

ESTRATIGRAFIA E PALEOAMBIENTE NEOQUATERNÁRIO DA CALHA ALUVIAL DO RIO PARAÍBA DO SUL ENTRE OS MUNICÍPIOS DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS E TAUBATÉ, SP

Fabio da Costa CASADO ¹, Mario Lincoln De Carlos ETCHEBEHERE ², José Cândido STEVAUX ³, Paulo Eduardo De OLIVEIRA ², Antonio Roberto SAAD ²

(1) Laboratório de Geociências / LabGeo, Universidade Guarulhos / UnG. Praça Tereza Cristina, 1 – Centro. CEP 07023-070. Guarulhos, SP. Endereço eletrônico: fcasado@ung.br

(2) Centro de Pós-graduação e Pesquisa / CEPPE, Universidade Guarulhos / UnG. Praça Tereza Cristina, 1 – Centro. CEP 07023-070. Guarulhos, SP. Endereços eletrônicos: metchebehere@ung.br; paulo@bjd.com.br; asaad@prof.ung.br

(3) Universidade Estadual de Maringá – UEM. Avenida Colombo, 5790. CEP 87020-900. Maringá, PR. Endereço eletrônico: jksteaux@uem.br

Introdução
Área de Estudo
 Bacia Sedimentar de Taubaté
 Rio Paraíba do Sul
Materiais e Métodos
 Coleta de Material
 Procedimento Laboratorial
Resultados das Sondagens
Integração e Discussão dos Dados
Conclusão
Referências Bibliográficas

RESUMO – O presente estudo teve por objetivo realizar na região entre as cidades de São José dos Campos e Taubaté, uma análise da evolução deposicional da planície do Rio Paraíba do Sul, que levou ao desenvolvimento de um modelo evolutivo da paisagem nos últimos 23.000 anos. Para tanto foram utilizados fotointerpretação de imagens aéreas, com ênfase na extração de lineamentos e da caracterização do cinturão meândrico e a análise de perfis de sondagem, com apoio de datações por radiocarbono e dados estratigráficos. Nesse intervalo, foram demonstradas quatro fases deposicionais distintas: a primeira, um sistema fluvial meandrante psamítico; a segunda, de caráter eminentemente orgânico (turfas), composto por um sistema paludal em clima úmido e frio; a terceira, fruto da movimentação tectônica, que rompeu o sistema paludal e gerou a calha por onde se estabeleceu a drenagem do Rio Paraíba do Sul e; a quarta, onde o rio passou a um processo de meandramento sobre a calha aluvial sobrejacente à bacia orgânica, limitada a um cinturão meândrico com visível controle estrutural.

Palavras-chave: rio Paraíba do Sul, Estratigrafia, Neotectônica, Neoquaternário, Turfa.

ABSTRACT – *F. da C. Casado, M.L. De C. Etchebehere, J.C. Stevaux, P.E. De Oliveira, A.R. Saad - Neoquaternary stratigraphy and paleoenvironments in the Paraíba do Sul river alluvial channel between the municipalities of São José dos Campos and Taubaté, SP.* This study was made in the region between the cities of Sao Jose dos Campos and Taubaté, with emphasis on the evolution of the depositional plain of the Paraíba do Sul river, which led to the development of an evolutionary model of the landscape in the last 23,000 years. Therefore, we used photo-interpretation of aerial images, with emphasis on the extraction and characterization of tectonic belt meandrine analysis and profiling survey, supported by radiocarbon dates and stratigraphic data. In this interval, were demonstrated four distinct depositional phases: first, past a meandering psamitic river system; second, is predominantly organic in nature (peatbog), composed of a system paludal in damp and chilly weather; third, result of tectonic movement, which broke paludal the system and generated by the chute where they established the drainage of the Rio Paraíba do Sul and, fourth, where the river began a process of channel meandering on alluvial basin overlying the organic, limited to a belt meandrine with visible structural control.

Keywords: Paraíba do Sul river, Stratigraphy, Neotectonic, Neoquaternary, Peat.

INTRODUÇÃO

O estudo e a determinação da conformação de uma paisagem têm grande importância, pois permitem ao pesquisador realizar um estudo evolutivo da paisagem desde os primórdios até os dias atuais, concedendo-lhe informações que o capacitam a criar modelos que

demonstrem as transformações sofridas pela paisagem em uma determinada área e durante certo intervalo temporal. Esses modelos são importantes, pois permitem a comparação da formação da paisagem pretérita com os processos e módulos da paisagem atual, visando

obter um padrão de comportamento e, conseqüentemente, uma possível visão da paisagem futura. Este enfoque leva ao desenvolvimento de modelos que permitem determinar a utilização da área e os possíveis impactos derivados dessa utilização.

Baseando-se nesses conceitos, foi determinada como área desse estudo a região entre as cidades de São José dos Campos e Taubaté, que vem, nas últimas décadas, sofrendo forte pressão antrópica em função da expansão urbana, comercial e rural que se utiliza dessas terras para construção, pastagens, plantações e extração mineral, destruindo uma grande parcela dos

registros geológicos. O presente trabalho tem como objetivo principal recriar a provável história da paisagem dessa área nos últimos 23.000 anos (maior idade obtida nos testemunhos realizados), através de estudos hidrológicos, estratigráficos, paleogeográficos e paleoambientais, criando um modelo que demonstre a sua evolução, elencando as possíveis alterações sofridas pelo curso do rio Paraíba do Sul, os processos que formaram sua planície aluvial atual, bem como a idade de seus sedimentos, permitindo uma melhor compreensão da área em questão com base nas mudanças que ela vem sofrendo.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo abrange a planície aluvial do Rio Paraíba do Sul e terrenos adjacentes da Bacia Sedimentar de Taubaté compreendidos entre o município de São José dos Campos e Taubaté, Estado de São Paulo (Figura 1), distante cerca de 100 km da capital. O acesso à área de estudo pode ser feito pela Rodovia Presidente Dutra (BR-116) ou pela Rodovia dos Trabalhadores (SP-070). A região é ocupada principalmente por propriedades rurais, intercaladas por porções de uso urbano e industrial. Seus limites são determinados, ao norte, pela Serra da Mantiqueira; ao sul, pela Serra do Mar (Bocaina); a leste, pelo Alto de Queluz e a oeste, pela Serra de Arujá (Zalán & Oliveira, 2005).

A área inclui o cinturão de meandros do Rio Paraíba do Sul, com pontos amostrados desde a o distrito de Eugênio de Melo até a cidade de Taubaté (Figura 2), sendo toda a região formada por campos de turfas.

Está inserida em um sistema do tipo rifte, determinado inicialmente por Almeida (1976) e que depois foi denominado Rifte Continental do Sudeste do Brasil - RCSB por Riccomini (1989). Esse sistema é formado por uma depressão alongada de sentido E-NE, fruto da ação tectônica em tempos cenozóicos. Nas cercanias, formando o substrato da Bacia de Taubaté, são encontrados gnaisses e migmatitos deformados (Complexo Paraíba do Sul) e gnaisses, xistos, migmatitos e anfíbolitos (Complexo Embu) que formam o embasamento Pré-Cambriano (Figura 3) (Riccomini et al., 2004).

A ação neotectônica na área de estudo vem ocorrendo desde o Mioceno, quando ocorreu o soerguimento da Cordilheira dos Andes e o regime de tensões passou a ser do tipo compressivo (Etchebehere et al., 2007). Esses eventos geológicos forneceram subsídios para a deposição de vários pacotes de rochas sedimentares entre o Neógeno e o Quaternário, nas bacias de

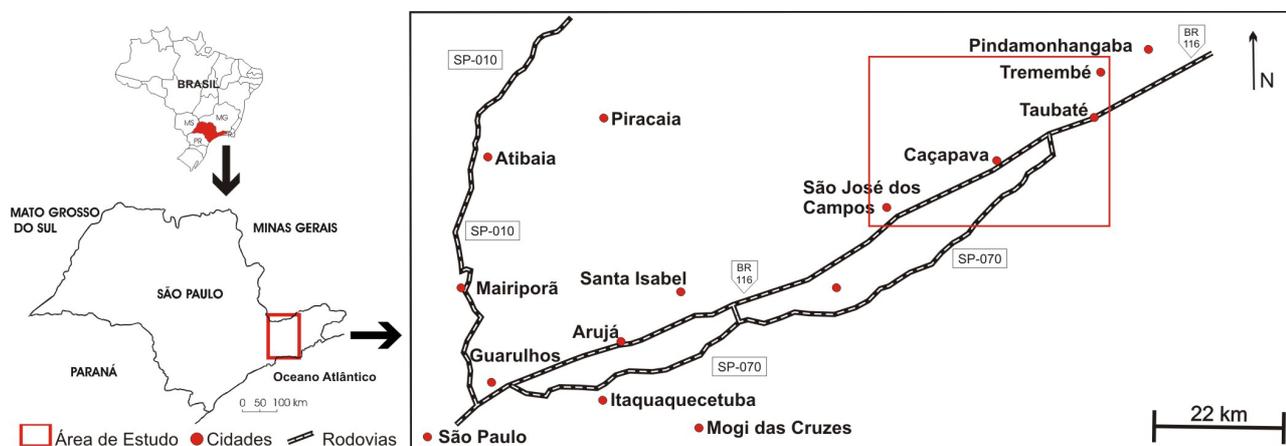


FIGURA 1. Mapa indicativo de rotas e cidades compreendendo as cidades desde São Paulo até Taubaté.

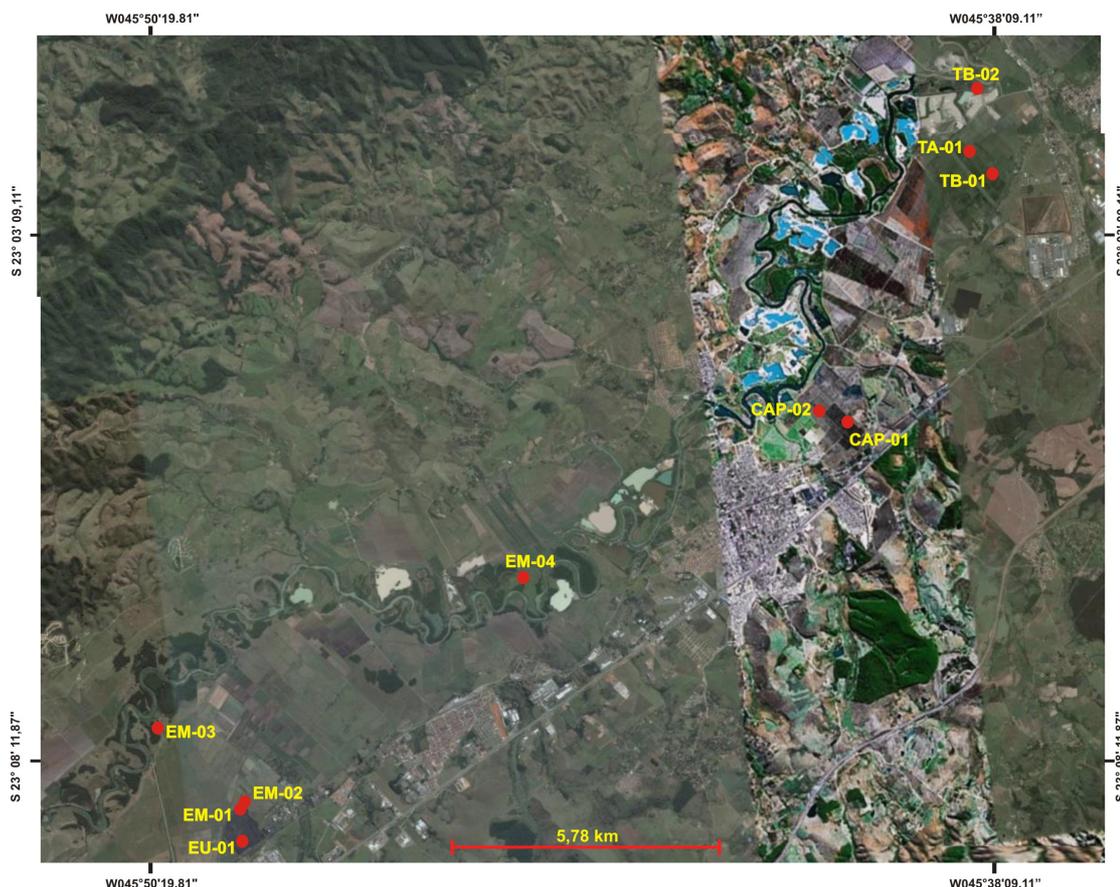


FIGURA 2. Mapa da área de estudo com a marcação dos pontos amostrados sendo pontos “EM” e “EU” na região de Eugenio de Melo, “CAP” em Caçapava e “TB” e “TA” em Taubaté. (Modificado de Google Earth, 2010).

