



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Geologia

Carolina Oliveira de Castro

**Análises palinofaciológicas e palinológicas da Formação Tremembé na
Fazenda Santa Fé (Bacia de Taubaté) aplicadas à caracterização do
potencial gerador de hidrocarbonetos.**

Rio de Janeiro

2010

Carolina Oliveira de Castro

Análises palinofaciológicas e palinológicas da Formação Tremembé na Fazenda Santa Fé (Bacia de Taubaté) aplicadas à caracterização do potencial gerador de hidrocarbonetos.

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Análise de Bacias e Faixas Móveis.

Orientador: Prof^o. Dr^o. Rodolfo Dino

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Luzia Antonioli

Rio de Janeiro

2010

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/CBB

Castro, Carolina Oliveira.

Análises palinofaciológicas e palinológicas da Formação Tremembé na Fazenda Santa Fé (Bacia de Taubaté) aplicadas à caracterização do potencial gerador de hidrocarbonetos / Carolina Oliveira de Castro. 2010. 103 folhas

Orientador: Rodolfo Dino

Dissertação – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Geologia, Programa de Pós-Graduação em Análises de Bacias e Faixas Móveis.

Bibliografia: f. 77 – 88

1. Palinofácies . 2. Paleopalinologia. 3. Bacia de Taubaté.

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução parcial desta dissertação.

Assinatura

Data

Carolina Oliveira de Castro

Análises palinofaciológicas e palinológicas da Formação Tremembé na Fazenda Santa Fé (Bacia de Taubaté) aplicadas à caracterização do potencial gerador de hidrocarbonetos.

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Análise de Bacias e Faixas Móveis.

Aprovada em 17 de agosto de 2010.

Banca Examinadora:

Prof^o. Dr^o. Rodolfo Dino (Orientador)
Faculdade de Geologia da UERJ

Prof^a. Dr^a. Luzia Antonioli (Co-orientadora)
Faculdade de Geologia da UERJ

Prof^o. Dr^o. Marco André Malmann Medeiros
Faculdade de Geologia da UERJ

Dr^a. Norma Maria da Costa Cruz
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

Rio de Janeiro

2010

AGRADECIMENTOS

Aos professores Rodolfo Dino e Luzia Antonioli pela compreensão e orientação.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro pelo incentivo.

A Prof.^a Dr.^a Maria Judite Garcia pelas sugestões após a leitura crítica.

Aos funcionários do Laboratório Geológico de Preparação de Amostras da Universidade do Estado do Rio de Janeiro pelo auxílio no processamento das amostras.

RESUMO

CASTRO, C. O. *Análises palinofaciológicas e palinológicas da Formação Tremembé na Fazenda Santa Fé (Bacia de Taubaté) aplicadas à caracterização do potencial gerador de hidrocarbonetos*. 2010. 103f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

Foram aplicadas as técnicas de petrografia orgânica e palinologia no testemunho do poço TMB-01-SP, localizado na porção central da Bacia de Taubaté. A análise visual de 41 lâminas organopalinológicas e palinológicas permitiu individualizar três palinofácies e posicionar temporalmente a seção. A partir dos resultados das análises quantitativas do conteúdo orgânico, observou-se o predomínio de matéria orgânica amorfa de origem lacustre determinada pela presença de algas *Botryococcus braunii* e *Pediastrum* sp. Subordinadamente, verificou-se também a presença de grãos de pólen, esporos, fitoclastos e tecidos cuticulares. Devido ao predomínio de matéria orgânica amorfa e algas lacustres com contribuições menores de material proveniente de vegetais superiores, foi possível classificar o querogênio como sendo dos tipos I e III. A matéria orgânica amorfa apresentou fluorescência moderada a alta na maior parte da seção (palinofácies 1 e 3) indicando um ambiente de sedimentação redutor predominante. Os resultados do índice de coloração de esporos (ICE) entre 1,5 e 2,5 indicaram zona imatura de geração de hidrocarbonetos. A partir das análises palinológicas foi possível observar uma rica e diversificada associação com 49 espécies identificadas, incluindo grãos de pólen, esporos, algas e fungos. Os resultados palinoestratigráficos permitiram correlacionar a seção analisada à palinozona *Parvisaccites?* sp. (Regali *et al.*, 1974) que corresponde ao Oligoceno. Entre os palinomorfos diagnósticos de idade e ambiente deposicional foram identificados: *Catinipollis geiseltalensis*, *Cicatricosisporites dorogensis*, *Dacrydiumites florinii*, *Echitriletes muelleri*, *Ephedripites tertarius*, *Perisyncolporites pokorny*, *Podocarpidites marwickii*, *Polypodiaceiosporites potonie*, *Psilatricolporites operculatus*, *Quadruplanus* sp., *Ulmodeipites krempii* e *Verrucatosporites usmensis*. Os sedimentos estudados foram depositados em um paleoambiente lacustre raso sob condições redutoras ao longo de praticamente toda a seção.

Palavras-chave: Palinofácies. Paleopalinologia. Bacia de Taubaté. Formação Tremembé.

ABSTRACT

CASTRO, C. O. *Palynofaciological and palynological analyses of Tremembé Formation at Santa Fé Site (Taubaté Basin) applied to hydrocarbon generation*. 2010. 103 pages. Thesis (M.Sc. Geology) - Faculty of Geology, State University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

We applied the techniques of organic petrography and palynology on the testimony from well TMB-01-SP located in the central portion of the Taubate Basin. Visual analysis of 41 organopalynological and palynological slides allowed to individualize three palynofacies and place the section in terms of time. From the results of quantitative analysis of organic content, there was a predominance of amorphous organic matter of lacustrine origin and the presence of algae *Botryococcus braunii* and *Pediastrum* sp. Subordinate, there was also the presence of pollen grains, spores, phytoclasts and cuticles. Due to the predominance of amorphous organic matter and lacustrine algae with minor contributions of material from higher plants, it was possible to classify the kerogen as types I and III. The amorphous organic matter had a moderate to high fluorescence in most of the section (palynofacies 1 and 3) indicating a prevailing reducing environment. The results of spore color index (ECI) were between 1,5 and 2,5 indicating immature zone of hydrocarbon generation. From the palynological analysis, it was possible to observe a rich and diverse association with 49 species identified, including pollen grains, spores, algae and fungi. The results allowed to correlate the studied section with the palynozone *Parvisaccites?* sp. (Regali *et al.*, 1974), which corresponds to Oligocene. Among the diagnostic palynomorphs of age and depositional environment were identified: *Catinipollis geiseltalensis*, *Cicatricosisporites dorogensis*, *Dacrydiumites florinii*, *Echitriletes muelleri*, *Ephedripites tertiarius*, *Perisyncolporites pokorny*, *Podocarpidites marwickii*, *Polypodiaceiosporites potonie*, *Psilatricolporites operculatus*, *Quadruplanus* sp., *Ulmoides krempii* e *Verrucosporites usmensis*. The sediments studied were deposited in a shallow lacustrine paleoenvironment under reducing conditions over almost the entire section.

