

Fazenda Santa Fé (Tremembé), SP

A maior associação de fósseis do Terciário brasileiro

SIGEP 78

Mary Elizabeth Cerruti Bernardes-de-Oliveira^{1,2}Ana Flora Mandarim-de-Lacerda³Maria Judite Garcia²Carla Cristina Campos²

O sítio geológico/ paleontológico “Fazenda Santa Fé”, pertencente à Extrativa Santa Fé, corresponde a uma pedreira para exploração de argila esmectita da Formação Tremembé, situada no bairro do Padre Eterno, Município de Tremembé, bacia sedimentar de Taubaté, no Estado de São Paulo.

Apresenta uma enorme diversidade de *taxa* fósseis envolvendo microfósseis, icnofósseis, invertebrados, vertebrados e vegetais preservados sob diferentes processos de fossilização, em sedimentos finos (folhelhos e argilas) de ambiente lacustre de provável idade oligocena.

Como ocorrência fossilífera mais importante do Terciário Inferior brasileiro é objeto de visitação e coleta por estudantes e pesquisadores de várias universidades e outras instituições de pesquisa brasileiras. Material procedente de seus estratos está depositado em Coleções Científicas da maioria dessas instituições. Numerosos estudos paleontológicos já foram realizados com seu material fossilífero, contudo muito ainda deve ser feito.

Por outro lado, seu documentário está sendo perdido com a progressiva exploração da pedreira. Por isso recomenda-se que haja preservação de pelo menos uma pequena área, como testemunho desse jazigo fossilífero para gerações futuras e que os períodos exploratórios sob tutela da SBP, sejam sempre acompanhados por pesquisadores das várias instituições envolvidas com seu estudo.

Fazenda Santa Fé, Tremembé, State of São Paulo - The largest fossiliferous association of the Brazilian Tertiary

The “Fazenda Santa Fé”, geological/ paleontological site belonging to the “Extrativa Santa Fé” Company is a smectitic mudstone pit in the Tremembé Formation, Taubaté Basin in the Padre Eterno District of the Tremembé Municipality, State of São Paulo.

It presents a huge diversity of fossil *taxa* including microfossils, ichnofossils, invertebrates, vertebrates and plants, variously preserved in lacustrine shales and mudstones of probable Oligocene age.

As the most important fossiliferous occurrence of the Brazilian Lower Tertiary this site has been visited and collected by students and researchers of several universities and other Brazilian research institutions, with much fossiliferous material deposited in the collections of the majority of these institutions. Many paleontological studies have been carried out on this material, but much is yet to be done.

However, a great part of its fossil record has been lost due to progressive exploration of the pit. For this reason, it is recommended that at least of small part of its area, be set aside

as a paleontological landmark by the company for future generations and that its exploitation under the aegis of the Paleontological Brazilian Society - SBP always be accompanied by researchers from the several institutions involved in its study.

INTRODUÇÃO

O sítio “Fazenda Santa Fé” corresponde à mais importante ocorrência geológica/paleontológica do Terciário Inferior brasileiro. Apresenta uma enorme diversidade de conteúdo fóssilífero que vai desde palinórmorfos e outros microfósseis (escolécodontes, espículas de esponja, ostracóides), icnofósseis, coprólitos, talos de carófitas, moluscos (bivalves, gastrópodes), artrópodes (insetos, aracnídeos, crustáceos), peixes, anfíbios (anuros), répteis (jacaré, quelônios), aves (ratitas, galiformes, flamingos) e mamíferos (morcegos, roedores, ungulados, etc) e expressiva quantidade e diversidade de macrofitofósseis (pteridófitas, coníferas e angiospermas) na forma de frondes, caules, raízes, ramos, folhas, frutos e sementes, preservados em sedimentos finos de ambiente lacustre.

Seja pela variedade de formas, seja pelo grau de preservação excelente (com tipos de fossilização que vão desde conservação parcial, incarbonização, moldes internos e externos e petrificações, permitindo inúmeras técnicas e metodologias de estudo), o jazigo é uma ocorrência que merece ser considerada Patrimônio da Humanidade e como tal obter garantias de que sua riqueza paleontológica não será perdida pela exploração comercial do local.

LOCALIZAÇÃO

A “Fazenda Santa Fé” trata-se de um sítio localizado na propriedade homônima, pertencente à companhia mineradora Extrativa Santa Fé, bairro do Padre Eterno, Município de Tremembé, na área oriental do Estado de São Paulo. O sítio encontra-se, mais precisamente, a 590 metros de altitude, entre as coordenadas 22°57' S de latitude e 45°32' W de longitude, na estrada para o bairro do Padre Eterno, cerca de 1,6 km do entroncamento dessa estrada com a rua Costa Cabral (Tremembé)/rodovia Francisco Alves (Figura 1).

HISTÓRICO

Esse sítio paleontológico, explorado pela Sociedade Extrativa Santa Fé Ltda., foi, conforme a literatura, visitado pela primeira vez pelos paleontólogos Rubens da Silva Santos e Lélia Duarte, em 1968. Teve seu conteúdo fóssilífero, inicialmente, mencionado por Silva Santos (1970) e descrito por Paula-Couto & Mezzalana (1971), na forma do notoungulado leontinídeo cf. *Leontinia* Ameghino 1895.