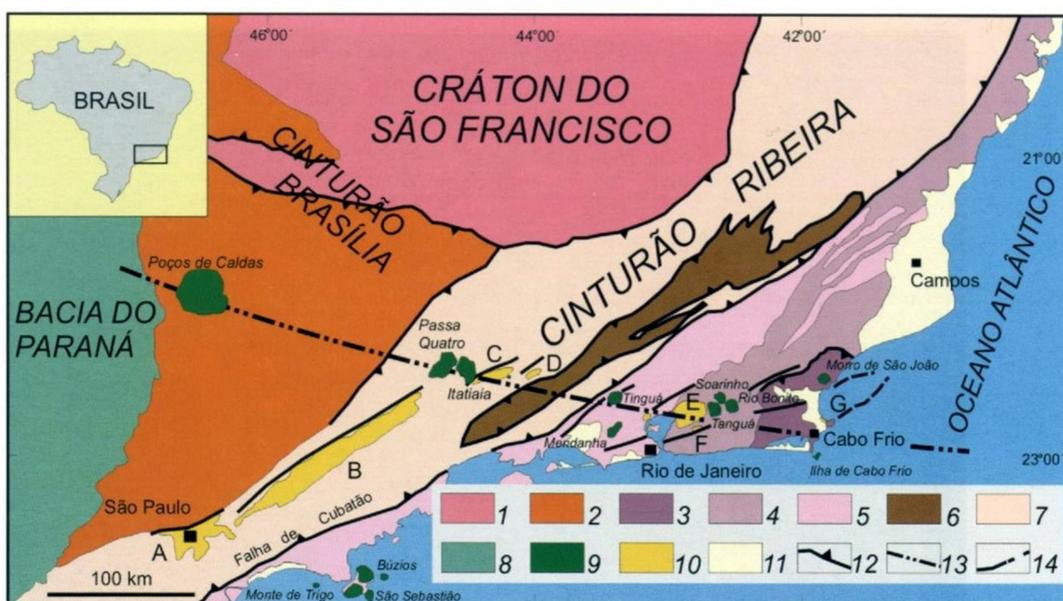


FIGURA 3. Mapa tectônico e de bacias da Região Sudeste do Brasil (Riccomini et al., 2004): 1 – Crátón de São Francisco; 2 – Cinturão Brasília; 3 – Terreno Cabo Frio; 4 – Terreno Oriental / Domínio Costeiro; 5 – Terreno Oriental / Arco Magmático Rio Negro; 6 – *Klippe* Paraíba do Sul; 7 – Terreno Ocidental; 8 – Bacia do Paraná; 9 – Corpos Alcalinos do Cretáceo Superior a Eoceno; 10 – Bacias do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (RCSB): A – São Paulo; B – Taubaté; C – Resende; D – Volta Redonda; E – Macacu; F – Itaboraí; G – Barra de São João; 11 – Sedimentos Cenozóicos; 12 – Falhas Reversas; 13 – Alinhamento Magmático de Cabo Frio; 14 – Limitantes dos Grábens do RCSB.

Curitiba, São Paulo, Taubaté, Resende e Volta Redonda (Almeida & Carneiro, 1998).

A deposição de parte desse material é favorecida pelo relevo da região, caracterizado pelos planaltos, que passam de 2.500 m de altitude; pela depressão do Médio Vale Paraíba do Sul, com altitudes na casa dos 600 m, entremeada por “Mar de Morros”, com colinas convexas variando entre 40 e 156 m de amplitude. Também é possível observar uma extensa área de planície (várzea) que recebe os sedimentos provenientes da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul (RADAMBRASIL, 1983).

BACIA SEDIMENTAR DE TAUBATÉ

Os sedimentos estudados são pertencentes à Bacia Sedimentar de Taubaté (BST) que se apresenta dividida litoestratigraficamente em quatro formações: Resende, Tremembé, São Paulo e Pindamonhangaba (Riccomini et al., 2004). Estruturalmente, esta bacia pode ser dividida em três compartimentos, separados pelos altos estruturais de Caçapava e Pindamonhangaba na direção NE, cujos compartimentos seguem a seguinte ordem, de sudoeste para nordeste: Compartimento São José dos Campos, Compartimento Taubaté e Compartimento Aparecida (Figura 4) (Fernandes & Chang, 2001).

Segundo Vidal et al. (2004), os sedimentos que preenchem a BST formam três grupos deposicionais distintos em função da idade: as formações Resende, Tremembé e São Paulo, depositadas ao longo do Paleógeno; a Formação Pindamonhangaba, depositada no Neógeno, e os depósitos quaternários que recobrem parcialmente as demais. A Formação Resende é composta por leques aluviais que, na sua porção proximal, caracterizam-se por conglomerados interdigitados com arenitos e lamitos provenientes de corridas de lama e, na porção distal, por sedimentos aluvionares formados por arenitos e lamitos interdigitados. A Formação Tremembé encontra-se interdigitada com a Formação Resende e seus sedimentos são caracteristicamente lacustres, com a intercalação de folhelhos e margas (ritmitos), argilitos, dolomitos e com a granodecrescência de arenitos até siltitos. A Formação São Paulo encontra-se sobre essas duas formações e é caracterizada por sedimentos oriundos de um sistema fluvial meandrante, que inclui arenitos conglomeráticos com estratificação cruzada, siltitos e argilitos laminados correspondentes ao sistema fluvial meandrante restrito à porção sudoeste da Bacia de Taubaté. Em discordância sobre estas unidades está a Formação Pindamonhangaba, também de origem fluvial, bem demarcada por um nível conglomerático.

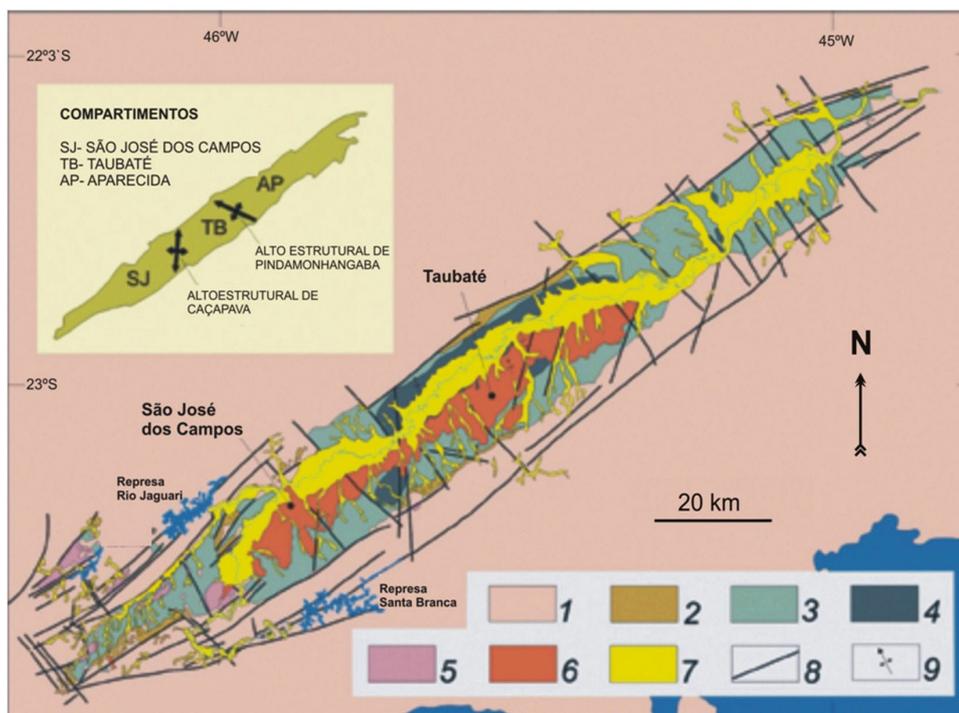


FIGURA 4. Mapa geológico da BST - 1) embasamento; 2) Formação Resende; 3) Formação Resende; 4) Formação Tremembé; 5) Formação São Paulo; 6) Formação Pindamonhangaba; 7) Sedimentos quaternários; 8) Falhas cenozóicas, em parte reativadas do embasamento pré-cambriano; 9) Eixos de dobras principais. No detalhe, a compartimentação da bacia (Riccomini et al., 2004).

O seu topo é representado por extensas superfícies aplainadas, por erosão, em discordância com depósitos suprajacentes, de tálus, coluviais e aluviais de idade pleistocena.

Sobre estas formações, encontram-se os depósitos aluvionares e coluvionares encontrados ao longo das drenagens atuais e que datam do Quaternário. Tais depósitos são compostos por turfas, argilas e areias provenientes de processos de evolução da planície fluvial originárias das variações do volume de água e da conformação dos meandros do Rio Paraíba do Sul (Garcia, 1994; Fernandes & Chang, 2001). Essa composição estratigráfica foi definida por Riccomini (1989), tem sido a mais utilizada como definição para a área e está demonstrada na Figura 5.

No entanto, em relação à evolução tectono-sedimentar da BST, a proposta mais adequada ao presente trabalho é de Campanha (1994), por inserir os depósitos mais jovens, de origem aluvial e coluvionar,

dentro de um esquema evolutivo integrado, cujo início retroage ao Cretáceo Inferior e perdura até hoje (Figura 6). Dentro do modelo proposto por essa autora, a BST exibiu, durante a sua história deposicional, quatro fisiografias distintas, o que acarretou sua divisão, pela autora, também em quatro “Bacias de Taubaté”, consignando-a como uma bacia sedimentar policíclica.

A primeira delas se estendeu do Cretáceo Superior ao Paleoceno (?); a segunda abrangeu o intervalo Eoceno-Oligoceno; a terceira seria compreendida no Mioceno, conforme constatado por Tufano (2009); e a quarta entre o Plioceno / Pleistoceno e os dias atuais. Ainda de acordo com Campanha (1994), essa história evolutiva policíclica é materializada em cinco seqüências sedimentares, caracterizadas por discordâncias no topo e na base assim designadas: Sequência Basal, Sequência Tremembé, Sequência Taubaté, Sequência Pindamonhangaba e Sequência Vale do Paraíba.

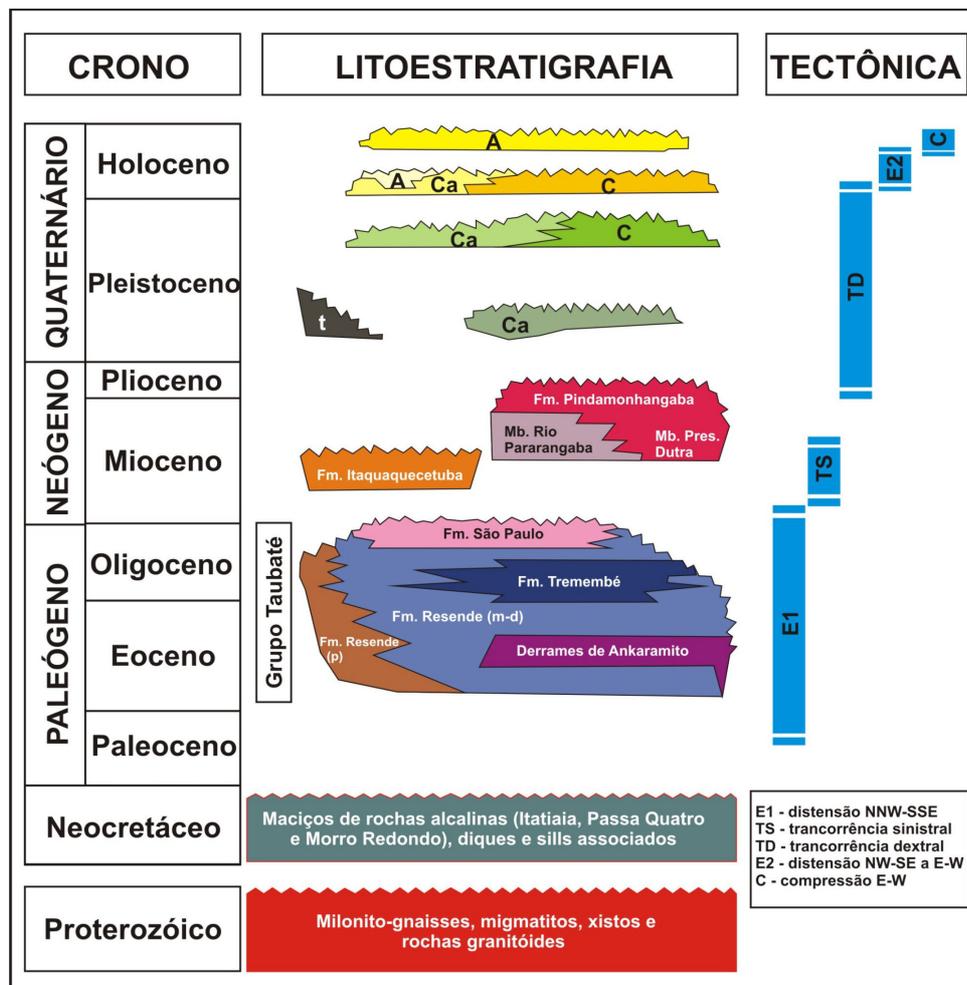


FIGURA 5. Quadro litoestratigráfico e evolução tectono-sedimentar do segmento central do RCSB (Riccomini et al., 2004), onde: p - leques aluviais proximais; m-d - leques aluviais medianos a distais associados à planície aluvial de rios entrelaçados; t - depósitos de tálus; c - depósitos coluviais; ca - depósitos colúvio aluviais; a - depósitos aluviais .