Keywords: Palynofacies. Paleopalynology. Taubaté Basin. Tremembé Formation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 –	Mapa com o contexto geológico regional do Rift Continental do Sudeste do Brasil (RCSB).	15
Figura 02 –	Mapa geológico da Bacia de Taubaté.	16
Figura 03 –	Perfil morfo-estrutural interpretado do Gráben de Taubaté e do Rifte Litorâneo (Sub-Gráben de Paraty). Perfil típico A-B de tectônica dominó. Ambos os grábens são assimétricos com bordas falhadas a norte (nas serras da Mantiqueira e do Mar, respectivamente).	18
Figura 04 –	Mapa do arcabouço estrutural da Bacia de Taubaté com a localização do poço estudado.	19
Figura 05 –	Coluna litoestratigráfica da Bacia de Taubaté.	21
Figura 06 –	Modelo deposicional proposto para a Formação Tremembé.	23
Figura 07 –	Mapas com a localização do poço estudado na porção central da Bacia de Taubaté (polígono rosa à esquerda) e na área da Extrativa Santa Fé (polígono rosa à direita) – município de Tremembé (SP).	25
Figura 08 –	Perfil sedimentológico com a indicação das profundidades selecionadas (à esquerda) e as descrições das fácies (à direita).	26
Figura 09 –	Perfil sedimentológico, à esquerda, com a indicação das profundidades selecionadas e gráficos de carbono orgânico total (% COT) no centro e índice de hidrogênio à direita.	27
Figura 10 –	Fluxograma com as etapas do processamento das amostras.	29
Figura 11 –	Fluxograma para a classificação dos componentes do querogênio durante a identificação de palinofácies.	34
Figura 12 –	Fotomicrografias representativas da matéria orgânica amorfa (MOA) da palinofácies 1 (10,55 m) observadas em luz branca (à esquerda) e luz ultravioleta (à direita).	40
Figura 13 –	Fotomicrografias representativas da matéria orgânica amorfa (MOA) da palinofácies 2 (26,10 m) observadas em luz branca (à esquerda) e luz ultravioleta (à direita).	40
Figura 14 –	Fotomicrografias representativas da matéria orgânica amorfa (MOA) da palinofácies 3 (36,60 m) observadas em luz branca (à esquerda) e luz ultravioleta (à direita).	40

Fig 15 e 16	Fotomicrografias em luz ultravioleta a 34,67 m (à esquerda) e 51,65 m (à direita) obtidas com aumento de 20x demonstram presença significativa de algas <i>Pediastrum</i> sp.	41
Figura 17 -	Tabela-padrão da Robertson Research International Limited com três esporos exemplificando os resultados do índice de coloração dos esporos (ICE).	43
Fig 18 e 19	Fotomicrografias a 4,70 m de profundidade em luz branca transmitida (à esquerda) e luz ultravioleta (à direita).	44
Figura 20 –	Perfil sedimentológico (à esquerda) e gráfico de carbono orgânico total (% COT) com a distribuição das palinofácies na seção estudada	45
Figura 21	Perfil sedimentológico (à esquerda) e gráficos de carbono orgânico total (% COT) e índice de hidrogênio (IH) com a distribuição das palinofácies na seção estudada	46
Fig 22 e 23	Fotomicrografias a 40 m de profundidade em luz branca transmitida (à esquerda) e luz ultravioleta (à direita).	47
Fig 24 e 25	Fotomicrografias a 51,65 m de profundidade em luz branca transmitida (à esquerda) e luz ultravioleta (à direita).	48
Figura 26 -	Perfil sedimentológico (à esquerda) e gráficos de carbono orgânico total (% COT) e índice de hidrogênio (IH) com a aplicação da Estratigrafia de Sequências na seção estudada.	49

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Variação das frequências relativas de matéria orgânica amorfa em função das profundidades amostradas. As linhas verticais vermelhas indicam as linhas bases consideradas em cada caso e os números 1, 2 e 3 indicam as respectivas palinofácies.	37
Gráfico 2 -	Variação das frequências relativas de algas lacustres – <i>Botryococcus</i> spp e <i>Pediastrum</i> sp em função das profundidades amostradas. As linhas verticais vermelhas indicam as linhas bases consideradas em cada caso e os números 1, 2 e 3 indicam as respectivas palinofácies.	37
Gráfico 3 -	Variação das frequências relativas de fitoclastos não-opacos em função das profundidades amostradas. As linhas verticais vermelhas indicam as linhas	38

bases consideradas em cada caso e os números 1, 2 e 3 indicam as respectivas palinofácies.

Gráfico 4– Variação das frequências relativas de grãos de pólen em função das profundidades amostradas. As linhas verticais vermelhas indicam as bases consideradas em cada caso e os números 1, 2 e 3 indicam as respectivas palinofácies.

Gráfico 5 - Variação das frequências relativas de tecidos cuticulares em função das profundidades amostradas. As linhas verticais vermelhas indicam as bases consideradas em cada caso e os números 1, 2 e 3 indicam as respectivas palinofácies.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Distribuição bioestratigráfica dos palinomorfos. As formas mais importantes temporalmente estão escritas em vermelho.	51
Tabela 2 –	Distribuição palinoestratigráfica dos palinomorfos encontrados segundo os autores mencionados.	52
Tabela 3 –	Afinidades botânicas da microflora estudada.	55
Tabela 4 -	Relação dos palinomorfos identificados.	89

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

COT –	Teor de Carbono Orgânico (%)
ICE –	Índice de Coloração dos Esporos
IH -	Índice de Hidrogênio
LGPA -	Laboratório Geológico de Processamento de Amostras
LSPO –	Laboratório de Sedimentologia e Petrografia Orgânica
MOA –	Materia Orgânica Amorfa
RCSB -	Rift Continental do Sudeste do Brasil

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	13
OBJETIVOS	14
1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	14
1.1 Contexto Geológico Regional	14
1.2 A Bacia de Taubaté	16
1.2.1 <u>Geologia Estrutural</u>	17
1.2.2 <u>Litoestratigrafia</u>	20
1.2.2.1 <u>Formação Tremembé</u>	22
1.2.2.2 <u>Localização do poço TMB-01-SP</u>	24
2 MATERIAL E METODOLOGIA	24
2.1 Material de estudo	24
2.2 Preparação das lâminas organopalinológicas e palinológicas	28
2.2.1 <u>Seleção das profundidades amostradas</u>	28
2.2.2 <u>Processamento das amostras</u>	28
2.2.2.1 <u>Tratamento físico</u>	29
2.2.2.2 <u>Tratamento químico</u>	29
2.2.2.3 <u>Concentração do querogênio</u>	30
2.2.2.4 <u>Montagem das lâminas</u>	31
2.3 Análises das lâminas no microscópio óptico	31
2.3.1 <u>Análises quantitativas</u>	32
2.3.2 <u>Análises qualitativas</u>	33
2.3.2.1 <u>Cor e intensidade da fluorescência</u>	33
2.3.2.2 <u>Índice de coloração dos esporos (ICE)</u>	33
2.3.3 <u>Identificação das palinofácies</u>	34
2.3.4 <u>Identificação das espécies</u>	35
3 RESULTADOS.....	36
3.1 Análises palinofaciológicas	36
3.1.1 <u>Descrições qualitativas dos componentes do querogênio</u>	39
3.1.1.1 <u>Matéria Orgânica Amorfa</u>	39
3.1.1.2 <u>Algas de origem lacustre</u>	41
3.1.1.3 <u>Fitoclastos não-opacos</u>	41
3.1.1.4 <u>Grãos de pólen</u>	41
3.1.1.5 <u>Grãos de esporos</u>	42
3.1.1.6 <u>Tecidos cuticulares</u>	42
3.1.2 <u>Cor e intensidade da fluorescência</u>	42
3.1.3 <u>Índice de coloração dos esporos (ICE)</u>	43
3.1.4 <u>Descrições das palinofácies</u>	43
3.1.4.1 <u>Palinofácies 1</u>	44
3.1.4.2 <u>Palinofácies 2</u>	47
3.1.4.3 <u>Palinofácies 3</u>	47
3.1.5. <u>Estratigrafia de Sequências</u>	48
3.2 Análises palinológicas	50
3.2.1 <u>Intervalo temporal estudado</u>	50

3.2.2	<u>Interpretações paleoecológicas e afinidades botânicas</u>	53
3.2.2.1	Briófitas e Pteridófitas	53
3.2.2.2	Gimnospermas	54
3.2.2.3	Angiospermas	54
4	DISCUSSÃO.....	56
5	SISTEMÁTICA	57
6	CONCLUSÕES	75
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
8	ANEXOS.....	89
8.1	Anexo A - Legendas das Estampas	91
8.2	Anexo B – Estampas	94

INTRODUÇÃO

A Bacia de Taubaté, localizada no leste do Estado de São Paulo, é uma depressão alongada na direção NE-SW entre as Serras do Mar e da Mantiqueira. Contem o mais espesso registro sedimentar aluvial-lacustre do Rift Continental do Sudeste do Brasil (RCSB) – (Riccomini, 1989).