Contudo, através da Coleção Paleontológica do Museu Nacional da UFRJ foi possível detectar que algumas coletas de espécimes de fitofósseis, desse local,

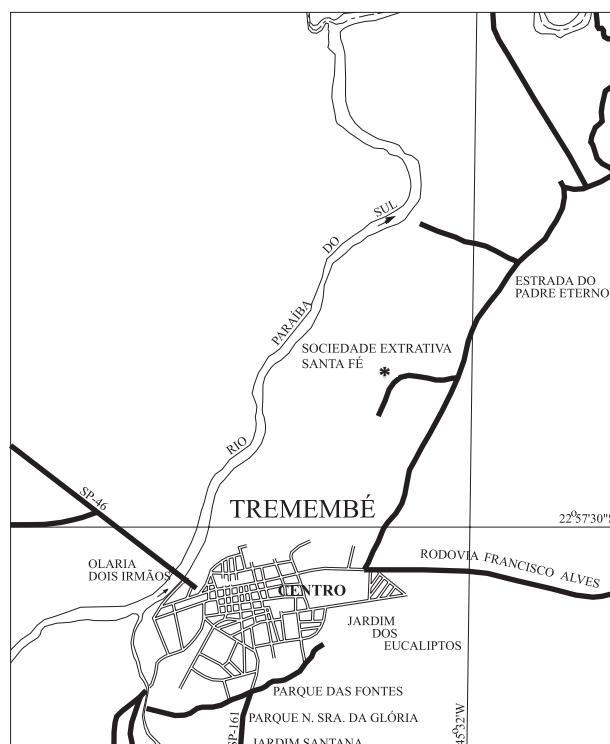


Figura 1- Localização do sítio fóssilífero da “Extrativa Santa Fé”. *sítio fóssilífero

Figure 1-Localization of fossiliferous deposit of the “Extrativa Santa Fé”, *fossiliferous deposit

já haviam sido realizadas, anteriormente na década de 60, por Fausto de Souza Cunha e outros. Durante as três últimas décadas, diversos pesquisadores do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), da Universidade Guarulhos (UnG) e da Universidade de São Paulo (USP), acompanharam as explorações da Extrativa Santa Fé, realizando copiosas coletas de fósseis. Sobretudo as duas últimas instituições de ensino, com verba da UnG e também sob os auspícios da FAPESP – Projeto 95/04858-0, amealharam uma importante coleção de fitofósseis provenientes desse afloramento. Alguns fósseis vegetais dessa localidade podem ser observados na Figura 4 de Bernardes-de-Oliveira *et al.* (neste volume).

A partir da primeira publicação, seguem-se numerosos trabalhos noticiando ou descrevendo fósseis pertencentes aos mais diversos grupos taxonômicos, procedentes dos diferentes níveis da argila esmectítica e dos folhelhos que constituem o pacote sedimentar aflorante, conforme as Figuras 2, 3, 4 e 5.

A idade da Formação Tremembé foi uma das questões de maior divergência entre os pesquisadores. Até o final da década de sessenta e sempre baseada na

DIVISÃO/CLASSE		FAMÍLIA	TAXA	LITOLOGIA	ANO	
CHAROPHYTA		Characeae	aff. <i>Chara</i> sp		1987	
FILICOPHYTA		Pteridaceae	<i>Acrosticum</i> sp		1987	
CONIFEROPHYTA		Taxodiaceae	aff. <i>Cryptomeria</i> sp		1987	
MAGNOLIOPHYTES	Magnoliopsida	Lauraceae	<i>Laurophyllum</i> sp		1996	
		Phytolaccaceae	<i>Seguieria alvarengai</i>	folh. pirobetuminoso	1989b	
		Tiliaceae	<i>Luehea nervaperta</i>	folh. acima do folh. papiráceo 14m acima do ltm de argilas bento	1989a	
		Leguminosae	Leguminosites sp. " <i>incertae sedis</i> "		1989b	
			Mimosoidae	Legumes de Mimosoideae		1996
			Caesalpinoidea	<i>Cassia</i> sp	folh. pirobetuminoso	1989b
		Papilionoidea	<i>Copaifera flexuosa</i>	folh. pirobetuminoso	1989b	
			<i>Machaerium acinaciformium</i>	folh. pirobetuminoso	1989b	
			<i>Aeschynomene santafesensi</i>	folh. pirobetuminoso	1989b	
			Celastraceae	<i>Plenckia prima</i>	acima do folh. papiraceo	1992
		Loganiaceae	<i>Strychnos fossilium</i>	acima do folh. papiraceo	1992	
	A	Poaceae (Graminae)	aff. Poaceae		1987	
Liliopsida		Typhaceae	<i>Typha tremembensis</i>		1992/1996	

Legenda:1987,1989a, 1989b, 1992= DUARTE & MANDARIM DE LACERDA

1996= MANDARIM DE LACERDA *et al.*

Figura 2- Quadro Paleobotânico.

Figure 2- Paleobotanical Table

fácies folhelhos, oscilava entre Plioceno (Neógeno), idade inicialmente proposta por seu descobridor (Pissis, 1842), e Pleistoceno (Quaternário), com base na semelhança entre faunas pretéritas e hodiernas afins (“modernidade da fauna”), Paula-Couto (1956); Travassos & Silva-Santos (1955), entre outros.