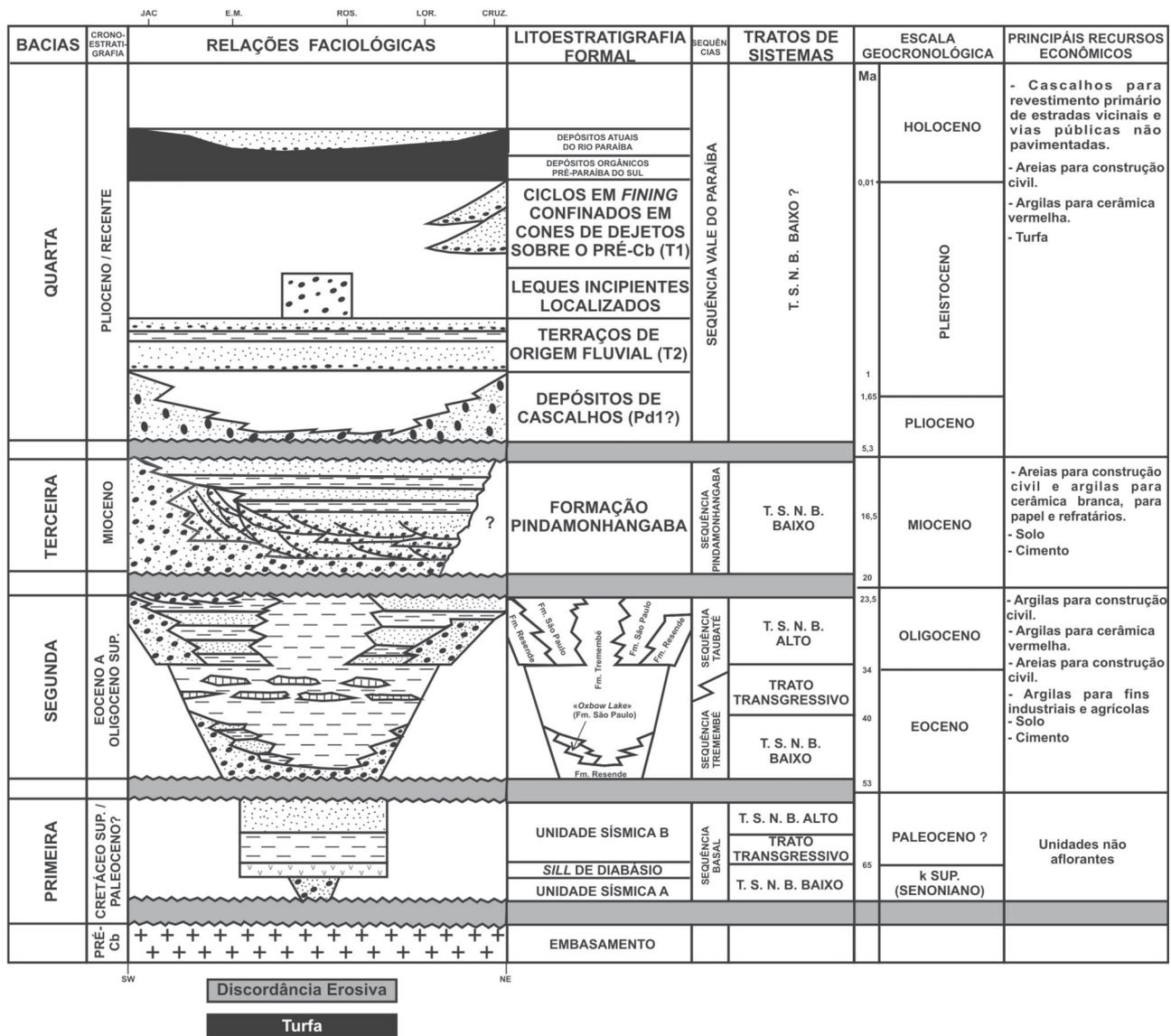


FIGURA 6. Coluna Estratigráfica da Bacia de Taubaté, sendo T.S.N.B. = Trato de Sistema de Nível Basal. (Adaptado de Campanha, 1994).

A Sequência Vale do Paraíba abriga, em sua maior parte, depósitos quaternários que, por sua vez, são originados por dois sistemas deposicionais distintos: de leques aluviais e fluvial meandrante, sendo este último responsável pelos registros sedimentares atuais do Rio Paraíba do Sul.

RIO PARAÍBA DO SUL

O rio Paraíba do Sul é o principal corpo d'água da região, drenando uma área de cerca de 55.500 km² dividida entre os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, tendo sua nascente na Serra da Bocaina (SP) e foz no município de São João da Barra (RJ) percorrendo 1.150 km. Sua bacia é alongada, tendo o comprimento cerca de três vezes sua largura máxima (ANA, 2001).

A planície de inundação do rio Paraíba do Sul, em seu trecho médio superior, é a mais larga e extensa das planícies aluviais de compartimento de planalto, existentes no interior das terras altas do Brasil sudeste, possuindo de 2,5 a 4,0 km de largura média e extensão tão grande quanto à própria Bacia de Taubaté (Figura 7) (Oliveira, 2002).

Seu curso pode ser dividido em quatro porções por meio da análise física da drenagem, principalmente a declividade média, sendo a área estudada pertencente ao Curso Médio Superior, que começa em Guararema e segue até Cachoeira Paulista (SP), onde a altitude é de 515 m. Nesse trecho, o rio é bastante sinuoso e meandrado, percorrendo terrenos sedimentares de grandes várzeas.

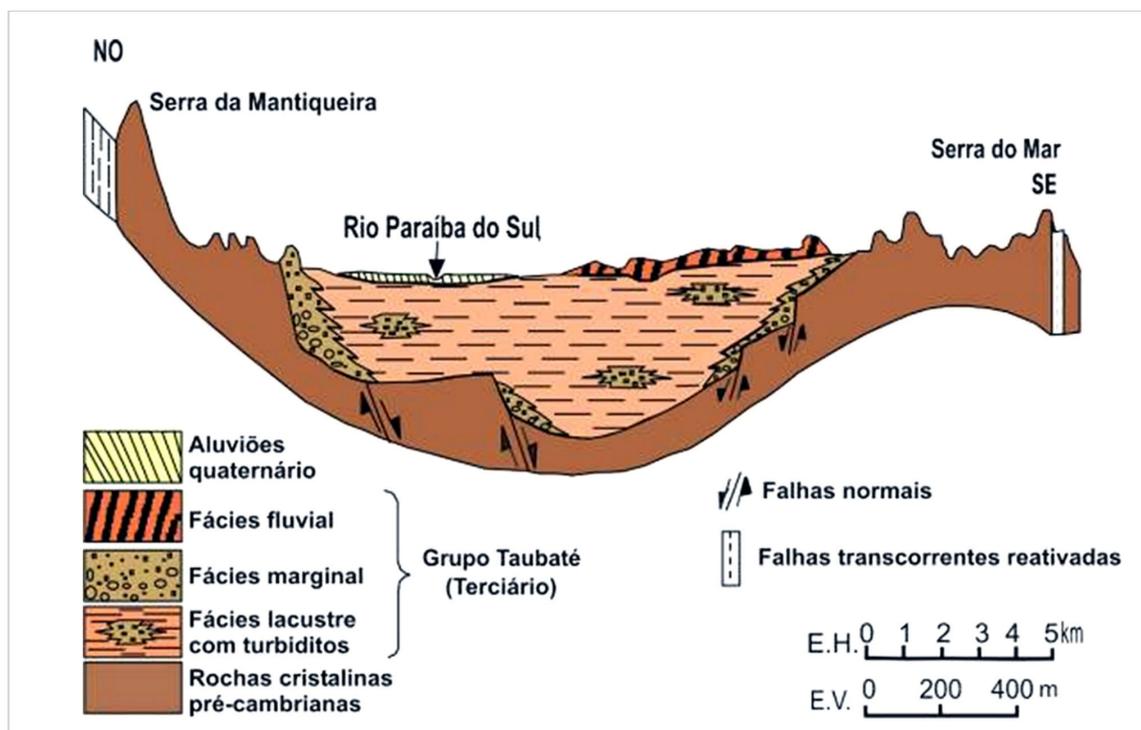


FIGURA 7. Seção geológica esquemática transversal à Bacia de Taubaté (SP), na região de São José dos Campos, onde se verifica que o gráben é assimétrico (Suguio, 2003).

MATERIAIS E MÉTODOS

Para os trabalhos prévios, foram utilizados levantamentos bibliográficos, imagens de satélite, fotos aéreas e cartas topográficas. As fotos aéreas foram disponibilizadas pela Prefeitura de São José dos Campos (PMSJC); onde não havia cobertura dessas fotos aéreas as imagens foram obtidas no Google Earth. As fotos foram trabalhadas em ArcGIS 9.0 e refinadas para versão final em CorelDRAW X4 para a criação dos mapas utilizados nos trabalhos de campo, plotagem dos pontos amostrados, determinação de lineamentos, turfeiras e meandros abandonados.

Com base nesses documentos, foram determinados pontos para a realização de amostragens por vibrotestemunhador, conforme metodologia proposta por Martin e Flexor (1989), visando obtenção de material para a análise estratigráfica dos sedimentos tanto de planície como de paleocanais do rio Paraíba do Sul.

COLETA DE MATERIAL

A determinação dos pontos amostrados foi feita mediante a análise prévia do terreno visando obter uma variação no tipo de material. Duas sondagens foram feitas em meandros abandonados (EM-03 e EM-04) e cinco na planície do rio Paraíba do Sul (EM-01, EM-02, CAP-01, CAP-02, TA-01). Também foram

utilizados, para efeito de comparação, os dados obtidos de três testemunhos coletados anteriormente (EU-01, TB-01 e TB-02) e que fazem parte do trabalho desenvolvido por Garcia (1994), sendo que a localização dessas sondagens pode ser vista na Figura 2.

PROCEDIMENTO LABORATORIAL

Após a coleta, os tubos foram vedados e marcados com as indicações de base e topo para posterior abertura e descrição em laboratório, e então transportado. Em laboratório, os tubos foram abertos ao meio com a ajuda de uma serra circular com disco de corte para alumínio, sendo exposto seu conteúdo.

Com o tubo aberto foi realizada a descrição do material seguindo os princípios da estratigrafia, com observação das estruturas sedimentares, espessura de camadas, tipos de sedimentos e possível material orgânico presente. Com isso, foi feito um perfil estratigráfico da sondagem que auxilia na definição e caracterização das fácies sedimentares e na interpretação do processo deposicional conforme designação de Miall (1996).

Foi confeccionado, para cada testemunho, um perfil contendo a descrição, posição das amostras datadas por ^{14}C , fácies identificadas e interpretação do ambiente deposicional.

RESULTADOS DAS SONDAGENS

TESTEMUNHO EM-01

Coletado na região de Eugênio de Melo, próximo à Eucatex (Coordenadas: 23K 0416386 / 7439720), com comprimento total de 3.0 m de sedimento recuperado, sendo descrito da seguinte forma: 300 a 279 cm - argila cinza-clara, plástica, com intercalações milimétricas a centimétricas de argila orgânica; 279 a 275 cm - argila cinza, plástica, orgânica; 275 a 264 cm - argila orgânica cinza escura com fibras; 264 a 263 cm - lâmina delgada de turfa hêmica; 263 a 255 cm - argila orgânica cinza escura com fibras; 255 a 130 cm - turfa hêmica com fibras vegetais (folhas e raízes) visíveis; 130 ao topo - turfa hêmica gradando a fibrosa com abundância de fibras vegetais (Figura 8).

TESTEMUNHO EM-02

Coletado na região de Eugênio de Melo, próximo à Eucatex (Coordenadas: 23K 0416289 / 7439624), com 3,30 m de sedimento recuperado, sendo descrito da seguinte forma: 330 a 225 cm – areia fina a média, com estratificação cruzada acanalada; 225 a 130 cm – argila cinza clara, arenosa e micácea; 130 a 110 cm – argila cinza clara, pouco orgânica e pouco arenosa; 110 a 102 cm – argila orgânica preta; 102 a 97 cm – argila marrom pouco arenosa; 97 a 58 cm – argila orgânica cinza escura; 58 ao topo – turfa hêmica com baixa quantidade de fibras (Figura 9).

TESTEMUNHO EM-03

Coletado na região de Eugênio de Melo, em um paleocanal do rio Paraíba do Sul (Coordenadas: 23K 0414602 / 7441735), com 3,90 m de sedimento recuperado, sendo descrito da seguinte forma: 390 a 376 cm – areia fina a média (não recuperada); 376 a 325 cm – argila laminada com intercalações de níveis orgânicos; 325 a 307 cm – argila cinza, plástica, com porções oxidadas; 307 a 296 cm – semelhante à anterior com intercalações de níveis orgânicos; 296 a 285 cm – argila cinza escuro laminada, com intercalações de matéria orgânica; 285 a 188 cm – argila turfosa a turfa sáprica (H8), laminada, com intercalações de folhas e matéria orgânica; 188 a 182 cm – areia muito grossa com grãos sub-angulares a angulares, feldspáticos, maciços; 182 a 154 cm – areia muito fina, micácea, com agregação argilosa e bioturbações de raízes; 154 a 110 cm - argila cinza escuro, micácea, com marcas de raízes e nódulos de FeO₂; 110 a 32 cm - argila turfosa cinza escuro a turfa hêmica laminada (H6), com intercalações de folhas e matéria orgânica; 32 ao topo – argila marrom avermelhada a acinzentada, maciça por intensa bioturbação de raízes (Figura 10).