O sítio paleontológico Fazenda Santa Fé, onde foi perfurado o poço estudado, corresponde a uma pedreira para exploração de argila. Localiza-se no município de Tremembé (SP) na porção central da Bacia de Taubaté (Bernardes-de-Oliveira *et al.*, 2002) e apresenta importante diversidade de microfósseis, icnofósseis, invertebrados, vertebrados e vegetais, os quais encontram-se preservados em folhelhos e argilas de provável idade oligocena.

Como ocorrência fossilífera mais importante do Paleógeno brasileiro é considerado uma referência para estudos paleontológicos. Apesar de sua importância, teme-se a perda de informações devido à progressiva exploração da pedreira.

Sob o ponto de vista da paleopalinologia, diversos trabalhos têm sido desenvolvidos nas bacias paleógenas do sudeste brasileiro com o intuito de refinar a idade desses depósitos.

O Neoeoceno tem sido caracterizado por menores quantidades de grãos de pólen atribuídos às gimnospermas (bissacados), enquanto o Eo-Oligoceno é caracterizado por grandes quantidades de gimnospemas, especialmente *Podocarpidites* e *Dacrydiumites* (Garcia *et al.*, 2008). O range de muitas destas espécies ultrapassa o Neógeno e chega à atualidade. Algumas delas têm uma distribuição mais restrita, por isso é necessária uma análise mais detalhada dessas associações (Garcia *et al.*, 2008).

Sob o ponto de vista econômico, a exploração industrial de folhelhos betuminosos restringe-se, atualmente, à planta industrial SIX da Petrobras, em São Mateus (PR) onde a extração de hidrocarbonetos da Formação Irati (Bacia do Paraná) é realizada por pirólise.

O extinto CNP (Conselho Nacional do Petróleo), nos anos 40 e 50 desenvolveu um projeto piloto para extração de óleo da Formação Tremembé em Pindamonhangaba (SP), o qual foi abortado nos anos 50 por questões técnico-econômicas.

Com os avanços obtidos pelo processo da SIX, pode-se analisar o melhor aproveitamento industrial dos folhelhos betuminosos da Formação Tremembé, os quais foram estudados neste trabalho.

OBJETIVOS

Durante o desenvolvimento deste trabalho, foram focados os seguintes objetivos:

- 1 - Detalhar a faciologia orgânica da seção estudada, visando identificar intervalos estratigráficos de melhor potencial para geração de hidrocarbonetos;
- 2 - Revisar a taxonomia dos palinomorfos diagnósticos de idade identificando as formas bioestratigraficamente importantes, isto é, indicadoras de paleoambiente e paleoidade, a fim de aprimorar o zoneamento existente para o Paleógeno brasileiro;
- 3 - Determinar o paleoambiente de deposição, através da integração e interpretação dos resultados obtidos.

1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

1.1. Contexto Geológico Regional

O Rift Continental do Sudeste do Brasil (RCSB), de idade paleógena, é uma depressão alongada e deprimida com cerca de 900 km de comprimento, desenvolvida entre as cidades de Tijucas do Sul (PR) e a área submersa defronte Macaé (RJ) - **figura 01**. Ele segue a linha de costa atual, da qual dista em média 70 km, alcançando o Oceano Atlântico em seu segmento ocidental e na sua terminação nordeste (Riccomini, 1989). Foi instalado no Domínio da Faixa Ribeira, sobre gnaisses, migmatitos e rochas metamórficas de baixo a médio grau, de idade arqueana a neoproterozóica (Almeida *et al.*, 1973). O segmento ocidental engloba a Bacia de Curitiba, as formações Alexandra e Pariqüera-Açu, e os grábens de Guaraqueçaba, Cananéia e Sete Barras. O **segmento central**, área deste estudo, acolhe as Bacias de São Paulo, Taubaté, Resende e Volta Redonda, assim como os depósitos das regiões de Bonfim (localizada a sudeste da Bacia de Taubaté) e Cafundó (entre as bacias de Resende e Volta Redonda). O segmento oriental compreende as bacias do Macacu, Itaboraí e o Gráben de Barra de São João (Riccomini, 1989).

O termo continental busca diferenciá-lo da área continental emersa, da Bacia de Santos, na porção oceânica adjacente, com a qual guarda relações em parte de sua evolução cenozóica (Riccomini, op. cit).

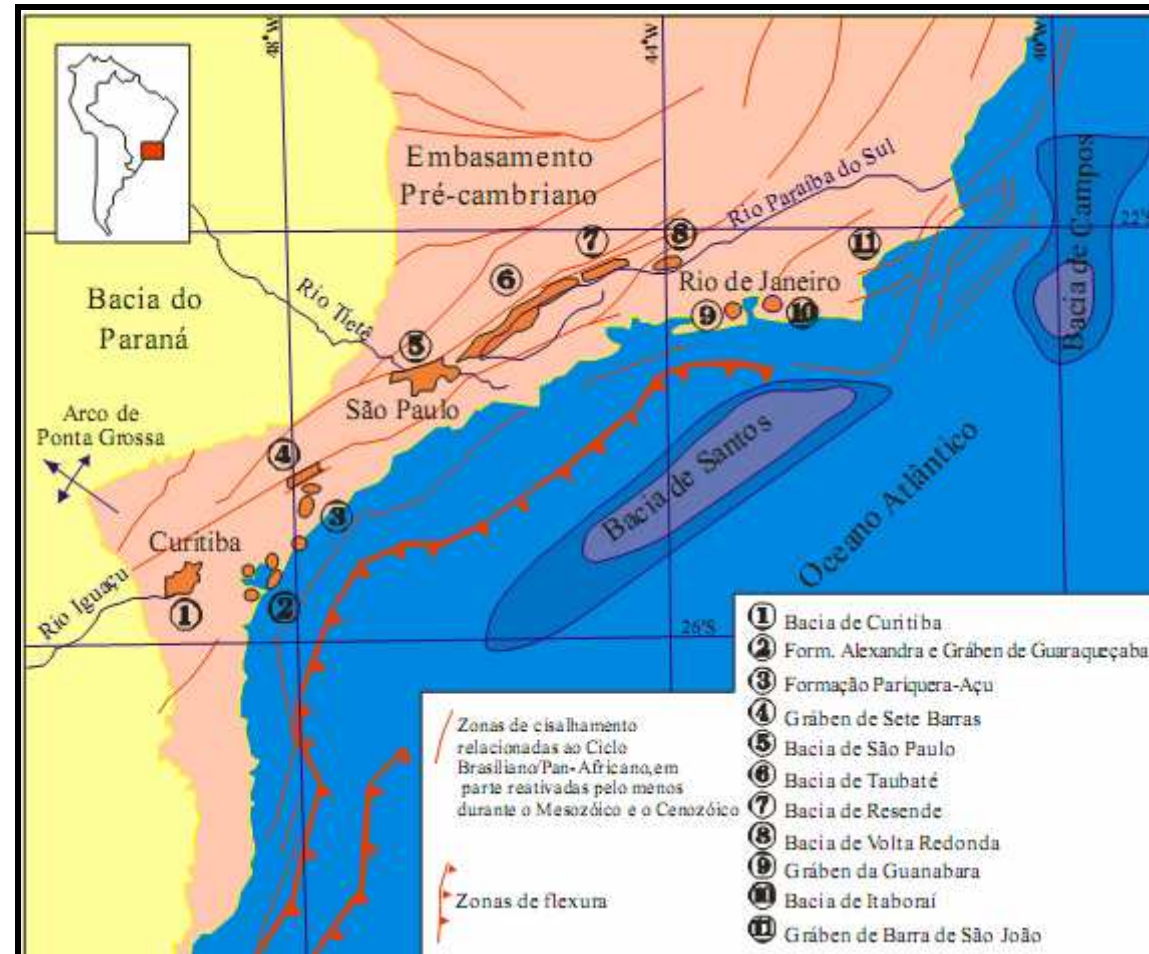


Figura 01. Mapa com o contexto geológico regional do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (RCSB).

