porém, no caso, a ocorrência exclusiva da pirita não pode ser tomada como evidência de origem marinha em virtude de outras indicações totalmente contrárias a esta origem e também porque este mineral pode formar-se sob condições fracamente ácidas em água doce. Por outro lado, a íntima associação da pirita com a matéria orgânica, como acontece na maioria dos casos, sugere que o mineral seja autigênico e que o próprio enxôfre tenha sido surpreendido pela diagênese da matéria orgânica.

Combinando-se a ocorrência de argilo-minerais do grupo da esmectita com a existência da pirita, pode-se admitir que as características físico-químicas durante a sedimentação e diagênese, ao menos durante a formação do linhito, tenham sido de pH levemente alcalino e Eh fortemente redutor, neste local.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às seguintes pessoas: geólogo Arlei Benedito Macedo pelas informações sobre o afloramento estudado, ao Sr. Leonildo Zabotto da Mineração Itaquarema pela permissão para acesso ao local, ao Professor Doutor José Vicente Valarelli e geólogo Daniel Atencio pela colaboração prestada na realização das análises mineralógicas.

SUGUIO, K. *et alii* — Depositional and diagenetic paleoenvironments of the Caçapava Formation lignite coal, Tertiary of the Taubaté Basin, SP. *Geociências*, São Paulo, 4:23-33, 1985.

*ABSTRACT: A lignite coal bearing sedimentary sequence was found for the first time, in the Caçapava Formation. This outcrop is situated within the Paraté Sub-basin (Taubaté Basin), Guararema Municipality, State of São Paulo. This paper contains additional data to the palynological study previously done by the authors in this outcrop. Sedimentological information of the lignite bearing deposits and the data from associated authigenic minerals, together with the geological age previously established through palynological analysis, allowed us to suggest modifications in the concept of stratigraphic relationship between this formation and the underlying Tremembé Formation, as well as to reconstitute the depositional and diagenetic paleoenvironmental characteristics of the Caçapava Formation in the studied area.*

**KEY-WORDS:** Caçapava Formation; Taubaté Basin; Oligocene; sedimentology; authigenic minerals; depositional paleoenvironments.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, F.F.M. de — Fundamentos geológicos do relevo paulista. *Boletim IGG*, 41: 167-274, 1964.
2. ALMEIDA, F.F.M. de — The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. *Anais Academia Brasileira Ciências*, 48 (supl.): 15-26, 1976.
3. CAMPOS, J.M. — A jazida pirobetuminosa do Vale do Paraíba. *Engenharia, Mineração, Metalurgia*, 16(96): 417-421, 1952.
4. DEGENS, E.T. — *Geochemistry of sediments: a brief survey*. New Jersey, Prentice Hall, 1965. 342p.
5. EDWARDS, A.B. & BAKER, G. — Some occurrence of supergene iron sulphide in relation to their environment of deposition. *Journal of Sedimentary Petrology*, 21:34-46, 1951.
6. FOLK, R.L. & WARD, W.C. — Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27: 3-26, 1957.
7. FRANGIPANI, A. & PANNUTI, E.L. — Estudos hidrogeológicos na Bacia de Taubaté, entre Jacareí e Quiririm. São Paulo. *Boletim IGG*, 42, 1965.
8. HASUI, Y. & PONÇANO, W.L. — Organização estrutural e evolução da Bacia de Taubaté. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, Recife, 1978. *Anais*. p. 368-381.
9. HASUI, Y. *et alii* — *Geologia da Região Administrativa 3 (Vale do Paraíba) e parte da Região Administrativa 2 (Litoral) do Estado de São Paulo*. São Paulo, DMHA-IPT, 1978. (Série Monografia).
10. KRAUSKOPF, K. — *Introdução à geoquímica*. Trad. de M. Lando e P.S.C. Bogus. São Paulo, Polígono/EUSP, 1972. v.1.
11. LIMA, M.R. *et alii* — Étude palynologique de la Formation Tremembé, Tertiaire du Bassin de Taubaté (État de São Paulo, Brésil) d'après les échantillons du sondage n.º 42 du CNP. (Trabalho apresentado no 8.º Congresso Brasileiro de Paleontologia, realizado no Rio de Janeiro em 1983).
12. LIMA, M.R. *et alii* — Estudo palinológico de uma camada de linhito a Formação Caçapava, Bacia de Taubaté, Terciário do Estado de São Paulo, Brasil. *Anais Academia Brasileira Ciências*, 1985 (no prelo).
13. MEZZALIRA, S. & PAULA COUTO, C. — Nova conceituação geocronológica de Tremembé, Estado de São Paulo. Brasil. *Anais Academia Brasileira Ciências*, 43 (supl.): 473-488, 1971.
14. MORAES REGO, L.F. — Notas sobre a geomorfologia de São Paulo e sua gênese. São Paulo, Instituto Astronômico e Geográfico de São Paulo, 1932. (Publicação Avulsa)
15. PAULA COUTO, C. — Idade geológica das bacias cenozóicas do Vale do Paraíba e de Itaboraí. *Boletim Museu Nacional*, Série Geologia, 25: 1-17, 1958.
16. SANTOS, R.S. — Nova evidência paleontológica da idade pleistocênica dos estratos da Bacia do Paraíba. *Engenharia, Mineração, Metalurgia*, 51 (301): 10, 1970.
17. SUGUIO, K. — Contribuição à geologia da Bacia do Taubaté, Vale do Paraíba, Estado de São Paulo. São Paulo, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, USP, 1969. (Boletim Especial).
18. TRAVASSOS, H. & SANTOS, R.S. — Caracídeos fósseis da Bacia do Paraíba. *Anais Academia Brasileira Ciências*, 27 (3): 297-322, 1955.
19. TRICART, J. & SILVA, T.C. — Aspectos ge-

- rais da sedimentação da Bacia de Taubaté, São Paulo, Brasil. *Notícia Geomorfológica*, 1 (1): 6-13, 1958.
20. VESPUCCI, J.B.O. — Sistemas deposicionais e evolução tectono-sedimentar da Bacia de Taubaté, SP. São Paulo, Instituto de Geociências, USP, 1984 (Dissertação de Mestrado).
21. VICALVI, M.A. — O primeiro registro de peixes fósseis na Formação Caçapava do Estado de São Paulo. *Anais Academia Brasileira Ciências*, 54(2): 351-354, 1982.