TESTEMUNHO EM-04

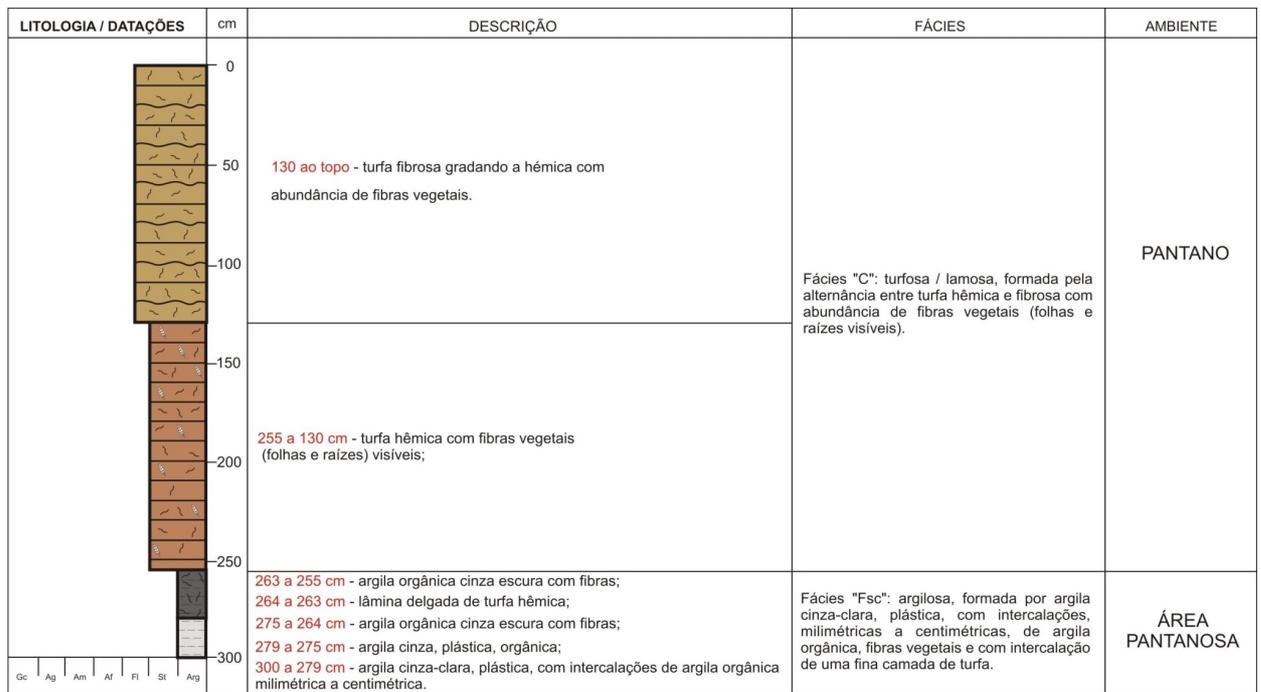
Coletado na região de Eugênio de Melo, próximo à divisa com Caçapava (Coordenadas: 23K 0422980 / 7444506), com 0,90 m de sedimento recuperado, sendo descrito da seguinte forma: 90 a 58 cm – areia média a grossa, com grãos arredondados; 58 a 55 cm – argila orgânica cinza; 55 a 53 cm – areia média; 53 a 50 cm - argila orgânica cinza; 50 a 40 cm – fragmento de vegetal carbonificado em estado de turfa, envolto em argila plástica cinza; 40 a 30 cm - argila cinza a bege, plástica, com poucas raízes; 30 a 22 cm – argila cinza clara com raízes vegetais curtas e em pouca quantidade; 22 ao topo – solo argiloso orgânico com raízes (Figura 11).

TESTEMUNHO EU-01

Coletado na região de Eugênio de Melo, próximo à EUCATEX por Garcia (1994) (Coordenadas: 23K 0416068 / 7439153), com 5,85 m de sedimentos recuperados, sendo descrito da seguinte forma: 585 a 555 cm – argila preta, orgânica, com areia; 555 a 525 cm - argila cinza plástica; 525 a 495 cm – argila orgânica com fragmentos de vegetais; 495 a 430 cm – turfa sáprica com grande quantidade de restos vegetais; 430 a 317 cm - turfa sáprica preta com grande quantidade de fibras vegetais curtas; 317 a 299 cm - turfa hêmica com grande quantidade de restos vegetais; 299 a 204 cm - turfa hêmica marrom a preta com pequena quantidade de fibras vegetais curtas; 204 a 116 cm - turfa hêmica com grande quantidade de restos vegetais (fibras, folhas e troncos); 116 a 88 cm - turfa sáprica com grande quantidade de restos vegetais; 88 a 60 cm - turfa hêmica marrom com pequena quantidade de fibras vegetais longas; 60 cm ao topo - turfa fibrosa marrom com fibras vegetais longas (Figura 12).

TESTEMUNHO CAP-01

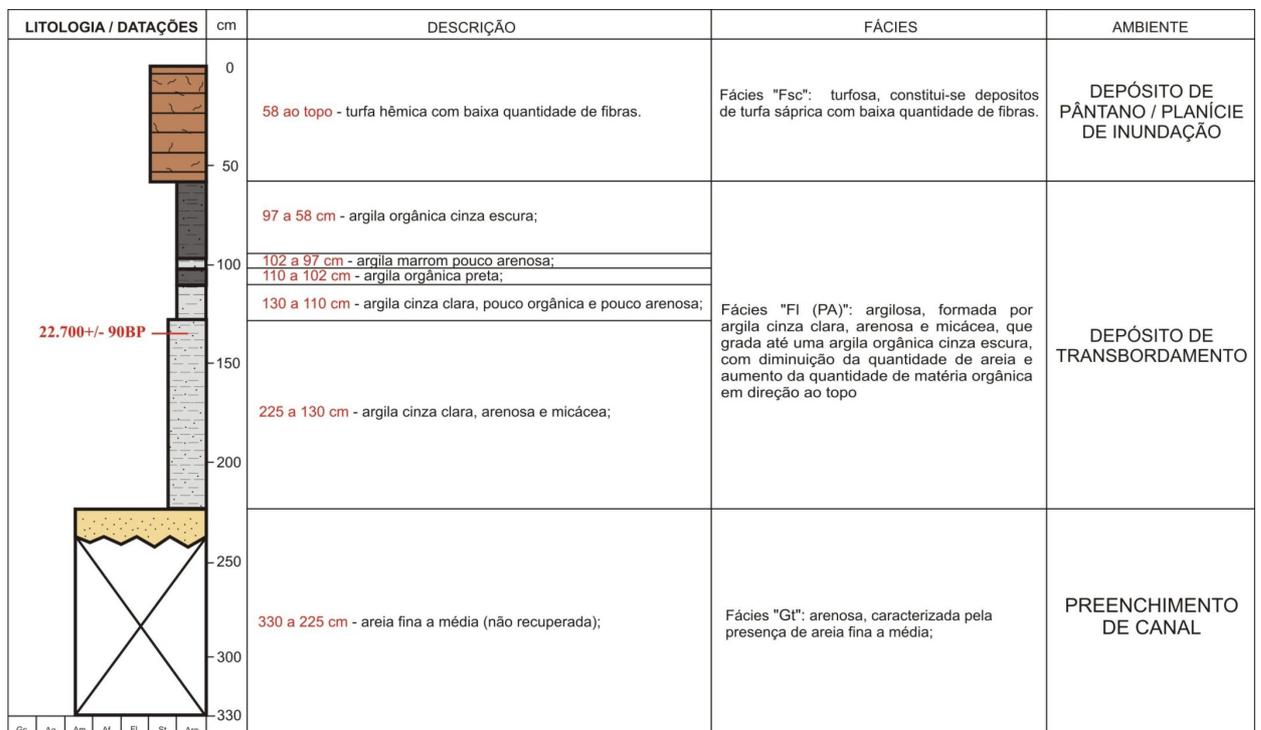
Coletado na região de Caçapava (Coordenadas: 23K 0430338 / 7446800), com 3,30 m de sedimentos recuperados, sendo descrito da seguinte forma: 330 a 300 cm – argila verde acinzentada com pouca quantidade de restos vegetais; 300 a 280 cm – argila verde acinzentada a cinza esverdeada pouco laminada a maciça com maior teor de matéria orgânica e grande ocorrência de restos vegetais; 280 a 270 cm - conglomerado com clastos de argila de 2 a 3 mm; 270 a 232 cm – areia muito fina, argilosa a argila arenosa rica em matéria orgânica, cinza escuro a preto acinzentado, com presença de grãos de areia grossa a muito grossa e restos vegetais verticais; 232 a 213 cm – areia argilo-conglomerática cinza escura média, rica em matéria orgânica com clastos de areia grossa a grânulos e pouca quantidade de restos vegetais; 213 a 5 cm – argila



ESCALA VERTICAL 25cm



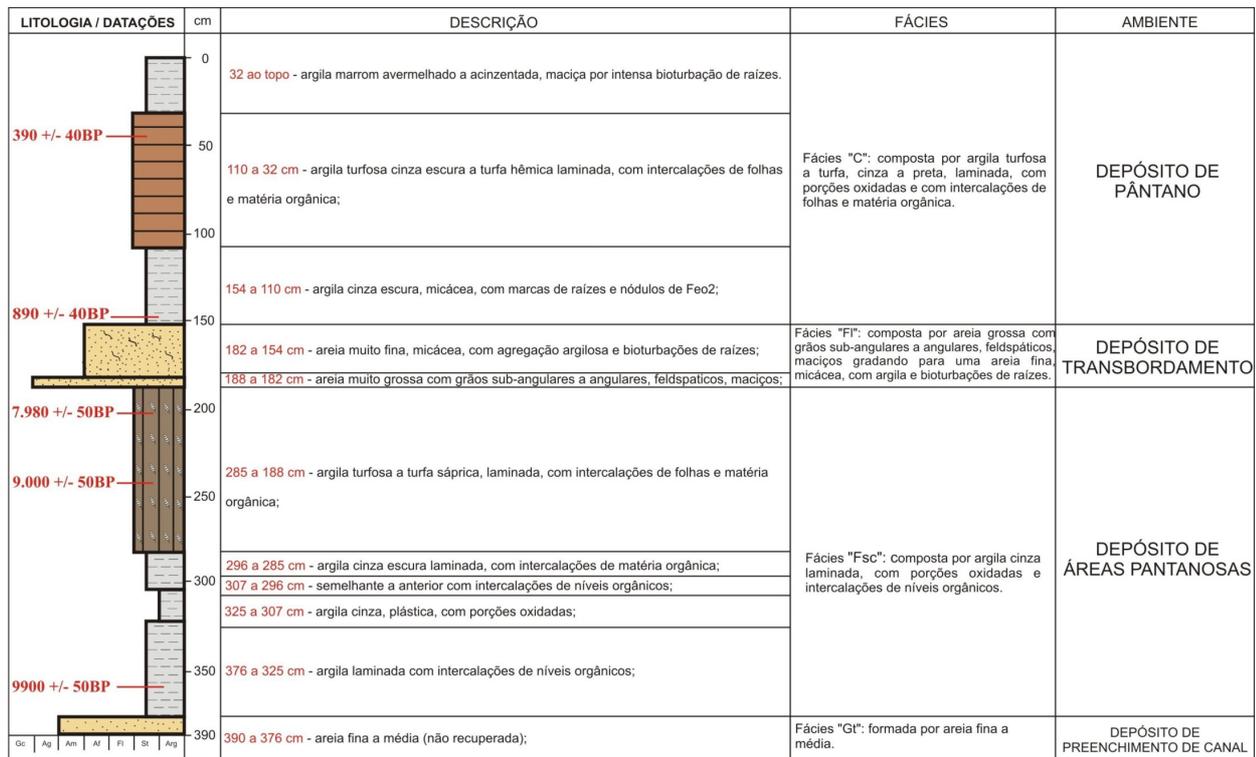
FIGURA 8. Perfil descritivo do testemunho EM-01.



ESCALA VERTICAL 25cm



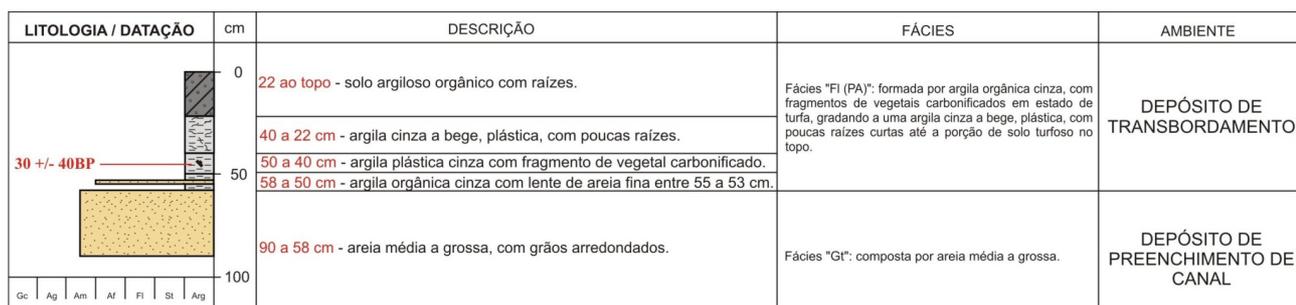
FIGURA 9. Perfil descritivo do testemunho EM-02.



ESCALA VERTICAL 25cm



FIGURA 10. Perfil descritivo do testemunho EM-03.



ESCALA VERTICAL 25cm



FIGURA 11. Perfil descritivo do testemunho EM-04.