Fonte: simplificado de Riccomini & Coimbra, 1992.

1.2. A Bacia de Taubaté

A Bacia de Taubaté (**figura 02**) está localizada na porção leste do Estado de São Paulo, entre as cidades de Queluz e Itaquapecetuba. É caracterizada como uma calha alongada WSW-ENE, limitada pelas Serras do Mar a sudeste e da Mantiqueira a noroeste. Estende-se por cerca de 170 km de comprimento e entre 10 e 25 km de largura. Dados de sísmica de reflexão e gravimetria estimam uma espessura máxima de 850 m na parte central da bacia (Marques, 1990).

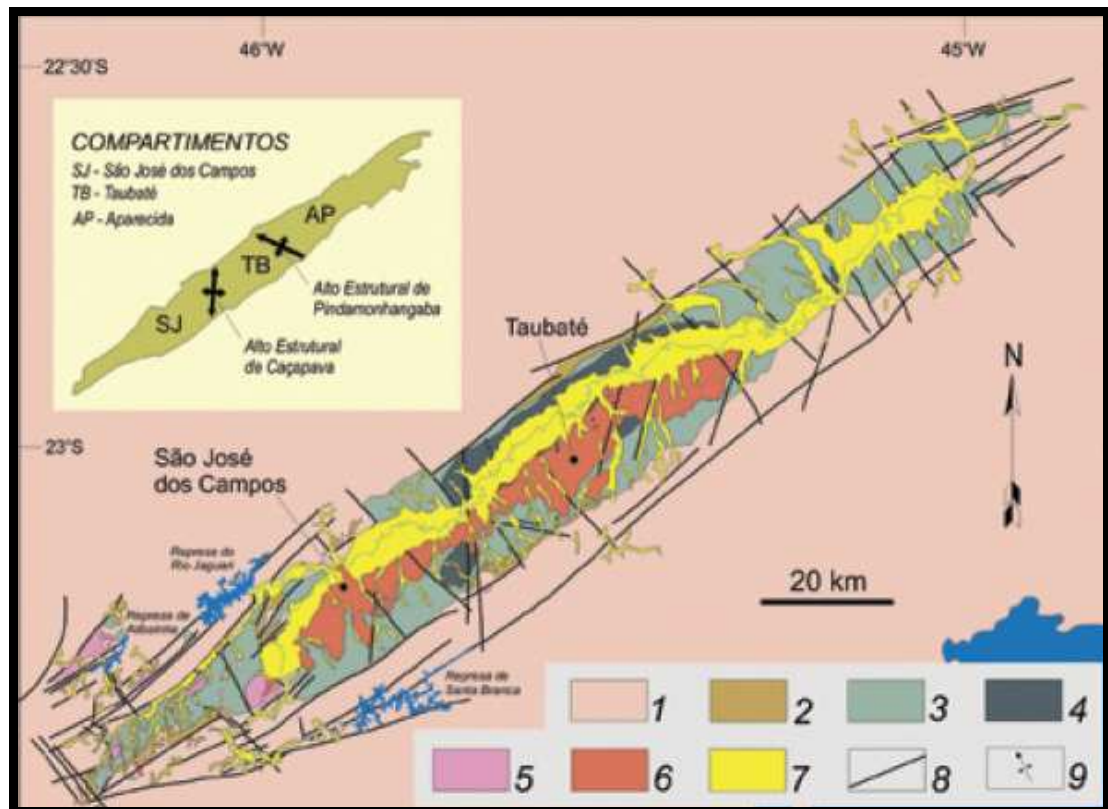


Figura 02. Mapa geológico da Bacia de Taubaté (modificado de Riccomini *et al.*, 2004)

1) embasamento pré-cambriano; 2) Formação Resende (sistema de leques aluviais proximais); 3) Formação Resende (sistema de leques aluviais medianos a distais associados a planície aluvial de rios entrelaçados); 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.

1.2.1. Geologia Estrutural

O Gráben de Taubaté é fortemente assimétrico (**figura 03**). Sua borda falhada na base da Serra da Mantiqueira tem escarpas de 1000 m a 1500 m. A borda meridional está no limite com a Serra do Mar (escarpas de 400 m a 500 m), também por falha. Apresenta inversões de depocentros separados por altos transversais internos (Marques, 1990).

Entre Cruzeiro e Engenheiro Passos, o fundo do rifte transforma-se em um mar de morros de embasamento, não há terrenos sedimentares e o rifte torna-se simétrico na Zona de Acomodação de Queluz (**figura 03**).

Os altos estruturais de Caçapava, onde encontram-se exposições de rochas do embasamento (Carneiro *et al.*, 1976; Hasui & Ponçano, 1978; Riccomini, 1989), e de Pindamonhangaba, recoberto por sedimentos (Fernandes, 1993), são considerados zonas de transferência que subdividem a bacia em três compartimentos alongados NE-SW (**figura 04**) denominados de SW para NE: São José dos Campos, Taubaté e Aparecida (Fernandes & Chang, 2001; 2003).

O **Compartimento Taubaté**, área estudada, apresenta-se como um hemigráben com basculamento para SE controlado pela Falha de Quiririm e possui no máximo 600 m de espessura sedimentar (Fernandes & Chang, 2003).