Apenas após o início dos estudos desse jazigo,de onde foram extraídos os primeiros macrofósseis de fauna de vertebrados na fácies argila esmetítica, é que a idade da Formação Tremembé começou a ser cogitada como mais antiga – Oligoceno, tendo por base o conhecimento sistemático da fauna de mamíferos (Paula-Couto & Mezzalira, 1971; Soria & Alvarenga, 1988, 1989; Vucetich, Cunha & Alvarenga, 1993; Oliveira, Ribeiro & Bergqvist, 1997), de aves (Alvarenga, 1982; 1985; 1986; 1988; 1990) e de peixes (Silva-Santos & Santos, 1993; Malabarba, 1996 a, b; 1997, 1998). Estudos palinológicos de material procedente de sondagem da bacia conferiram a idade oligocena para a Formação Tremembé (Lima *et al.*, 1985) confirmada com base em material proveniente desse afloramento por Yamamoto (1995).

DESCRIÇÃO DO SÍTIO

O afloramento, uma seção de 12 a 18 m de altura da seqüência sedimentar superior da Formação Tremembé, corresponde a uma pedreira de exploração de argila esmetita. Por essa razão, apresenta múltiplas faces ou frentes em constante mutação na fase de exploração, que ocorre durante os meses de estiagem (inverno) a cada 2 ou 4 anos.

Situa-se em área compreendida na sub-bacia de Quiririm, onde as argilas esmetitas encontram-se recobertas por um pacote sedimentar de folhelhos. Nesse conjunto são reconhecidas as litofáceis T1 (argilas verdes), T2 (calcário dolomítico) e T3 (ritmito formado pela alternância de folhelhos castanhos escuros e margas) de Riccomini (1989) e Riccomini *et al.* (1991). Podem aí ser observados os três tipos de folhelhos, característicos dessa formação: (a) folhelho papiráceo, (b) folhelho semi-papiráceo e (c) folhelho conchoidal, distinguidos segundo suas propriedades sedimentológicas e estruturais.

O material fóssil de mamíferos é, especialmente, coletado nas argilas mais basais enquanto peixes, crustáceos e plantas fósseis, nos folhelhos dos estratos superiores, conforme já observado por Paula-Couto & Cunha (*apud* Paula Couto & Mezzalira, 1971). Descrição litológica detalhada do afloramento pode ser vista na Figura 6 e seu aspecto geral pode ser observado nas Figuras 7 e 8.

MEDIDAS DE PROTEÇÃO

Trata-se de um jazigo fossilífero situado em uma pedreira em franca exploração, significando dizer que está em progressiva demolição. A Extrativa, preocupada com a preservação ambiental, preenche com o próprio rejeito as áreas exploradas, o que resulta numa mistura de todos os estratos durante o preenchimento, destruindo-os totalmente do ponto de vista bioestratigráfico. Recomenda-se que:

1. Haja a delimitação de pelo menos um bloco de, por exemplo, 50 m x 50m x 15 m de altura para se preservar como testemunho desse jazigo fossilífero;
2. A continuação da exploração se faça com a comunicação à Sociedade Brasileira de Paleontologia (SBP) e sob a supervisão de uma equipe científica composta por pesquisadores das instituições: Universidade Guarulhos (UnG)/Universidade São Paulo (USP)/Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)/Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), todas entidades depositárias das principais coleções, tendo essa equipe como seu representante local o Dr. Herculano Alvarenga.

3. Os cientistas interessados façam todo o esforço para ensinar e motivar os operários e administradores da Extrativa Santa Fé e a população local sobre a importância desse jazigo (incluindo treinamento paleontológico básico).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarenga, H. M. F. 1982. Uma gigantesca ave fóssil do cenozóico brasileiro: *Physornis brasiliensis* sp. n. *An. Acad. bras. Ci.*, Rio de Janeiro, **54**(4): 697-712.
- Alvarenga, H. M. F. 1985. Notas sobre os Cathartidae (Aves) e descrição de um novo gênero do Cenozóico brasileiro: *An. Acad. bras. Ci.*, Rio de Janeiro, **57**(3): 349-357.
- Alvarenga, H. M. F. 1986. Uma ave fóssil dos folhelhos da Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo. *An. Acad. bras. Ci.*, São Paulo **58**(4): 610.

Figura 3 – Quadro de Invertebrados.

Figure 3 – Invertebrate Table.

		CLASSE/Ordem	TAXA/ FAMÍLIA	LITOLOGIA	REFERÊNCIA
I N V E R T E B R A T A	A R T H R O P O D A	I N S E C T A	Coleoptera	folh. pirobetuminoso	1989a
			Dipteros (Tephilidae, Empididae, Chirodomidae)		1992a
			Empidoidea	folh. pirobetuminoso	1992a/b
			Lepidoptera: Nymphalidae:		
			Satirinae- <i>Neorinella garciae</i>	folh. pirobetuminoso	1991/1993
			Danaidae	folh. pirobetuminoso	1975
			Lepidoptera	folh. 1m acima das argilas	1975
			Hidrophilidae		1998a
			<i>Petisca dryellina</i>		1998a
			<i>Paratiglidopsis praecursora</i>		1998a
			<i>Taubatehymen minuta</i>		1998a
			Curculioninae		1998a
			<i>Microbasis longinota</i>		1998a
			<i>Psephenella ferreirai</i>		1998a
			<i>Trembecarabus rotundus</i>		1998a
			<i>Taubocicadellina breviptera</i>		1998a
		C R U S T A C E A	<i>Trembellina microcelata</i>		1998a
			<i>Tremembaetallon minutum</i>		1998a
			<i>Trulaxia primula</i>		1998a
			<i>Taubarixa macrocelata</i>		1998a
			<i>Taubortxellopsis breviclavata</i>		1998a
			<i>Taubortxella santosae</i>		1998a
			<i>Tabanus tremembensis</i>	folh. pirobetuminoso	1997b
			<i>Palaeochebrus tremembensis</i>	folh. pirobetuminoso	1997a
			<i>Taubatecoris quadratiformis</i>	folh. pirobetuminoso	1997a
			Araneae	folh. pirobetuminoso	1997
			<i>Bechleja robusta</i>		1989b/1998b
			<i>Palaemon longispinata</i>		1989b
		G A S T R O P O D A	<i>Tremembeglypta saadi</i>	argila "bentonítica"	1997
			Ostracodes		
			<i>Lymnae</i>	argila "bentonítica"	1974
		B I V A L V I A	<i>Biophalarisep</i>	argila "bentonítica"	1974
			Microbivalves		1993