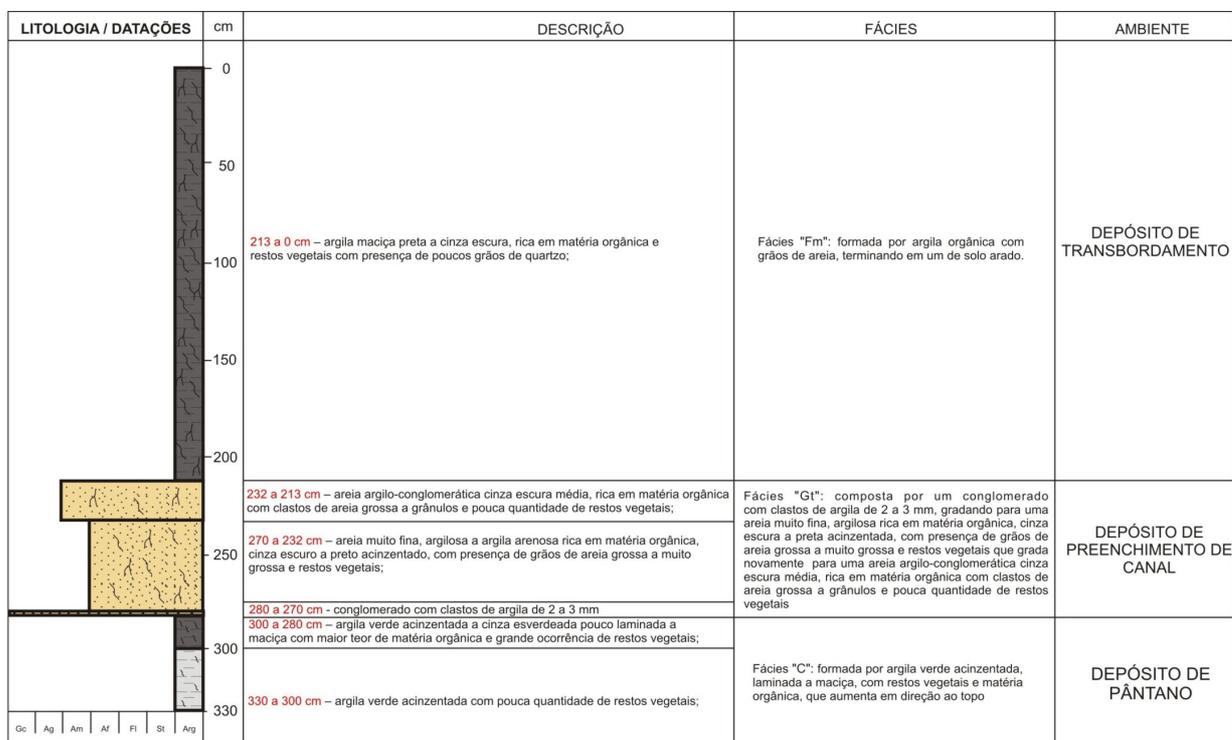


ESCALA VERTICAL 50cm

LEGENDA



FIGURA 12. Perfil descritivo do testemunho EU-01.

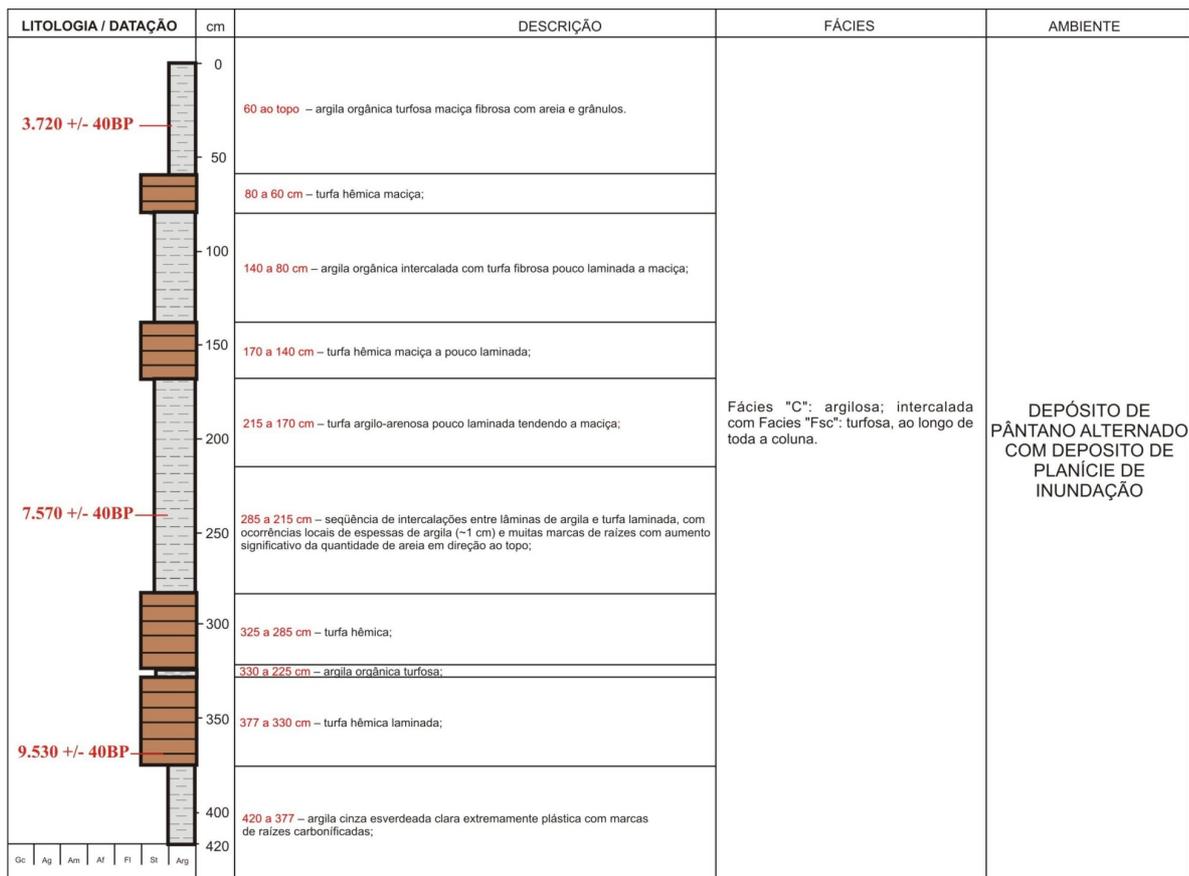


ESCALA VERTICAL 25cm

LEGENDA



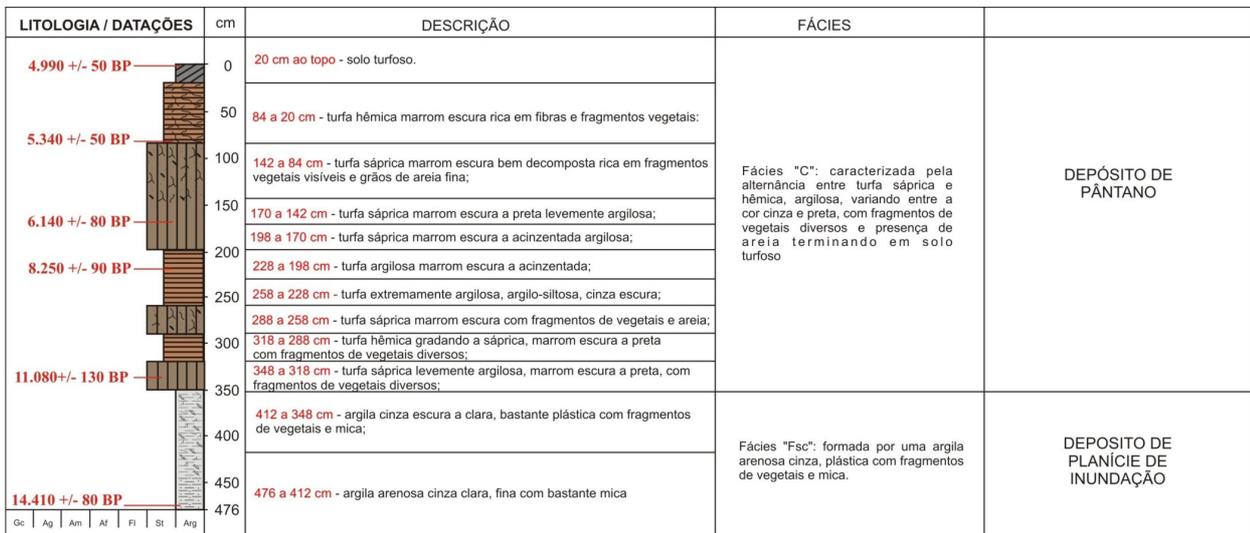
FIGURA 13. Perfil descritivo do testemunho CAP-01.



ESCALA VERTICAL 25cm



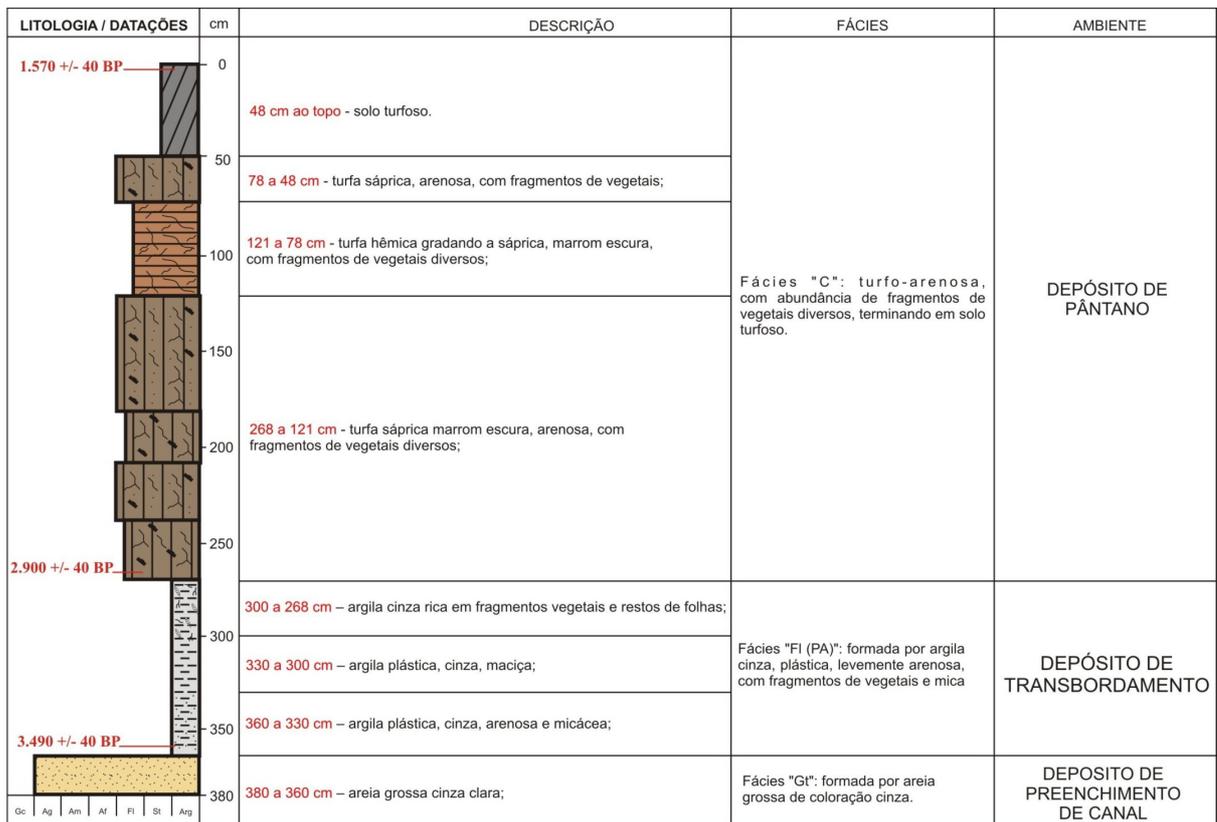
FIGURA 14. Perfil descritivo do testemunho CAP-02.



ESCALA VERTICAL 50cm



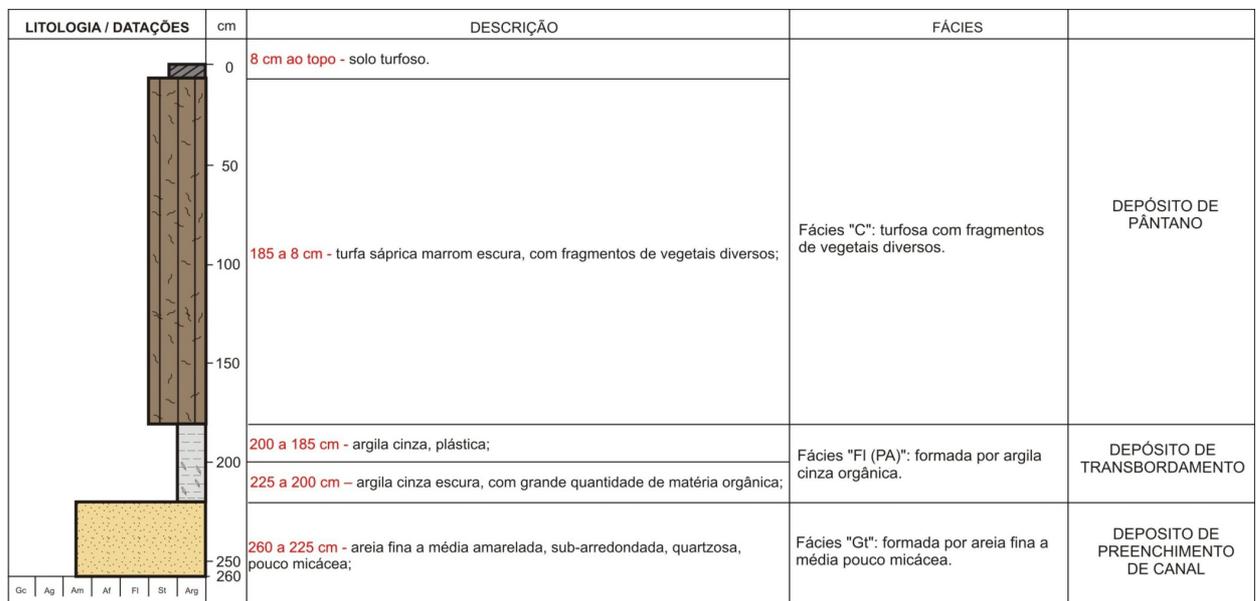
FIGURA 15. Perfil descritivo do testemunho TB-01.