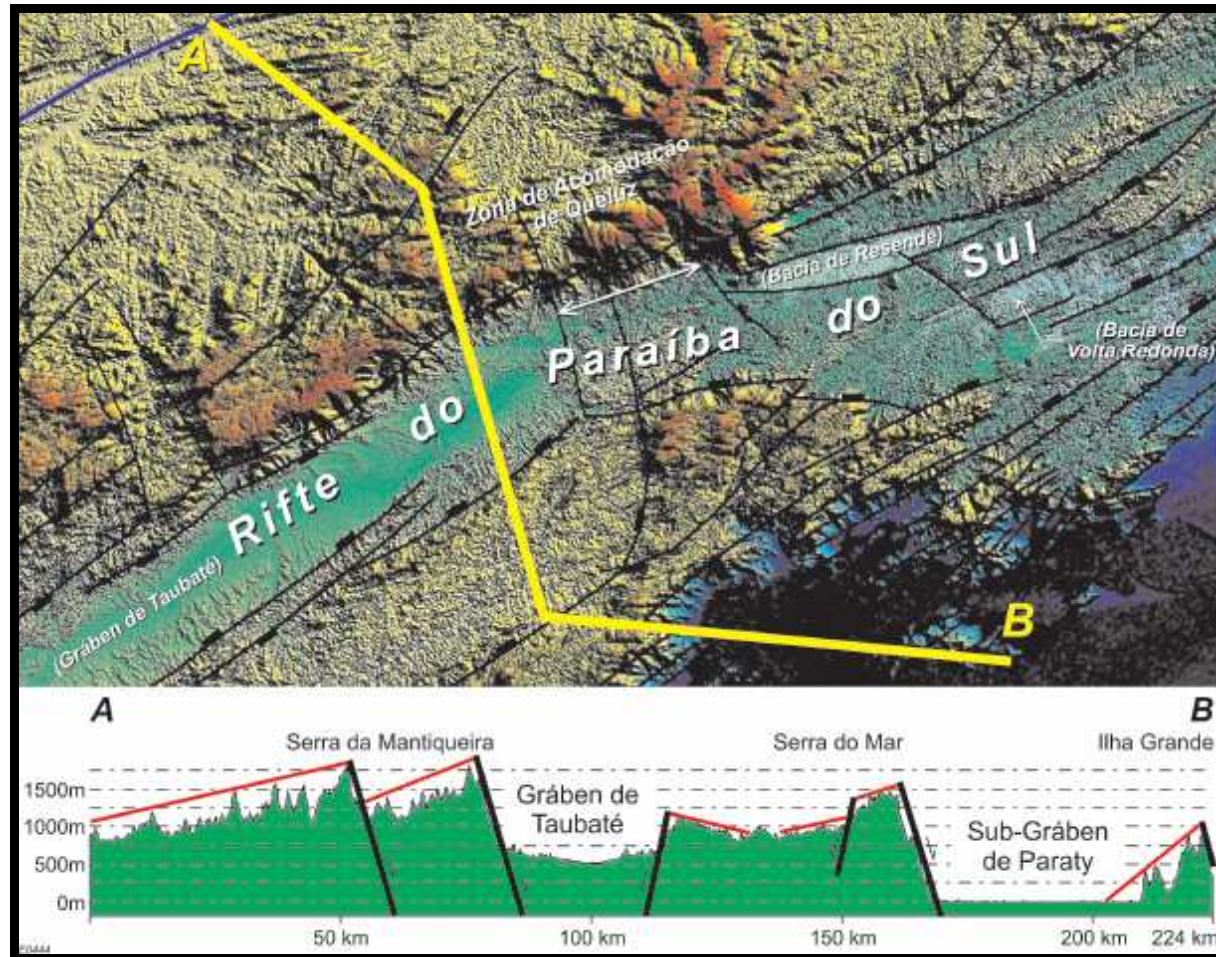


Figura 03. Perfil morfo-estrutural interpretado do Gráben de Taubaté e do Rifte Litorâneo (Sub-Gráben de Paraty). Perfil típico A-B de tectônica dominó. Ambos os grábens são assimétricos com bordas falhadas a norte (nas serras da Mantiqueira e do Mar, respectivamente). Fonte: Zalán e Oliveira, 2005.

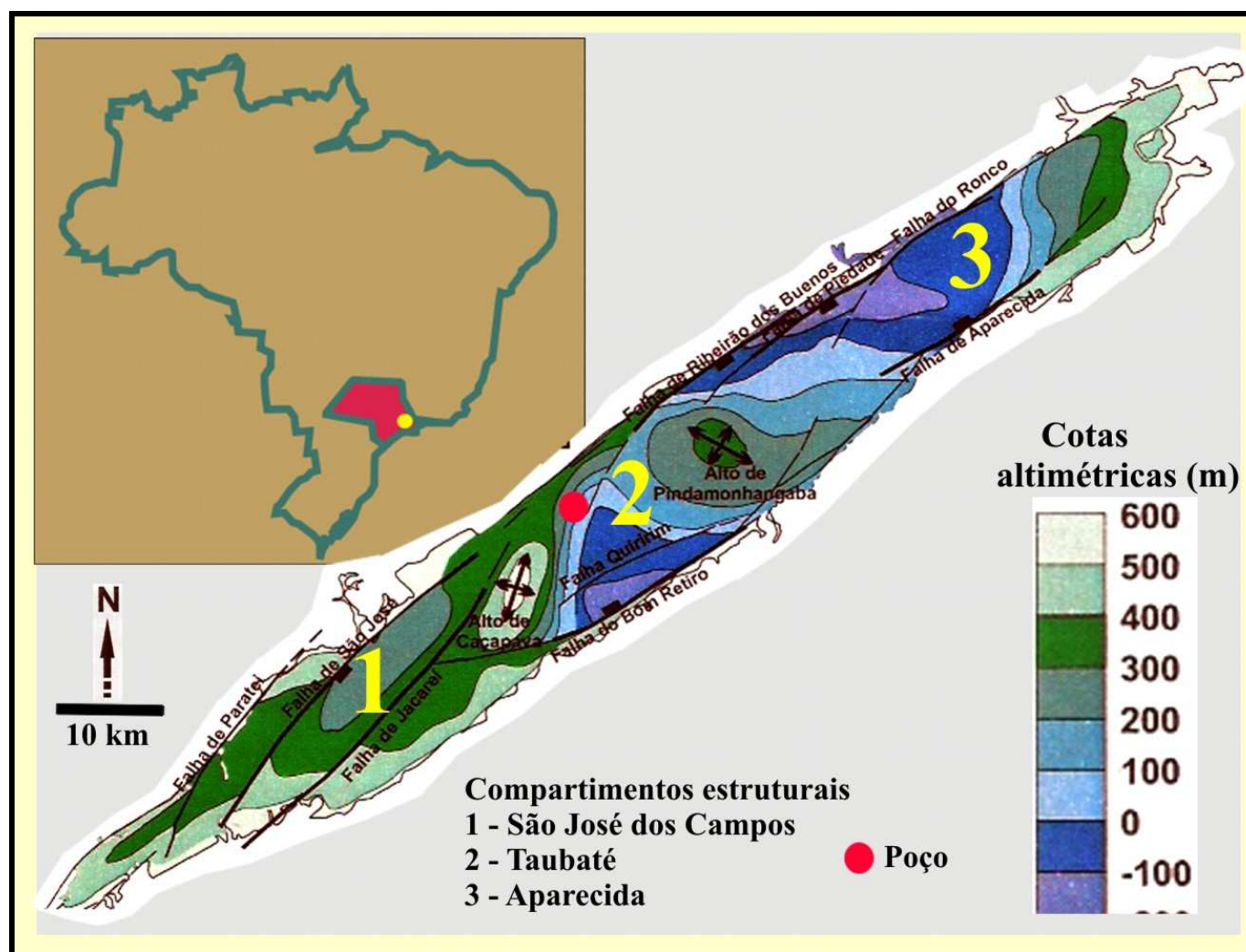


Figura 04. Mapa do arcabouço estrutural da Bacia de Taubaté com a localização do poço estudado. (modificado de Fernandes & Chang, 2003).

1.2.2 Litoestratigrafia

O RCSB está inserido no terreno geotectônico denominado Faixa Ribeira que registra uma evolução policíclica desde o Arqueano até o início do Paleozóico (Almeida, 1976).

O embasamento da Bacia de Taubaté e a região circundante são constituídos por rochas ígneas (pegmatitos, granitos e aplitos), metamórficas (milonitos, blastomilonitos, gnaisses, xistos, quartzitos, calcissilicáticas, anfibolitos e migmatitos) e intrusões de rochas básicas de idade neo-jurássica e alcalinas de idade cretácica–terciária (Almeida, 1976).

A sedimentação (**figura 05**) é sin-tectônica com depósitos de granulometria grossa nas bordas falhadas da bacia além de depósitos arenosos e argilosos na sua parte central ligados a ambientes de sedimentação flúvio-lacustres (Riccomini, 1989).

Os leques aluviais estão presentes em todas as bacias do RCSB. Nas porções internas, predominam planícies aluviais de rios entrelaçados, contendo depósitos de arenitos com estratificações cruzadas intercalados aos lamitos maciços.

Depósitos lacustres de idade oligocena, gerados em um sistema *playa-lake* bem desenvolvido na parte central da Bacia de Taubaté, compreendem: argilitos, folhelhos ricos em matéria orgânica (localmente pirobetuminosos), dolomitos e arenitos, estes últimos nas bordas do paleolago (Riccomini, *op. cit.*).

A parte superior da sequência sin-rift é formada principalmente por arenitos, argilitos e subordinadamente conglomerados relacionados à deposição em sistemas fluviais meandrantess.