Legenda

1989a, 1997a/b, 1998a/b Martins-Neto
 1992a/b, 1993 Martins-Neto *et al.*
 1974 Ferreira
 1993 Garcia
 1975 Brito & Ribeiro
 1989b, 1991 Martins-Neto & Mezzalana
 1997 Mesquita
 1997 Gallego & Mesquita

Alvarenga, H. M. F. 1988. Ave fóssil (Gruiformes: Rallidae) dos folhelhos da Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo. *An. Acad. bras. Ci.*, Rio de Janeiro, **60**(3):321-328.

Alvarenga, H. M. F. 1990. Flamingos fósseis da Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil: Descrição de nova espécie. *An. Acad. bras. Ci.*, Rio de Janeiro, **62**(4): 335-345.

Alvarenga, H. M. F. 1993. *Paraphisornis* novo gênero para *Phisornis brasiliensis* Alvarenga, 1982. (Aves: Phorusrhacidae). *An. Acad. bras. Ci.*, Rio de Janeiro, **65** (4):403-406.

Alvarenga, H. M. F. 1995. Um primitivo membro da Ordem Galliformes (Aves) do Terciário da Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil. *An. Acad. bras. Ci.*, Rio de Janeiro, **67**(1): 33-44.

Bernardes-de-Oliveira, M. E. C.; Mandarim de Lacerda, A. F.; Garcia, M. J.; Campos, C. C. (2001). *Jazigo Rodovia Quiririm - Campos do Jordão Km 11, (Tremembé), SP -(Macrofósseis vegetais do Terciário) - SIGEP N° 87, bacia de Taubaté*. (neste volume).

Brito, I. M. & Ribeiro, F. A. M. 1975. Ocorrência de Lepidoptera nos folhelhos de Tremembé e algumas considerações sobre a bacia geológica do Paraíba, Estado de São Paulo. *An. Acad. bras. Ci.*, Rio de Janeiro, **47**(1):105-111.

Capilla, R. 1994. Um ofídio da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, SP. *An. Acad. bras. Ci.*, Rio de Janeiro, **66** (2): 253. Resumos de Comunicações.

Carvalho, I. S. & Fernandes, A. C. S. 1989. A icnogenese da Bacia de Taubaté: significado paleoambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 11, 1989, Curitiba, PR. *Resumos das Comunicações*, p. 106-107.

Castro, A. C. J.; Carvalho, I. S.; Fernandes, A. C. S. 1988a. Introdução ao estudo dos coprólitos da Bacia de Taubaté, SP. *An. Acad. bras. Ci.*, Rio de Janeiro, **60**(1):109. Resumo das Comunicações.]

Castro, A. C. J.; Fernandes, A. C. S.; Carvalho, I. S. 1988b. Coprólitos de aves da Bacia de Taubaté. In: CONGRESSO

Figura 4 – Quadro de Vertebrados.
Figure 4 – Vertebrate Table.

FILO	CLASSE	TAXA	LITOLOGIA	REFERÊNCIA
C H O R D A T A	PISCES	<i>Percichthys antiquus</i> (<i>Centropomus</i>)	folhelhos	1986
		<i>Astyanax unicus</i> (= <i>Megacheiroidon unicus</i>)		1995, 1997
		<i>Triportheus ligniticus</i>		1995
		<i>Brycon avus</i>		1995
		<i>Cyphocharax mosesi</i> (<i>Curimata mosesi</i>)	folhelhos	1995/1996a,b
		<i>Trememblichthys pauloensis</i>		1993
	REPTILIA	<i>Pleurodira</i>	2,5m abaixo do folh. pirob. e arg. "bentonítica" /esmec.	1974
		<i>Caiman tremembensis</i>	arg. "bentonítica"/esmec.	1988
		<i>Ofidio</i>	folh esverd. 1,5m acima do topo da arg. "bentonítica"/ esmec.	1994
	AVES	<i>Taubacrex granivora</i>	folh.e arg. "bentonítica"/esmec.	1988
		<i>Agnopterus sicki</i>	arg. "bentonítica". abaixo folh. pirobetuminoso	1990
		<i>Paleolodus</i> aff. <i>P. ambiguus</i>	arg. "bentonítica." abaixo folh. pirobetuminoso	1990
		<i>Paraphysornis brasiliensis</i>		1982/1993
		<i>Gallinula chloropus</i>		1986
		<i>Ameripodius silvasantosi</i>	folh. pirobetuminoso	1995
		<i>Brasilogyps faustoi</i>		1985
		<i>Penas de aves</i>		1993
	MAMMALIA	<i>Taubatherium paulacoutoi</i>	arg. "bentonítica"/esmec.	1989
		<i>Taubatherium major</i>		1989
		<i>Rhynchippus equinus</i>	arg. "bentonítica"/esmec.	1989
		<i>Rhynchippus brasiliensis</i>	arg. "bentonítica"/esmec.	1989
		<i>Notohippidae</i>	arg. "bentonítica"/esmec.	1989
<i>Astrapotherinae</i>		arg. "bentonítica"/esmec.	1989	
<i>Proterotheriidae</i>		arg. "bentonítica"/esmec.	1989	
<i>Borhyaeninae</i>		arg. "bentonítica"/esmec.	1989	
<i>Paulacoutomys paulista</i>		arg. "bentonítica"/esmec.	1993	
<i>Leontinia gaudryi</i>		arg. "bentonítica"/esmec.	1971	
<i>Dasypodidae</i>		arg. "bentonítica"/esmec.	1991/1993	
<i>Ecocoleophorus glyptodontoides</i>		camada + sup.de argila "bentonítica"/esmec.	1997	
<i>Leontinidae</i>			1988	
Coprolitos		de Aves, de Terópode, <i>Pascichnia</i>		1989,1988a,b,c,1987