ESCALA VERTICAL 25cm



FIGURA 16. Perfil descritivo do testemunho TB-02.



ESCALA VERTICAL 25cm



FIGURA 17. Perfil descritivo do testemunho TA-01.

maciça preta a cinza escura, rica em matéria orgânica e restos vegetais com presença de poucos grãos de quartzo; 5 cm ao topo: solo arado (Figura 13).

TESTEMUNHO CAP-02

Coletado na região de Caçapava (Coordenadas: 23K 0429476 / 7447269), com 4,20 m de sedimentos recuperados, sendo descrito da seguinte forma: 420 a 377 cm – argila cinza esverdeada clara extremamente plástica com marcas de raízes carbonificadas; 377 a 330 cm – turfa hêmica laminada; 330 a 225 cm – argila orgânica turfosa; 225 a 285 cm – turfa hêmica; 285 a 215 cm – sequência de intercalações entre lâminas de argila e turfa laminada, com ocorrências locais de espessas de argila (~1 cm) e muitas marcas de raízes com aumento significativo da quantidade de areia em direção ao topo; 215 a 170 cm – turfa argilo-arenosa pouco laminada tendendo a maciça; 170 a 140 cm – turfa hêmica maciça a pouco laminada; 140 a 80 cm – argila orgânica intercalada com turfa fibrosa pouco laminada a maciça; 80 a 60 cm – turfa hêmica maciça; 60 a 20 cm – argila orgânica turfosa maciça; 20 cm ao topo – argila maciça orgânica pouco fibrosa com areia e grânulos (Figura 14).

TESTEMUNHO TB-01

Coletado na região de Taubaté, próximo à Volkswagen por Garcia (1994) (Coordenadas: 23K 433826 / 7451847), com 4,76 m de sedimentos recuperados, sendo descrito da seguinte forma: 476 a 412 cm - argila arenosa cinza claro, fina com bastante mica; 412 a 348 cm - argila cinza escuro a claro, bastante plástica com fragmentos de vegetais e mica; 348 a 318 cm - turfa sáprica levemente argilosa, marrom escuro a preta, com fragmentos de vegetais diversos; 318 a 288 cm - turfa hêmica gradando a sáprica, marrom escuro a preta com fragmentos de vegetais diversos; 288 a 258 cm - turfa sáprica marrom escuro com fragmentos de

vegetais e areia; 258 a 228 cm - turfa extremamente argilosa, argilo-siltosa, cinza escuro; 228 a 198 cm - turfa argilosa marrom escuro a acinzentado; 198 a 170 cm - turfa sáprica marrom escuro a acinzentada argilosa; 170 a 142 cm - turfa sáprica marrom escuro a preto levemente argilosa; 142 a 84 cm - turfa sáprica marrom escuro bem decomposta rica em fragmentos vegetais visíveis e grãos de areia fina; 84 a 20 cm - turfa hêmica marrom escuro rica em fibras e fragmentos vegetais; 20 cm ao topo - solo turfoso (Figura 15).

TESTEMUNHO TB-02

Coletado na região de Taubaté, próximo à Volkswagen por Garcia (1994) (Coordenadas: 23K 433634 / 7453668), com 3,80 m de sedimentos recuperados, sendo descrito da seguinte forma: 380 a 360 cm – areia grossa cinza clara; 360 a 330 cm – argila plástica, cinza, arenosa e micácea; 330 a 300 cm – argila plástica, cinza, maciça; 300 a 268 cm – argila cinza rica em fragmentos vegetais e restos de folhas; 268 a 121 cm - turfa sáprica marrom escuro, arenosa, com fragmentos de vegetais diversos; 121 a 78 cm - turfa hêmica gradando a sáprica, marrom escuro, com fragmentos de vegetais diversos; 78 a 48 cm - turfa sáprica, arenosa, com fragmentos de vegetais; 48 cm ao topo - solo turfoso (Figura 16).

TESTEMUNHO TA-01

Coletado na região de Taubaté, próximo à Volkswagen (Coordenadas: 23K 0433346 / 7452399), com 2,60 m de sedimentos recuperados, sendo descrito da seguinte forma: 260 a 225 cm - areia fina a média amarelada, sub-arredondada, quartzosa, pouco micácea; 225 a 200 cm – argila cinza escuro, com grande quantidade de matéria orgânica; 200 a 185 cm - argila cinza, plástica; 185 a 8 cm - sáprica marrom escuro, com fragmentos de vegetais diversos; 8 cm ao topo - solo turfoso (Figura 17).

INTEGRAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS

A análise dos perfis das sondagens efetuadas, bem como daquelas registradas na literatura possibilita o delineamento da estratigrafia dos depósitos sedimentares neoquaternários da área em um perfil geológico sintetizado (Figura 18).

Este perfil característico pode ser descrito, da base para o topo, da seguinte forma:

- **Fase Fluvial Inferior (Pretérita):** compreendem sedimentos arenosos, granulometria fina a média, eventualmente grossa, micáceos, grãos arredondados, de coloração acinzentada, que comporiam os depósitos aluviais que formam o substrato da

bacia orgânica sobrejacente. A espessura máxima sondada desses depósitos é da ordem de 1 m (Sondagem EM-02), não se dispondo, ainda, de datação;

- **Fase Paludal:** corresponde à sequência de depósitos de turfa, com variações entre os tipos fibroso, hêmico e sáprico, além de intercalações de argilas acinzentadas, micáceas, laminadas, plásticas, ricas em matéria orgânica, com frequentes marcas de raízes e fitorremanescentes. A base do conjunto é predominantemente argilosa, gradando, rumo ao topo, para os depósitos de turfa. As espessuras

podem superar os 5 m para o conjunto de depósitos de turfa e de até 3,8 m para as fácies argilosas orgânicas da base (Sondagem CAP-2). As idades variam de 22.700 anos A.P. na porção intermediária dessas argilas (Sondagem EM-01) até 9.900 anos A.P. no topo (Sondagem EM-03); para o conjunto de fácies turfosas, foram registradas idades que variam de 11.080 anos A.P. (Sondagem TB-01) até 1.570 anos A.P. (Sondagem TB-02);

- **Fase Fluvial Superior (Atual):** os depósitos aluviais recentes recobrem as turfás, caracterizando uma discordância erosiva, onde areias grossas a muito grossas, com grãos subangulares a angulares, feldspáticas, maciças, intercaladas por bancos de argila turfosa, ricas em folhas e matéria orgânica. Esses bancos argilosos forneceram idades que variam de 890 anos A.P. a 30-40 anos A.P., neste último caso em meandro abandonado.

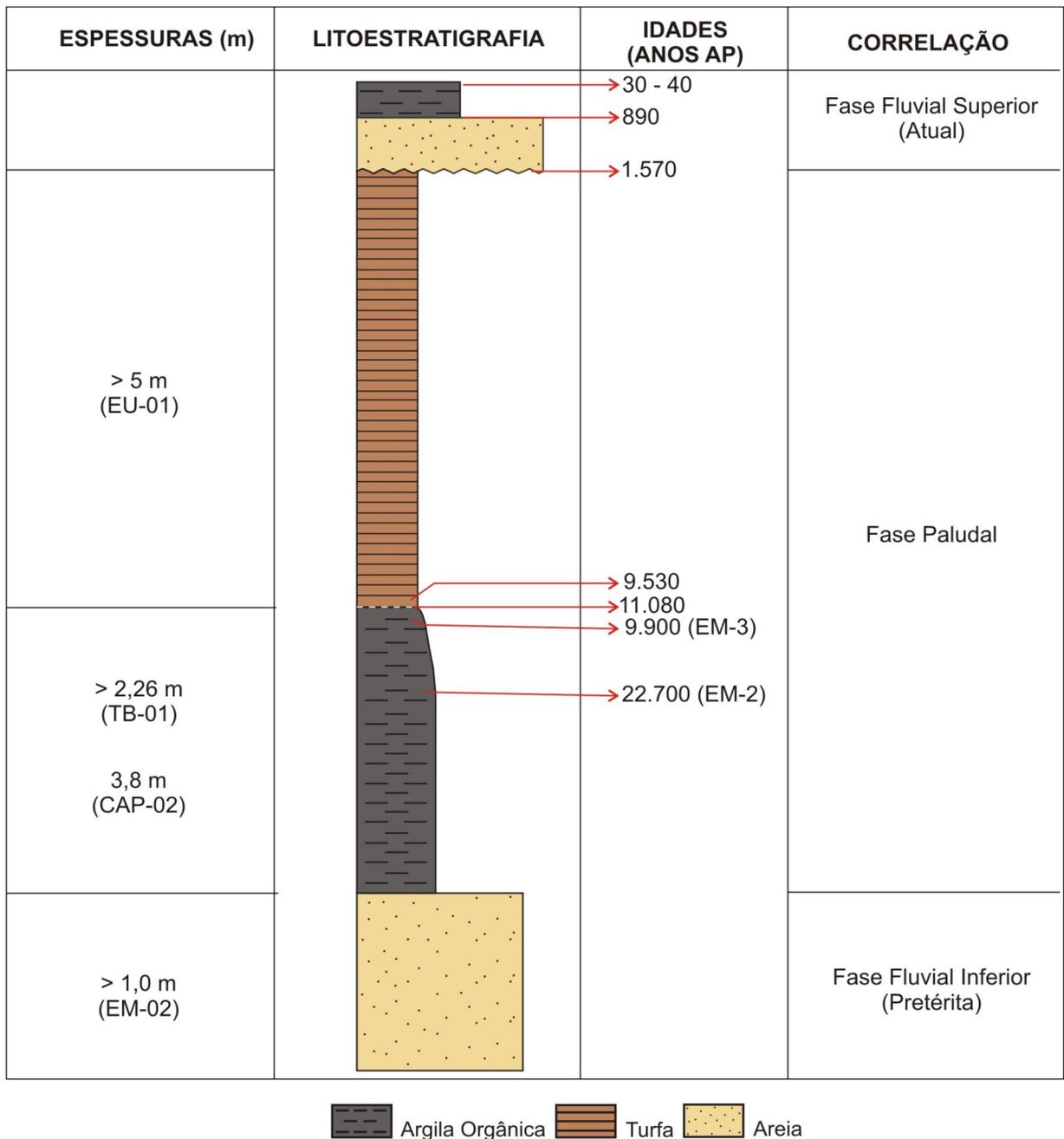


FIGURA 18. Perfil geológico sintético da porção estudada da bacia.

Uma análise de imagens de satélite da área possibilita notar dois aspectos relevantes para a interpretação da história geológica da área desde o Neopleistoceno. O primeiro aspecto diz respeito a um significativo conjunto de lineamentos presente tanto na planície atual quanto nos terrenos colinosos e montanhosos adjacentes. Os traços indicam quatro destacadas famílias de lineamentos (EW, NW, NNW e NE), que se estendem, por vezes, do embasamento cristalino de entorno até o cinturão meândrico atual do rio Paraíba do Sul. Este cinturão, inclusive, mostra-se parcialmente limitado por lineamentos e também segmentado em trechos com aparente controle por lineamentos transversais (Figura 19).

O segundo aspecto refere-se ao próprio cinturão meândrico, com largura da ordem de 1 km, destacado pelo canal atual do rio Paraíba do Sul e meandros abandonados, neste caso com pelo menos três idades diferentes (Casado, 2009). Destaca-se, ainda na faixa meândrica, numerosas lagoas resultantes da exploração de areia, atividade bastante freqüente nesta área. É importante destacar que não se verifica um meandramento extensivo na planície aluvial maior nesta porção do Vale do Paraíba, indicando que não houve uma migração significativa do canal fluvial pela planície, como seria normal em um sistema fluvial meandrante típico. Ao contrário, o meandramento se dá em uma estreita faixa – o cinturão meândrico propriamente dito que, por sua vez, denota um controle estrutural bastante significativo. Esta informação permite, associada aos dados de sondagem e das decorrentes seções geológicas, admitir que o cinturão meandrante atual configura um elemento mais jovem, sobreposto a uma bacia turfosa mais antiga, fragmentada estruturalmente.

Vale ressaltar que um caráter neotectônico para o cinturão meandrante atual do Rio Paraíba do Sul já havia sido suspeitado por Verdade & Hungria (1966), ainda que o conceito de deformação neotectônica não fosse muito difundido na literatura geológica brasileira da época.

Assim, com base nas informações de sondagens, nas datações radiocarbônicas e no quadro morfoestrutural da área de estudo e seus entornos imediatos, pode-se vislumbrar uma história evolutiva para a área, desde o Neopleistoceno, marcada por 4 estágios bem caracterizados, tentativamente ilustrados na Figura 20, sob a forma de blocos-diagrama.

O estágio mais antigo (Bloco-diagrama A) mostra como seria a possível fase fluvial pretérita existente em idades superiores a 23.000 anos A.P. onde o sistema fluvial instalado ocupava uma calha mais baixa que a atual, já possivelmente controlada estruturalmente.