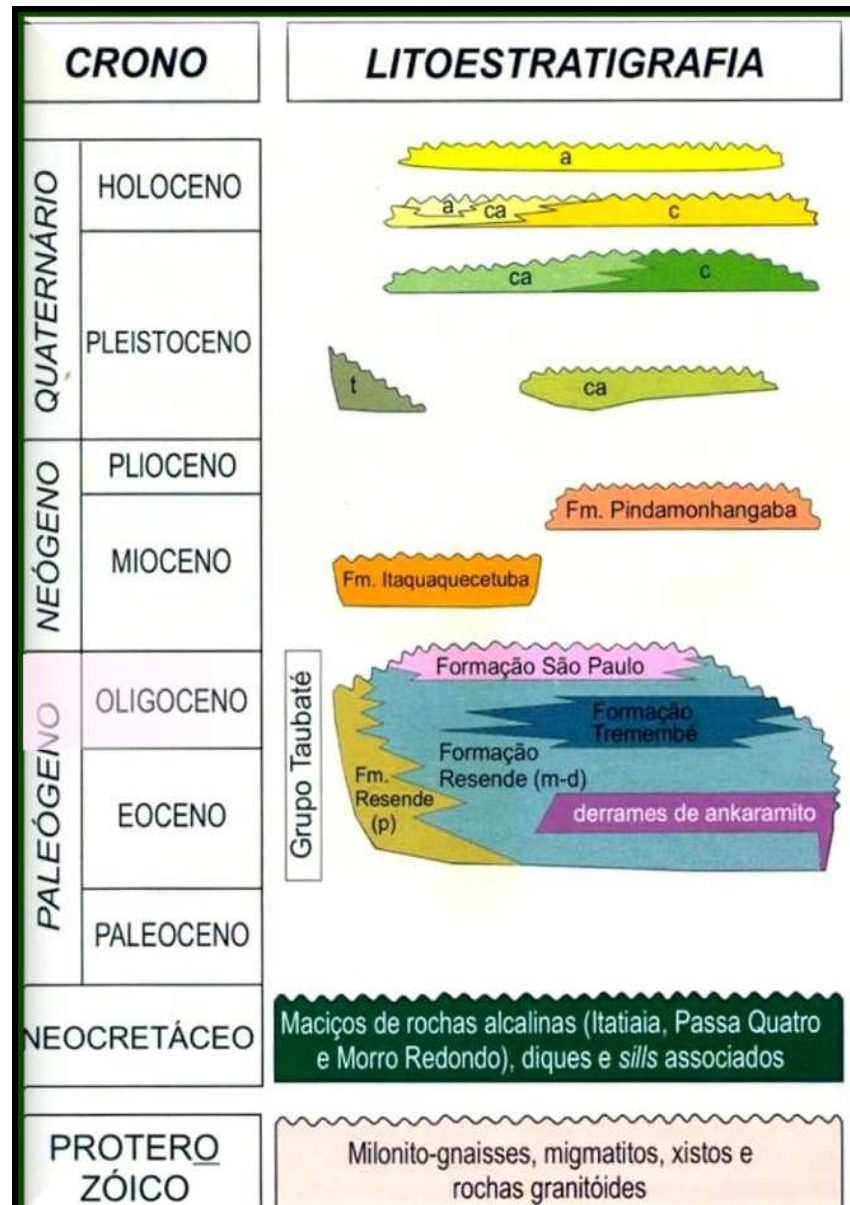


Figura 05. Coluna litoestratigráfica da Bacia de Taubaté.

Fontes: modificado de Riccomini (1989), Mancini (1995), Salvador & Riccomini (1995), Riccomini (1996).

Letras:

- p - leques aluviais proximais;
- m-d - leques aluviais medianos a distais associados à planície aluvial de rios entrelaçados;
- t - depósitos de tálus;
- c - depósitos colúviais;
- ca - depósitos colúvio-aluviais;
- a - depósitos aluviais.

1.2.2.1 Formação Tremembé

O sistema lacustre do tipo playa-lake da Formação Tremembé grada lateral e verticalmente para os leques aluviais da Formação Resende. A Formação Tremembé ocorre na porção central da Bacia de Taubaté e centro-norte da Bacia de São Paulo (Riccomini & Coimbra, 1992).

Considera-se que este paleolago caracterizava-se por freqüentes flutuações do nível d'água, expondo e inundando o fundo, além da variação de salinidade na parte basal da coluna d'água, que controlava as condições de oxi-redução (Torres-Ribeiro, 2004)

As principais litofácies reconhecidas na Formação Tremembé são: argilitos verdes maciços, ritmitos de folhelhos e margas, dolomitos e arenitos (Torres-Ribeiro e Borghi, 2007).

Os argilitos verdes maciços constituem pacotes com espessura métrica, freqüentemente fossilíferos e às vezes exibindo gretas de contração e concreções calcíferas.

Os ritmitos são formados pela alternância de lâminas ou camadas centimétricas de folhelhos e margas.

Os folhelhos são de cor castanha a cinza escuro, localmente papiráceos e fossilíferos e às vezes pirobetuminosos (Suguio, 1969). As margas são ricas em ostracodes e podem gradar para calcários. As melhores microfácies selantes e geradoras mostram baixo conteúdo de silte-areia e laminação de tapete microbiano (Torres-Ribeiro e Borghi, 2007).

Os dolomitos possuem textura microesparítica (dolomicroesparito) e coloração verde-acinzentada a branca, constituindo camadas tabulares e contínuas, de espessura decimétrica, intercaladas nos argilitos verdes maciços.

Os arenitos apresentam-se finos a médios com estratificações cruzadas de grande porte, com direção de transporte para o centro da bacia ou como camadas tabulares de grande persistência lateral, com espessuras decimétrica a métrica e base erosiva.

Idades modelo TDM variando entre 1,8 e 2,0 Ga obtidas para rocha total de argilitos e folhelhos e fração argila (< 2 mm) de argilito lacustre (Sant'Anna *et al.*, 2003) da Formação Tremembé concordam com dados obtidos para a Formação Resende e indicam as rochas pré-cambrianas do embasamento do *rift* como principal área de proveniência dos sedimentos.

Os folhelhos exibem alternâncias entre lâminas claras e escuras, consideradas depósitos de inverno e verão, respectivamente, de natureza várvida (Riccomini, 1989).

De acordo com um de seus modelos deposicionais (**figura 06**), é possível identificar os seguintes sub-ambientes (Torres-Ribeiro, 2004):

A) borda da bacia: leques aluviais, fan-deltas e lobos deltáicos (gradiente baixo e lâmina d'água rasa ~0,5 m) através de fluxos turbulentos (inundações-relâmpago). Os leques apresentariam pequena distribuição espacial em resposta a enxurradas ocasionadas por chuvas torrenciais esporádicas.

B) região ao redor do lago: planície lamosa/paludal com gradiente baixo desenvolvida em resposta ao rebaixamento do lago e longa exposição subaérea do substrato, propiciando a formação de paleossolos.

C) parte central do lago: lâmina d'água rasa ~ 5 a 10 m na qual foram depositadas argilas em condição de baixa energia com aporte de siltes e areias finas por contribuição eólica. Nos primeiros centímetros do fundo, o oxigênio livre era depletado durante a degradação da matéria orgânica por bactérias sulfato-redutoras e metanogênicas.

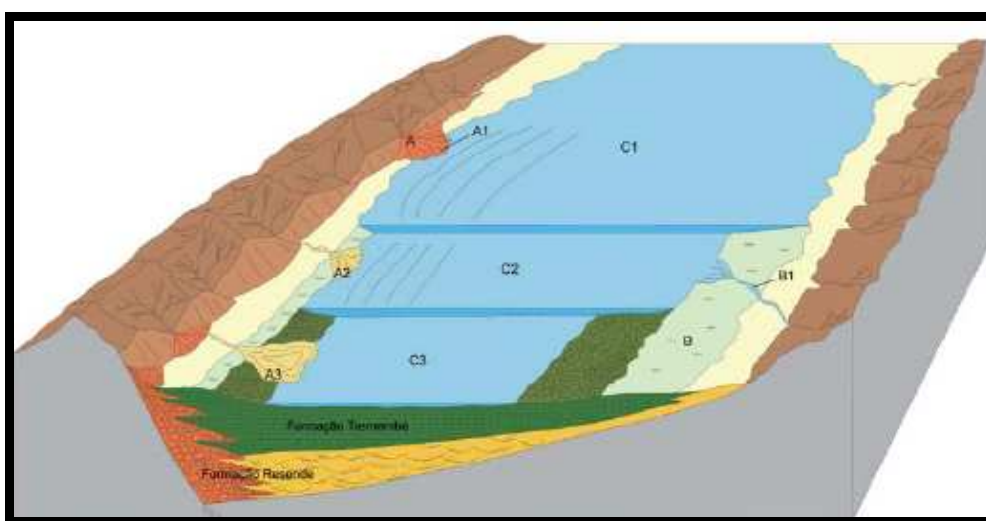


Figura 06. Modelo deposicional proposto para a Formação Tremembé (Torres-Ribeiro, 2004)

Legenda:

(A) leques aluviais da Formação Resende: leque deltáico (A1) e lobos deltáicos distais (A2);

(B) planície lamosa/paludal: canais rasos (B1) e lago com nível d'água variável, ora recobrando a planície lamosa ora expondo o substrato, onde se desenvolvem gretas-de-contracção. Eventuais fluxos gravitacionais distais recobriam essa planície exposta.