Legenda

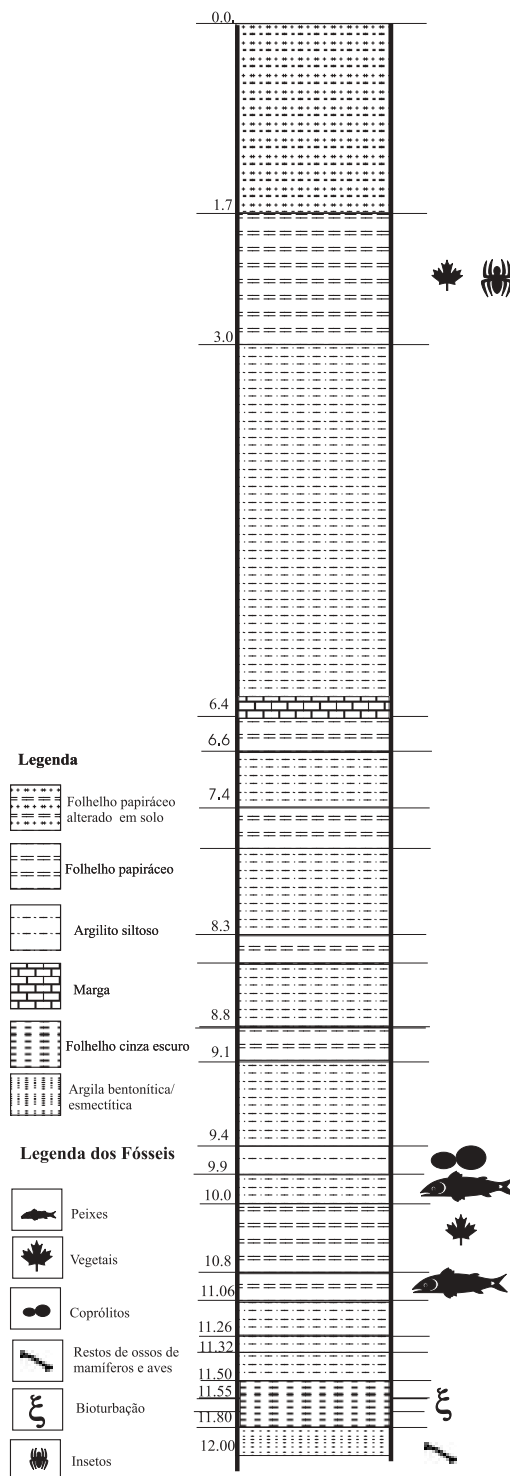
1982, 1985, 1986, 1988,
1990, 1993, 1995 Alvarenga
1988, 1989 Soria & Alvarenga
1971 Paula-Couto & Mezzalira
1991, 1993 Kischlat
1989 Carvalho & Fernandes
1988a, b, c Castro
1988 Chiappe
1994 Capilla
1993, 1997 Oliveira
1993 Silva-Santos & Santos
1993 Vucetich
1987 Fernandes
1995, 1996a, b, 1997 Malabarba
1986 Silva-Santos
1993 Garcia

Figura 5 – Quadro de Palinologia.
Figure 5 – Palynology Table.