A situação vislumbrada para o período entre 23.000 – 1.500 anos A.P. (Bloco-diagrama B), embora

não haja precisão da idade de formação do sistema deposicional proposto, pode recuar ainda mais no Pleistoceno superior. Nesse estágio, encontrava-se implantado um amplo sistema paludal, que propiciou a formação dos depósitos de turfa (“bacia orgânica”), com escassas incursões de material siliciclástico sob forma de intercalações argilosas. A planície seria bastante úmida, mas não chegaria a formar um lago propriamente dito; não existiria um canal fluvial que drenasse o pântano. Havia quiescência tectônica, com aporte muito reduzido de material clástico, permanecendo uma estabilidade durante pelo menos 20.000 anos contínuos. Estudos neotectônicos realizados por Riccomini (1989) sugerem, a partir de datações extrapoladas de cerca de 52.000 anos A.P. à 27.000 anos A.P., que eventos erosivos produziram extensos depósitos aluviais enquanto que a atual sedimentação turfosa estaria restrita somente aos últimos 2.000 anos. Já Turcq et al. (1992) definiram uma idade mais antiga (cerca de 20.000 anos) para a turfa, sugerindo que um aumento no nível do lençol freático foi o fator determinante para a formação do extenso campo de turfa que hoje domina a paisagem local.

Entre 800 e 1.500 anos A.P., ocorreu uma reativação neotectônica na área, que rupturou a área pantanosa e também os terrenos adjacentes, gerando canais que drenaram a área pantanosa, abaixando o lençol freático e definindo o término do ambiente paludal e da formação extensiva de turfa (Bloco-diagrama C), causando o ressurgimento do canal do Rio Paraíba do Sul, ou de seu antecessor; o antigo pântano foi segmentado em pequenos terraços, pouco alçados, mas destacados da calha aluvial implantada. Com a presença de fluxo contínuo, a calha foi sendo preenchida pela carga arenosa de fundo, dando origem a um sistema fluvial meandrante. O Rio Paraíba do Sul (ou seu antecessor) passou a meandrar em sua própria calha (cinturão meândrico), o que foi facilitado pela natureza incoesa, de fácil erosão dos seus próprios depósitos aluviais arenosos. Ao esbarrar nos sedimentos turfosos ou argilosos da bacia orgânica, a dificuldade de erosão se evidenciava e remetia o curso do rio de volta à sua própria calha, perenizando o cinturão meândrico dentro de uma estreita faixa. Um caso similar de mudança brusca na paisagem de planície aluvial recente foi registrado no chamado Pantanal do Nabileque (Kuerten, 2009), onde o rio Paraguai abandonou, por ação neotectônica, sua antiga planície e passou a ocupar uma nova calha, distanciando-se consideravelmente do curso anterior; sua antiga planície passou a ser ocupada por um curso d’água de porte bem mais reduzido (o rio Nabileque), caracterizando-se como um autêntico exemplo de *underfit river*.

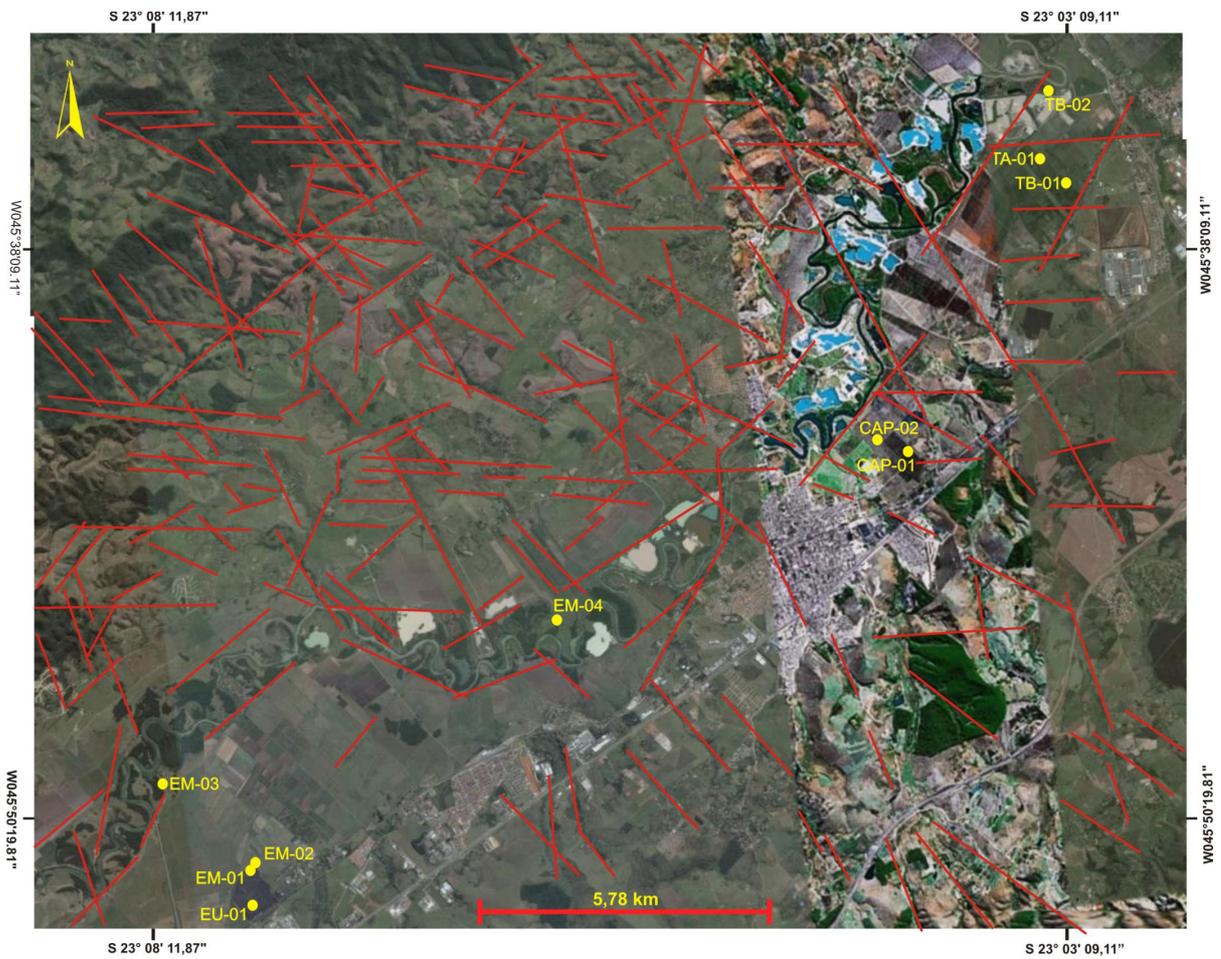


FIGURA 19. Pontos de sondagens e lineamentos da área de estudo.

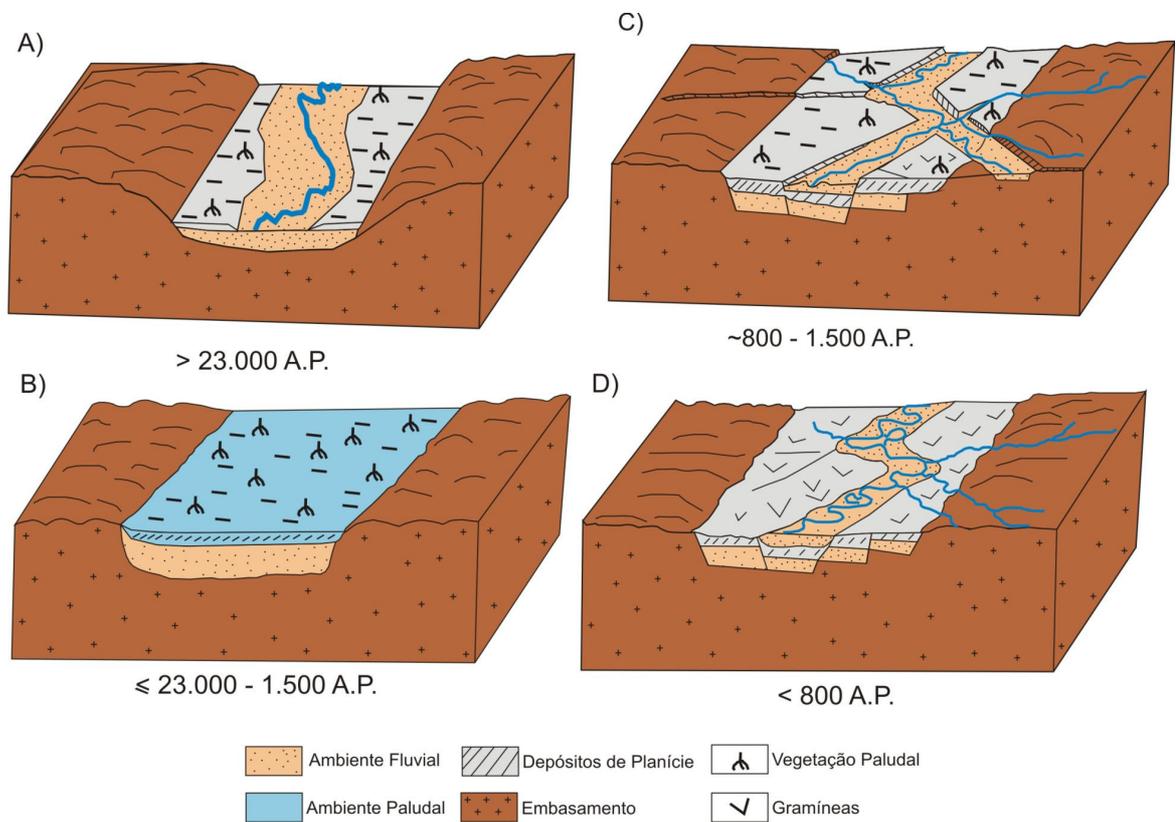


FIGURA 20. Bloco Diagrama da evolução da planície orgânica do Rio Paraíba do Sul.

O último estágio (Bloco-diagrama D) mostra o panorama atual, com o cinturão meândrico bem delimitado em uma estreita faixa com predomínio de material arenoso, cujo desenho, em planta, guarda os limites morfoestruturais herdados da ação neotectônica. A calha formada no estágio C já se encontra totalmente preenchida por material arenoso trazida pelo rio Paraíba do Sul, o qual mantém o caráter meandrante, com diques marginais bem estabelecidos (*levee river style*).

A intensa ocupação da várzea transformou-a em paisagem tecnogênicamente afetada, com implantação de extensivas plantações de arroz e áreas de pastagem, com numerosa rede de drenos e de *polders*, que buscam controlar as inundações do Rio Paraíba do Sul e manter os terrenos bem drenados. Os meandros abandonados restringem-se à faixa meândrica e incluem representantes de três gerações distintas, a mais jovem com contornos bem nítidos e presença de espelho d'água, uma intermediária, já de meandros secos e vegetados, mas com contornos ainda bem delineados, e uma mais antiga, com formatos já esmaecidos, ocupados por vegetação inclusive arbórea. No primeiro caso, ainda pode ocorrer formação hodierna de turfa, conquanto com dimensões bem mais restritas (Casado, 2009).

A estrutura geológica resultante, mesmo que bastante modificada pela ação antropogênica em superfície, ainda controla o desenho atual do cinturão meândrico e, por consequência, dos depósitos aluviais arenosos superficiais, que somente estão presentes nessa faixa. Os depósitos de turfa que constituem a parte mais significativa da antiga "bacia orgânica", ainda perfazem boa parte da superfície do Vale do Paraíba, descontando-se um delgado capeamento pedológico, o que facilita sua exploração. Restam ser mapeados os limites montante e jusante da antiga área pantanosa, valendo lembrar que depósitos de turfa já foram encontrados na região de Jacareí (setor montante do atual vale).

Ambientalmente, nos últimos anos, alguns estudos palinológicos foram publicados, referentes à vegetação holocênica e pleistocênica tardia em áreas dentro do Vale como em áreas próximas e correlatas ao vale do rio Paraíba do Sul. Esses trabalhos ajudam a adquirir uma compreensão mais ampla dos vários processos que moldaram a morfologia e a biota do Vale. Entre eles destacam-se os estudos palinológicos de Garcia (1994) e Garcia et al. (2004) na área de turfeiras dentro do Vale, Pessenda et al. (2009) na região montana da Serra do Mar, ao sul na margem da Bacia de São Paulo, e Siqueira (2007) nas altas elevações da região sul da Serra da Mantiqueira. Pessenda et al. (2009), a partir de dados de isótopos do carbono e análises palinológicas, sugerem que durante o Último Máximo Glacial (UMG), o clima foi bastante frio e úmido. Sob

essas condições, explicam os autores, a Floresta de Araucária expandiu-se significativamente dentro da Bacia de São Paulo, com o predomínio de táxons botânicos adaptados a ambientes úmidos e frios tais como *Araucaria* e *Podocarpus*, hoje praticamente restritos, dentro da região Sudeste, às altas elevações da Serra da Mantiqueira. Na região de Monte Verde, no Estado de Minas Gerais, também um setor alto montano dessa serra, registros palinológicos obtidos por Siqueira (2007) demonstram a manutenção ininterrupta da Floresta de Araucária, não só durante o período cronológico equivalente ao UMG como também durante todo o Holoceno, até os dias atuais. A autora afirma que, embora em certos momentos dessa história ocorra um relativo declínio na concentração de pólen de *Araucaria* após o UMG, sua abundância no registro sedimentar é ainda muito alta quando comparada com padrões atuais, o que sugere que a paisagem desse setor sul da Serra da Mantiqueira foi continuamente coberta por esse tipo de floresta.

As interpretações florísticas do estudo de Siqueira (2007) encontram ressonância e similaridade com a proposta da existência de climas frios, no mesmo espaço de tempo, na região de Volta Velha, Paraná, como indicado por Behling e Negrelle (2001). Para esses autores, a associação botânica composta pelas espécies pertencentes aos gêneros *Symplocos*, *Podocarpus* e *Ilex* na Floresta Atlântica daquela área costeira do Paraná também sugere climas relativamente mais frios que os atuais, como reportados para a região.