(C) centro do lago: argilas de baixa energia e aporte de siltes e areias finas por contribuição eólica.

1.2.2.2 Localização do poço TMB-01-SP

O poço TMB-01-SP está localizado na porção central da Bacia de Taubaté (compartimento Taubaté) próximo à área da companhia mineradora Sociedade Extrativa Santa Fé no município de Tremembé (SP) - **figura 07**. Suas coordenadas geográficas são: 22° 56' 56'' S e 45° 32' 12'' W (Freitas, M.S, 2007).

2. MATERIAL E METODOLOGIA

2.1 Material de estudo

As amostras analisadas provêm de um testemunho de 55,40m de comprimento, cujas unidades atravessadas foram correlacionadas à Formação Tremembé (poço TMB-01-SP).

De acordo com a sua descrição sedimentológica (Freitas, 2007 - **figuras 08 e 09**), os testemunhos são constituídos por:

- folhelhos cinzas a pretos, laminados, com microfraturas, concreções carbonáticas milimétricas e finas camadas de silte.
- argilas esmectíticas esverdeadas ocorrem entre 13 e 15,50 m e entre 21 e 22,6 m; Elas são aproveitadas economicamente para a fabricação de fluídos de perfuração e cerâmica;
- folhelhos pretos, laminados, papiráceos e ricos em ostracodes ocorrem entre 15,8 e 17,8 m e entre 28,6 e 30,4 m;
- lamitos seixosos maciços e esverdeados ocorrem entre 43 e 53 m;
- na base da seção estudada, há folhelhos pouco laminados esverdeados, além de silte cinza-claro com concreções dolomíticas.

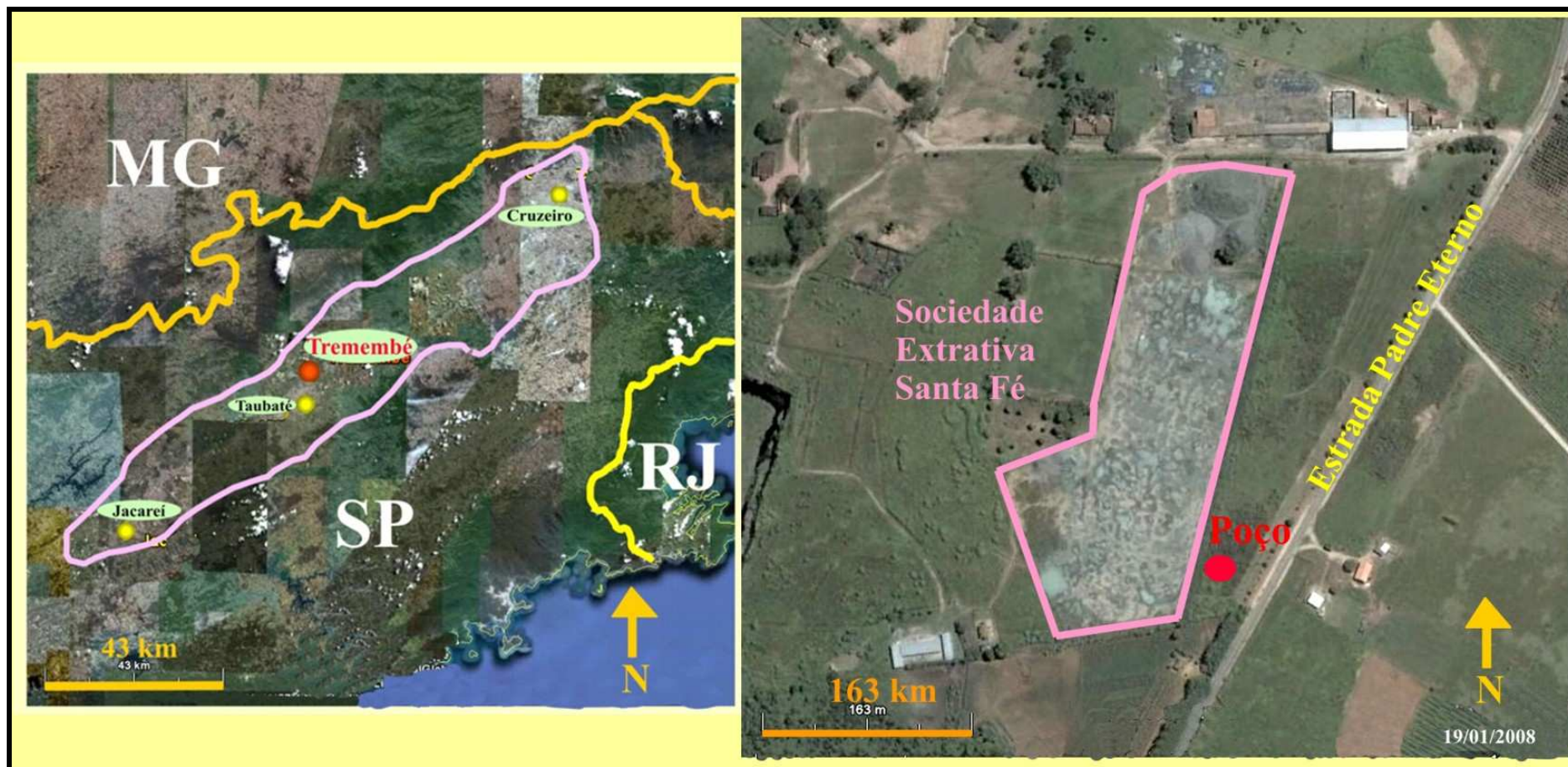


Figura 07. Mapas com a localização do poço estudado na porção central da Bacia de Taubaté (polígono rosa à esquerda) e na área da Sociedade Extrativa Santa Fé (polígono rosa à direita) – município de Tremembé (SP).
Fonte: imagem de satélite do Google Earth (<http://earth.google.com>)