P A L I N O M O R F O S	AFINIDADE BOTÂNICA	TAXA
	FUNGOS	<i>Monoporisporites</i> sp <i>Dicellaesporites</i> sp <i>Didymoporisporonites</i> sp <i>Dyadosporonites</i> sp <i>Multicellaesporites</i> sp <i>Pluricellaesporites</i> sp <i>Diporicellaesporites</i> sp <i>Callimothallus</i> sp <i>Phragmothyrites</i> sp
I N O M O R F O S	ALGAS	<i>Pediastrum</i> sp1 <i>Pediastrum</i> sp2 <i>Ovoidites</i> sp <i>Zygnema</i> sp
	PTERIDÓFITAS	<i>Cyathidites</i> sp <i>Deitoldospora</i> sp <i>Leiotriletes</i> sp <i>Leiotriletes adriennis</i> <i>Leiotriletes microadriennis</i> <i>Baculatisporites</i> sp <i>Echinatisporis</i> sp <i>Cicatricosisporites doregensis</i> <i>Cicatricosisporites baculatus</i> <i>Foveotrilites</i> sp <i>Hamulatisporis</i> sp <i>Matonisporites</i> sp
O M O R F O S	GIMNOSPERMAS	<i>Plicatella</i> sp <i>Polypodiaceosporites</i> sp <i>Cicatricosisporites</i> sp <i>Microfoveolatosporis</i> sp <i>Verrucatosporites</i> sp <i>Perinomonoletes</i> sp
		<i>Monosaccate</i> sp <i>Podocarpidites marwickii</i> <i>Podocarpidites aff. P. rugulosus</i> <i>Dacrydiumites florinii</i> <i>Ephedripites eocenipites</i> <i>Ephedripites tertiaris</i> <i>Ephedripites fusiformis</i> <i>Cycadopites</i> sp <i>Ephedripites lusaticus</i>
S	ANGIOSPERMAS	<i>Liliacidites</i> sp <i>Crototricolpites aff. C. annemariae</i> <i>Foveotricolpites</i> sp <i>Perforitricolpites digitatus</i> <i>Striatopollis catantubus</i> <i>Perisyncolporites pokorny</i> <i>Bombacacidites</i> sp <i>Myrtaceidites</i> sp <i>Psilatricolporites</i> sp <i>Rhoipites</i> sp <i>Graminidites</i> sp <i>Sparganiaceapollenites</i> sp <i>Corsiniipollenites undulatus</i> <i>Cricotriporites</i> sp <i>Malvacipollis spinulosa</i> <i>Ulmoidipites krempii</i> <i>Catinipollis geiselensis</i> <i>Scabraperiporites cf. S. nativensis</i> <i>Quadruplanus</i> sp

Figura 6– Perfil de frente de exploração da Extrativa Santa Fé/ Tremembé em 1997.

Figure 6– Exploitation front profile from Extrativa Santa Fé/ Tremembé, in 1997.



- BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, 1988, Belém, PA, *Anais...*, VI:2358-2370.
- Castro, A. C. J.; Carvalho, I. S.; Fernandes, A. C. S. 1988c. Um coprólito de terópode na Bacia de Taubaté, SP. *An. Acad. bras. Ci.*, Rio de Janeiro, **60**(4):493. Resumo de Comunicações.
- Chiappe, L. M. 1988. Un nuevo caiman (crocodylia, Alligatoridae) de la Formación Tremembé (Oligoceno), Estado de São Paulo, Brasil, y su significado paleoclimático. *Paula-Coutiana, Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul*, n 331/12/88: 49-66.
- Duarte, L. & Mandarim de Lacerda, A. F. 1987. Flora cenozóica do Brasil, Formação Tremembé, Bacia de Taubaté; São Paulo. (Nota Preliminar). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, X, 1989, Curitiba, PR. *Anais...*, SBP, 879-884p.
- Duarte, L. & Mandarim de Lacerda, A. F. 1989a. Flora cenozóica do Brasil, Formação Tremembé, Bacia de Taubaté; São Paulo. II: *Luechea nervaperta* sp. n. (Tiliaceae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 11, 1989, Curitiba, PR. *Resumos das Comunicações*, SBP, p. 99.
- Duarte, L. & Mandarim de Lacerda, A. F. 1989b. Flora cenozóica do Brasil, Formação Tremembé, Bacia de Taubaté; São Paulo. III. Frutos (Phitolacaceae e Leguminosae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 11, 1989, Curitiba, PR. *Resumos das Comunicações*, SBP, 1:395-410.
- Duarte, L. & Mandarim de Lacerda, A. F. 1992. Flora cenozóica do Brasil, Formação Tremembé, Bacia de Taubaté; São Paulo. I. Celastraceae, Loganiaceae e Thyphaceae. *An. Acad. bras. Ci.*, Rio de Janeiro, **62**(2):202-203.
- Fernandes, A. C. S.; Polivanov, H.; Carvalho, I. S. 1987. Novos Procedimentos para caracterização de icnofósseis da Bacia de Taubaté, SP. In: CONGRESSO BRAS. PALEONTOLOGIA, 10, Rio de Janeiro, *An. Acad. bras. Ci.*, Rio de Janeiro, SBP, 1: 291-306.
- Ferreira, C. S. 1974. Gastrópodes pulmonados de água doce da Formação Tremembé, São Paulo. *An. Acad. bras. Ci.*, Rio de Janeiro, **46**(3/4):663-666.
- Gallego, O. F. & Mesquita, M. V. 1997. Chonchostracos Terciários de la Formación Tremembé (Bacia de Taubaté – São Paulo – Brasil) Y su importancia Paleobiológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 15º, São Pedro, SP. *Bol. Resumos*, p. 25.
- Garcia, M. J. 1993. Coleção do Projeto. "A Paleontologia da Formação Tremembé", Terciário do Estado de São Paulo. *An. Acad. bras. Ci.*, Rio de Janeiro, **65**(3): 329.
- Kischlat, E. E. 1991. Observações preliminares sobre os quelônios pleurodiras da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 12, São Paulo, SP. *Boletim de Resumos*, p. 67.
- Kischlat, E. E. 1993. *Quelidas (Chelonii, Pleurodira) da Bacia de Taubaté, Cenozóico do Estado de São Paulo, Brasil*. Rio de Janeiro: Curso de Pós Graduação em Geologia. Dissertação (mestrado em Geologia). Inst. de Geociências-UFRJ. P. 242
- Lima, M. R.; Salard-Chebouldaef, M.; Suguio, K. 1985. Etude Palinologique de la Formation Tremembé, tertiaire du Bassin de Taubaté, (Etat de São Paulo, Bresil), D' Apres les Echantillons du Sondage n°42 du CNP. In: CONGRESSO



Figura 7 - Frente de exploração na Extrativa Santa Fé, em 1993, São observados os diferentes níveis de folheto pirobetuminoso e argilitos-siltosos, tendo na base a argila esmectícia.