De Oliveira (1992), que estudou o registro palinológico quaternário de uma área montana de cerrado na região do Triângulo Mineiro na latitude de 18° S afirma que um esfriamento pronunciado dominou a região que passou, devido a condições climáticas mais úmidas, a possuir uma floresta de espécies botânicas tipicamente encontradas atualmente na Floresta de Araucária do Sul do Brasil ou das altas elevações da região Sudeste. Além de pólenes de *Araucaria*, *Podocarpus*, *Melastomataceae* e *Myrtaceae*, o autor encontrou também *Drymis*, *Hedyosmum* e *Symplocos*, que são amplamente utilizados na palinologia do Quaternário para indicar condições úmidas e frias. Dessa forma, pode-se afirmar que os resultados de De Oliveira (1992) estão em completo acordo com os dados isotópicos e palinológicos apresentados por Pessenda et al. (2009) e com a manutenção da Floresta de Araucária indicada por Siqueira (2007).

Os dados paleoclimáticos obtidos a partir da análise de isótopos de oxigênio em espeleotemas de cavernas produzidos por Wang et al. (2006) para a região sul do Brasil e os dados de Auler & Smart (2001) e Wang et al. (2004) indicam a presença de condições mais úmidas para todas essas regiões durante o UMG.

A explicação para esse fenômeno é dada por Cruz et al. (2007), que interpretaram esse aumento na umidade como consequência da alteração de padrões de circulação atmosférica devido a um contraste na temperatura do continente e do oceano que deve ter aumentado a frequência das chuvas do tipo monção em grande parte da América do Sul no Pleistoceno Tardio.

Em relação às alterações ambientais no vale do Paraíba do Sul a partir do início do Holoceno, Garcia et al. (2004) afirmaram que a mudança observada na litologia da turfa, que passa de argilosa a linácea, deve ser atribuída a condições também úmidas e relativamente frias. Apoio para essa interpretação paleoambiental é encontrado também nos estudos de Takiya

(1997), para uma área hoje localizada dentro da atual cidade de São Paulo, Pessenda et al. (2009), para a região da Serra do Mar e de Siqueira (2007) nas regiões de Monte Verde, Serra da Mantiqueira.

Segundo Garcia et al. (2004), as condições climáticas úmidas persistem durante todo o Holoceno no Vale, mas sob condições climáticas mais quentes entre 8.000 e 5.000 anos AP, quando deve ter ocorrido uma expansão de elementos botânicos típicos da Mata Atlântica de áreas mais baixas. Essa conclusão é devida, segundo os autores, a uma redução dos elementos montanos como *Araucaria* e outros. A mesma conclusão paleoambiental foi proposta por Pessenda et al. (2009) para a região montana da atual Serra do Mar, em São Paulo.

CONCLUSÃO

As análises dos perfis de sondagem, dos dados morfoestruturais captados com imagens aéreas e a comparação com os dados climáticos atribuídos à região do vale do rio Paraíba nos últimos 30.000 anos permitem definir que, na área de estudo, ocorreu a formação de uma extensa bacia orgânica (argilas orgânicas e turfas), intercalada com sedimentação fluvial em quatro períodos distintos:

- O primeiro período consiste em uma fase de sedimentação argilo-arenosa, de um provável sistema fluvial lótico antepassado, posteriormente interrompido e que serviu de substrato para a deposição orgânica sobrevente;
- A cerca de 22.700 anos A.P. até 1.570 anos A.P. dá-se o segundo episódio, onde ocorre a sedimentação do material orgânico, fruto de uma extensa área alagada (pantanosa) e do próprio pântano. A vegetação servia de barreira para a deposição de material mais grosseiro (areias e seixos) e cujas características apontam para um clima predominantemente frio e úmido, ambiente favorável à formação de turfas;
- O terceiro evento ocorre por volta de 1.500 anos A.P., com a reativação neotectônica na área, que rupturou o pântano e também os terrenos adjacentes, drenando a área pantanosa e definindo o término do ambiente paludal. Ocorreu então a instalação de um sistema fluvial meandrante (rio

Paraíba do Sul ou seu antecessor), sobre a bacia orgânica pretérita, controlado morfoestruturalmente pelos lineamentos originados pela ação neotectônica, segmentado a área em pequenos terraços pouco alçados, destacados da calha aluvial implantada, que foi sendo preenchida pela carga arenosa de fundo. O rio Paraíba do Sul (ou seu antecessor) passou a meandrar em sua própria calha (cinturão meândrico), o que foi facilitado pela natureza incoesa, de fácil erosão dos seus próprios depósitos aluviais arenosos. Ao esbarrar nos sedimentos turfosos ou argilosos da bacia orgânica, a dificuldade de erosão se evidenciava e remetia o curso do rio de volta à sua própria calha, perenizando o cinturão meândrico dentro de uma estreita faixa.

- O quarto período inclui deposição orgânica em meandros abandonados desde 900 anos A.P. até os dias atuais, com a formação de turfas com idades variando de 890 anos A.P. até 30-40 anos A.P..

Esses 4 períodos permitem chegar à conclusão de que a atual conformação do rio Paraíba do Sul não é a fonte depositária de grande parte dos sedimentos orgânicos de sua planície, mas sim fruto da história evolutiva neokuaternária, condicionado, pela tectônica atuante na área, que restringiu a erosão fluvial a seu cinturão meândrico, entalhado sobre a planície orgânica depositada antes da instalação do atual sistema fluvial meandrante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, F.F.M. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 48, Suplemento, p. 15-26, 1976.
2. ALMEIDA, F.F.M. & CARNEIRO, C.D.R. Origem e Evolução da Serra do Mar. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 28, n. 2, p. 135-150, 1998.

3. ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Bacia do Rio Paraíba do Sul: livro da bacia**. Rio de Janeiro: ANA, 68 p., 2001.
4. AULER, A.S. & SMART, P.L. Late Quaternary paleoclimate in semiarid Northeastern Brazil from U-Series dating of travertine and water-table speleothems. **Quaternary Research**, v. 55, p. 159-167, 2001.
5. BEHLING, H. & NEGRELLE, R. Tropical rain forest and climate dynamics of the Atlantic Lowland, Southern Brazil, during the Late Quaternary. **Quaternary Research**, v. 56, p. 383-389, 2001.
6. CAMPANHA, V.A. **A arquitetura deposicional da Bacia Sedimentar de Taubaté, SP, como subsídio à delimitação das zonas de produção mineral**. Rio Claro, 1994. 193 p. 2 v. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
7. CASADO, F.C. **Relação estratigráfica e ambiental neoquaternária entre a calha aluvial do rio Paraíba do Sul e os depósitos de turfa associados entre os municípios de São José dos Campos e Taubaté, SP**. Guarulhos, 2009. 95p. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Centro de Pós-graduação e Pesquisa, Universidade Guarulhos.
8. CRUZ JR.; F.W.; BURNS, S.J.; JERCINOVIC, M.; KARMANN, I.; SHARP, W.D.; VUILLE, M. Evidence of rainfall variations in Southern Brazil from trace element ratios (Mg/Ca and Sr/Ca) in a Late Pleistocene stalagmite. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 71, p. 2250-2263, 2007.
9. DE OLIVEIRA, P.E. **A palynological record of Late Quaternary vegetational and climatic change in southeastern Brazil**. Ohio, 1992. 238 p. Tese (Doutorado em Botânica) – The Ohio State University, Columbus, Ohio.
10. ETCHEBEHERE, M.L.C.; SAAD, A.R.; BISTRICHI, C.A.; GARCIA, M.J.; SILVA, M.F.; BEDANI, E.F. Modelo de evolução geológica da região do atual município de Atibaia (SP) durante o Cenozóico. **Revista Universidade Guarulhos – Geociências**, v. 6, n. 1, p.4-31, 2007.
11. ETCHEBEHERE, M.L.C. **Terraços neoquaternários no Vale do Rio do Peixe, Planalto Ocidental Paulista: implicações estratigráficas e tectônicas**. Rio Claro, 2000. 336 p. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
12. FERNANDES, F.L. & CHANG, H.K. Gravity modeling of Taubaté Basin: Paraíba do Sul river valley, east of São Paulo State. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 19, n. 2, p. 131-144, 2001.
13. GARCIA, M.J. **Palinologia de turfeiras quaternárias do médio vale do rio Paraíba do Sul, estado de São Paulo**. São Paulo, 1994. 354 p. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
14. GARCIA, M.J.; DE OLIVEIRA, P.E.; SIQUEIRA, E.; FERNANDES, R.S. A Holocene vegetational and climatic record from the Atlantic rainforest belt of coastal State of São Paulo, SE Brazil. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 131, p. 181-199, 2004.
15. KUERTEN, S. **Geomorfologia do Pantanal do Nabileque, borda sudoeste do Pantanal Mato-grossense: compartimentação, geoformas, processos formadores, depósitos sedimentares e mudanças ambientais no Pleistoceno tardio ao Holoceno**. Rio Claro, 2009. 120 p. Exame de Qualificação (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
16. MARTIN, L. & FLEXOR, J.M. Vibrotestemunhador leve: construção, utilização e possibilidades. **ABEQUA**, v. especial, n. 1, 15 p., 1989.
17. MIAL, A.D. **The geology of fluvial deposits**. New York: Springer, 582 p., 1996.
18. NASCIMENTO, P.S.R. Aspectos geomorfológicos do município de São José dos Campos (SP): ênfase na área urbana. **Revista Geoambiente On-line**, Jataí, n. 4 p. 1-14, 2005. Disponível em <www.jatai.ufg.br/geo/geoambiente.htm> . Acesso em 13nov2007.
19. NASON, G.C. & CROKE, J.C. A genetic classification of floodplain. **Geomorphology**, v. 4, p. 459-486, 1992.
20. NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 422 p., 1989.
21. OLIVEIRA, C.A. Turfa de São José dos Campos: estado de São Paulo. São Paulo: **Informe de Recursos Minerais - Série Oportunidades Minerais (Exame Atualizado de Projeto)**, v. 24, p. 1-14, 2002.
22. PESSENDA, L.C.R.; DE OLIVEIRA, P.E.; MOFATTO, M.; MEDEIROS, V.B. DE; GARCIA, R.J. F.; ARAVENA, R.; BENDASSOLI, J.A.; LEITE, A.Z.; SAAD, A.R.; ETCHEBEHERE, M.L.C. The evolution of a tropical rainforest/grassland mosaic in southeastern Brazil since 28,000 yr BP based on carbon isotopes and pollen records. **Quaternary Research**, v. 71, n. 3, p. 437-452, 2009.
23. RADAMBRASIL. **Folhas SF23/24 – Rio de Janeiro / Vitória: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, MME/SG, 780 p., 1983.
24. RICCOMINI, C. **O rift continental do sudeste do Brasil**. São Paulo, 1989. 256 p. Tese (Doutorado - Área de Concentração: Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
25. 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.D.R.; BRITO-NEVES, B.B. (Orgs.), **Geologia do continente sul-americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, p. 383-406, 2004.
26. SIQUEIRA, E. **Reconstrução da história ambiental da Floresta de Araucária, na região de Monte Verde (MG), setor sul da Serra da Mantiqueira através de análises palinológicas e sedimentológicas**. São Paulo, 2007. 120 p. Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
27. SUGUIO, K. **Geologia sedimentar**. São Paulo: Edgard Blücher, 400 p., 2003.
28. TAKIYA, H. **Estudo da Sedimentação Neogênico-Quaternária no município de São Paulo: caracterização dos depósitos e suas implicações na geologia urbana**. São Paulo, 1997. 143 p. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
29. TUFANO, P. **Tafoflora neógena da Formação Pindamonhangaba, Bacia de Taubaté, em Jacareí, estado de São Paulo, Brasil**. Guarulhos, 2009. 200 p. Dissertação (Mestrado – Área de Concentração: Análise Geoambiental) – CEPPE, Universidade de Guarulhos.
30. TURCQ, B.; SUGUIO, K.; MARTIN, L.; FLEXOR, J.M. Late Quaternary organic deposition in Southeastern Brazil: paleoclimatic changes and the carbon cycle. **Série Geoquímica Ambiental**, v. 1, p. 41-46, 1992.
31. VERDADE, F.C. & HUNGRIA, L.S. Estudo genético da bacia orgânica do Vale do Paraíba. **Bragantia**, v. 25, n. 16, p. 189-202, 1966.
32. VIDAL, A.C.; FERNANDES, F.L.; CHANG, H.K. Distribuição dos Arenitos na Bacia de Taubaté - SP. **Geociências**, v. 23, n. 1/2, p. 53-66, 2004.
33. WANG, X.; AULER, A.S.; EDWARDS, R.L.; CHENG, H.; CRISTALLI, P.S.; SMART, P.L.; RICHARDS, D.A.; SHEN,

- C.C. Wet periods in northeastern Brazil over the past 210 kyr linked to distant climate anomalies. **Nature**, v. 432, p. 740-743, 2004.
34. WANG, X.; AULER, A.S.; EDWARDS, L.; CHENG, H.; ITO, E.; SOLHEID, M. Interhemispheric anti-phasing of rainfall during the last glacial period. **Quaternary Science Reviews**, v. 25, n. 23-24, p. 3391-3403, 2006.
35. ZALÁN, P.V.; OLIVEIRA, J.A.B. Origem e evolução estrutural do Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 13, n. 2, p. 269-300, 2005.

Manuscrito Recebido em: 11 de junho de 2010
Revisado e Aceito em: 1 de fevereiro de 2011