Figure 7 - Exploitation front of the Extrativa Santa Fé in 1993. Note different layers of pyrobituminous shale and silty recovering smectitic clays.



Figura 8 - Frente de exploração da Extrativa Santa Fé, em 1996.

Figure 8 - Exploitation front of the Extrativa Santa Fé in 1996.

- BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, VIII, 1983, MME-DNPM, *série Geologia*, 27, *Paleontologia Estratigráfica*, **2**: 379-393.
- Malabarba, M. C. S. L. 1995. *Sistemática e Filogenia dos Characiformes (Actinopterygii:Teleostei) Fósseis da Bacia de Taubaté, São Paulo*. Tese de Doutorado – Curso de Pós-Graduação em Geociências. UFRGS. 193p.
- Malabarba, M. C. S. L. 1996a. *Cyphocharax mosesi* (Travassos & Santos) a fossil Eurimatidade from Tertiary of São Paulo, Brazil. *An. Acad. bras. Ci., Rio de Janeiro*, **68**(2):294. Resumo das Comunicações. IG-SMA/SP.
- Malabarba, M. C. S. L. 1996b. Reassessment and relationships of *Curimata mosesi* Travassos & Santos a fossil fish (Teleostei: Characiformes: Curimatidae) from the Tertiary of São Paulo, Brasil. *Comun. Mus. Ci. Tecnol. PUCRS, Ser. Zool.*, **9**:55-63.
- Malabarba, M. C. S. L. 1997. A new Genus of Characiform Fossil Fish from Tremembé Formation, Tertiary of São Paulo, Brazil (Ostariophysi: Characidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 15, São Pedro, *Boletim de Resumos...* p. 89.
- Malabarba, M. C. S. L. 1998. Phylogeny of fossil characiformes and paleobiogeography of the Tremembé Formation, São Paulo, Brazil. In: *Phylogeny and classification of neotropical fishes. Part 1 – Fossils and Geological Evidence*, p. 69-84.
- Mandarim de Lacerda, A. F. ; Bernardes de Oliveira, M. E. C. ; Pons, D. 1996. Microscopia eletrônica de varredura de macrofitofósseis da Formação Tremembé, Eoterciário da Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 47, 1996, Nova Friburgo, Rio de Janeiro, *Resumos...* p. 497-498.
- Martins Neto, R. G. 1989a. Sobre a Ocorrência de Coleoptera (Insecta) na Formação Tremembé, Bacia de Taubaté (Oligoceno do Estado de São Paulo). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 1, Rio de Janeiro. *Boletim de Resumos*, SBG- SP/RJ, p.13-14.
- Martins Neto, R. G. 1997a. A Paleontomofauna da Formação Tremembé (Bacia de Taubaté), Oligoceno do Estado de São Paulo: Descrição de novos Hemipteros (Insecta). *Revista Universidade Guarulhos- Geociências*, **II**(6):66-69.
- Martins Neto, R. G. 1997b. Dípteros (Insecta) da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, Oligoceno do Estado de São Paulo. III Família Tabanidae. *Acta Geologica Leopoldensia*, **44**(XX):51-57.
- Martins Neto, R. G. 1998a. A Paleontomofauna da Formação Tremembé (Bacia de Taubaté) Oligoceno do Estado de São Paulo: novos Hemiptera, Auchenorrhyncha, Hymenoptera, Coleoptera e Lepidoptera (Insecta). *Revista Universidade Guarulhos- Geociências*. **III**(6):58-70.
- Martins Neto, R. G. 1998b. Novos aportes ao conhecimento sobre a morfologia de *Bechleja robusta* Martins Neto & Mezzalira 1991, crustáceo carídeo da Formação Tremembé, Oligoceno do Estado de São Paulo. *Revista Universidade Guarulhos- Ciências Exatas e Tecnológicas*, **III**(4):62-65.
- Martins Neto, R. G. & Mezzalira, S. 1989b. Revisão dos paleomonídeos terciários brasileiros (Crustacea – Caridae) com descrição de novos taxa. *An. Acad. bras. Ci.*, Rio de Janeiro, **61**(4): 476. Resumo das Comunicações.
- Martins Neto, R. G. & Mezzalira, S. 1991. Revisão dos paleomonídeos terciários brasileiros (Crustacea – Caridae) com descrição de novos taxa. *An. Acad. bras. Ci.*, Rio de Janeiro, **63**(4): 361-367.
- Martins Neto, R. G.; Fragoso, L. M. C.; Santos, J. C. K.; Vieira, F. R. N. 1992a. Dípteros (Insecta) da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, Oligoceno do Estado de São Paulo. II- Famílias Tepulidae, Empididae e Chirohomidae. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37., 1992, São Paulo, SP. *Boletim de Resumo Expandidos*, Sessões Temáticas, SBG, **2**: 494-496.
- Martins Neto, R. G. ; Vieira, F. R. M.; Kucera Santos, J. C.; Fragoso, L. M. C. 1992b. Dípteros (Insecta, Empidoidea) da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, Oligoceno do Estado de São Paulo. I Família Hybotidae. *Acta Geol. Leopoldensia*. São Leopoldo, RS, **15** (36):31-48.
- Martins Neto, R. G.; Santos, J. C. K.; Vieira, F. R. N.; Fragoso, L.M.C. 1993. Nova espécie de borboleta (Lepidoptera: Nymphalidae: Satirynae) da Formação Tremembé, Oligoceno do Estado de São Paulo. *Acta Geológica Leopoldensia*, **37**(16):5-16.
- Mesquita, M. V. 1997. Aracnídeo da Formação Tremembé (Bacia de Taubaté), Oligoceno do Estado de São Paulo, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 15, São Pedro, *Boletim de Resumos...*, 55p.
- Oliveira, E. V.; Ribeiro, A. M.; Bergqvist, L. P. 1993. Sobre um Dasypodidae (Mammalia; Edentata) da Formação Tremembé (Oligoceno), Estado de São Paulo, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 13, São Leopoldo. p. 247.
- Oliveira, E. V.; Ribeiro, A. M.; Bergqvist, L. P. 1997. A New Oligocene Cingulate (Mammalia: Xenarthra) from the Taubaté Basin, Brasil. *An. Acad. bras. Ci.*, **69**(4):461-470.
- Paula Couto, C. 1956. Une chauve-souris fossile des argiles feuilletées pleistocènes de Tremembé, Etat de São Paulo (Brésil). In: CONGR. INTERN. QUATERN., IV, 1953, Pisa, *Actes*, **1**:343-347.
- Paula Couto, C. & Mezzalira, S. 1971. Nova conceituação geocronológica de Tremembé, Estado de São Paulo, Brasil. *An. Acad. bras. Ci.*, **43** (suplemento): 473-488.
- Pissis, A. 1842. Mémoire sur la position géologique des terrains de la partie australe du Brésil, et sur les soulèvements que à diverses époques ont changé le relief de cette contrée. *Comptes Rend. Acad. Sci. Paris*, **14**:1044-1046.
- Riccomini, C. 1989. *O rift continental do Sudeste do Brasil*. São Paulo, 304p. (Tese de Doutorado do Instituto de Geociências da Universidade São Paulo).
- Riccomini, C.; Coimbra, A. M.; Seguio, K.; Mihaly, P.; Naturana, E. C. 1991. Nova unidade litoestratigráfica cenozóica da Bacia de Taubaté, SP: Formação Pindamonhangaba. *Bol. IG-USP*, **9**:141-147.
- Silva Santos, R. 1970. Nova evidência paleontológica da idade pleistocena dos estratos da Bacia do Paraíba. *Miner. Metalurgia*, **51**(301):10.
- Silva Santos, R. 1986. Nova conceituação Genérica do *Percichthys Antiquus* Woodward, 1898, dos Folhelhos Betuminosos da Formação Tremembé, São Paulo, *An. Acad. bras. Ci.*, Rio de Janeiro, **58** (4):606-607.
- Silva Santos, R. & SANTOS, H.R. S. 1993. *Tremembichthys pauloensis* (Schaeffer, 1947) (Pisces, Cichlidae) da Formação Tremembé, Estado de São Paulo, Brasil. *An. Acad. bras. Ci.*, Rio de Janeiro, **65**(1):41-55.
- Soria, M. F. & Alvarenga, H. M. F. 1988 – Un Leontinidae (Notoungulata; Toxodonta) de la Cuenca de Taubaté; Estado de San Pablo, Brasil. In: JORN. ARGENT. PALEONT. VERT., IV, *Resumos*, pp. 23-24. Comodoro Rivadavia, 1987.

- Soria, M. F. & Alvarenga, H. M. F. 1989. Nuevos restos de mamíferos de la Cuenca de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil, *An. Acad. bras. Ci.*, **61**(2):157-175.
- Ttravassos, H. & Silva Santos, R. (1955). Caracídeos fósseis da Bacia do Paraíba. *An Acad. bras. Ci.*, **27**(3):297-322;
- Vucetich, M. G.; Souza Cunha, F. L.; Alvarenga, H. M. F. 1993. Un roedor Caviomorpha de la Formación Tremembé (Cuenca de Taubaté), Estado de São Paulo, Brasil, *An. Acad. bras. Ci.*, **65**(3): 247-251.
- Yamamoto, I.T. 1995. *Palinologia das bacias tafrogênicas do sudeste (bacias de Taubaté, São Paulo e Resende): Análise bioestratigráfica integrada e interpretação ambiental*. Rio Claro. (Dissertação de Mestrado IGCE-UNESP, Rio Claro), 217p.

¹ Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo (USP)- Caixa Postal 11.348. São Paulo, SP– CEP: 05422-970- Fone (0XX) 11 8184118
maryeliz@usp.br

² Laboratório de Geociências – Universidade Guarulhos (UnG). Pça. Tereza Cristina, 1. Centro Guarulhos, SP-CEP:07023-070- Fone: 0XX 11 64641708
geo@ung.br

³ Instituto de Biologia – Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)- PHLC. S. 511-A. Rua Francisco Xavier, 524. Maracanã- Rio de Janeiro,RJ CEP: 20559-900
Fone: (0XX) 21 5877655
aflora@rio.com.br