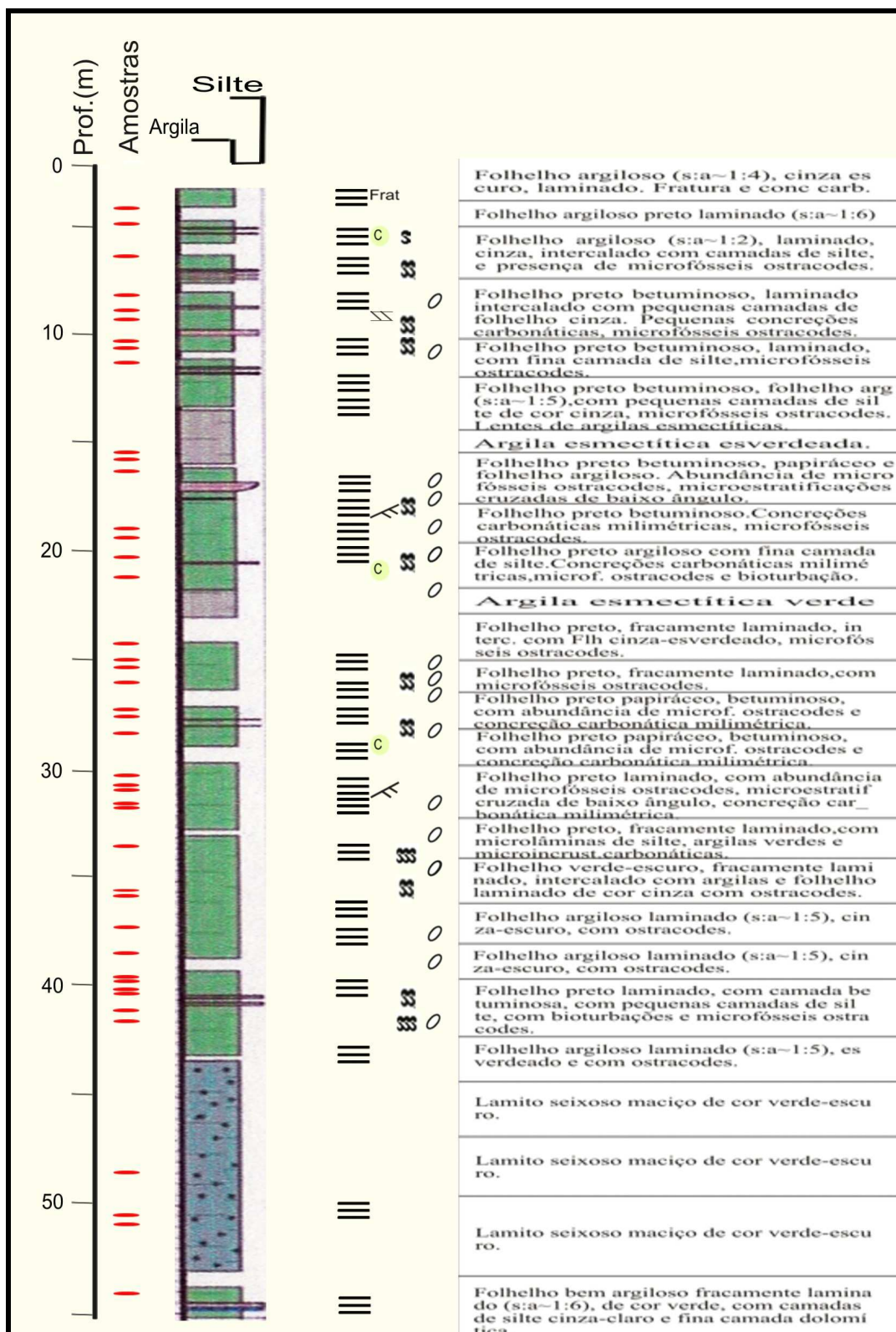


Figura 08. Perfil sedimentológico com a indicação das profundidades selecionadas (à esquerda) e as descrições das fácies (à direita). Fonte: modificado de Freitas, 2007.

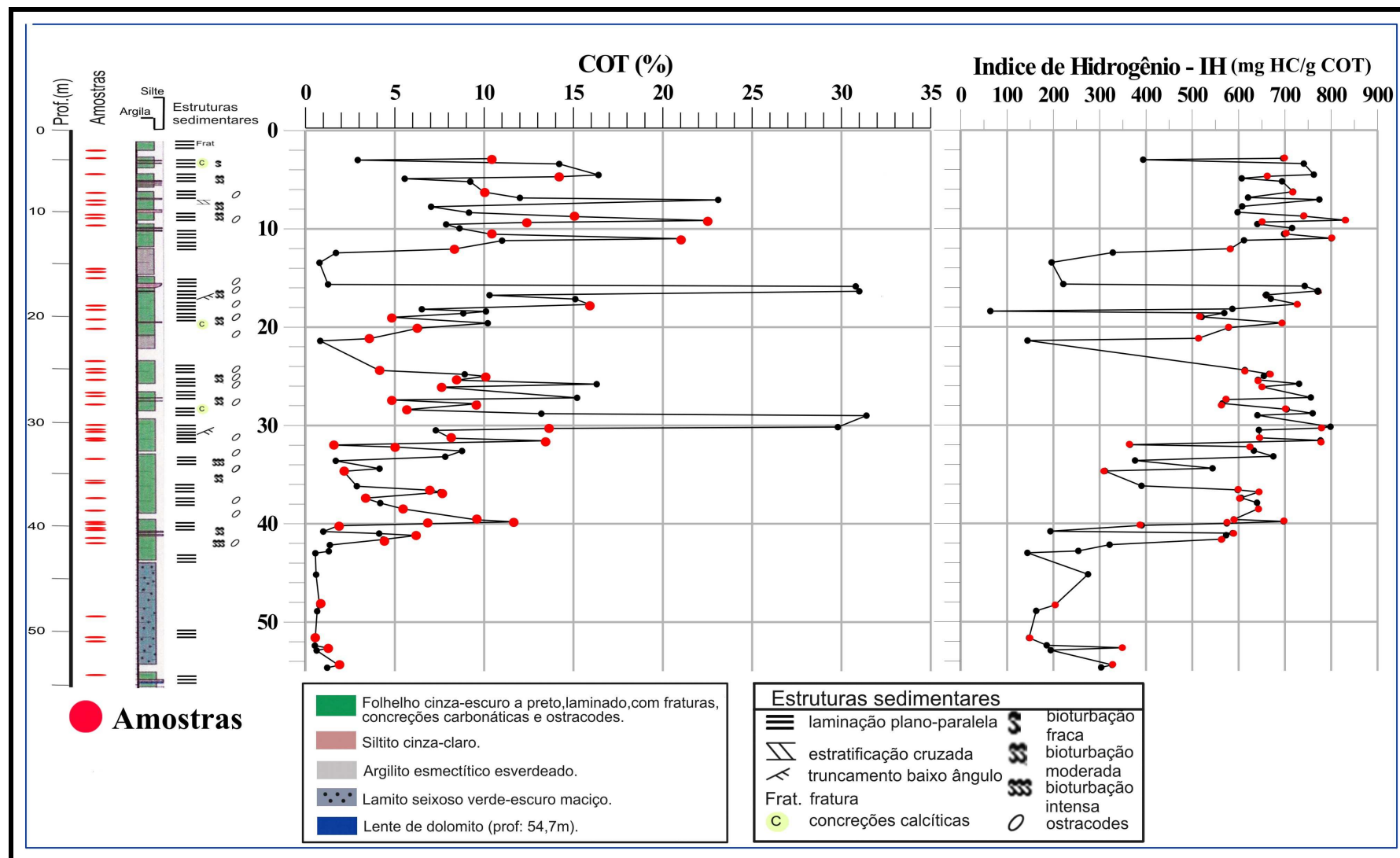


Figura 09. Perfil sedimentológico, à esquerda, com a indicação das profundidades selecionadas e gráficos de carbono orgânico total (% COT) no centro e índice de hidrogênio (IH) à direita (modificado de Freitas, 2007).

2.2 Preparação das lâminas organopalinológicas e palinológicas

A seguir serão apresentadas mais detalhadamente cada uma das etapas deste estudo

2.2.1 Seleção das profundidades amostradas

Foram selecionadas 41 amostras com base em dados geoquímicos obtidos anteriormente (Freitas, 2007) - **figura 09**.

A maioria das amostras selecionadas compreende valores de COT entre 5% e 10%, com picos de até 31%. As profundidades foram selecionadas com o intuito de assegurar a representatividade da seção em termos de suas variações litológicas e acompanhar possíveis mudanças na distribuição dos componentes do querogênio.

O processamento das amostras foi realizado no Laboratório Geológico de Processamento de Amostras da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (LGPA/UERJ).

2.2.2 Processamento das amostras

Durante o tratamento físico-químico das amostras (**figura 10**) visando à concentração do querogênio foram aplicados os procedimentos palinológicos não-oxidativos descritos por Uesugui (1979) seguidos, quando necessário, das orientações descritas por Dettmann (1963), Phipps & Playford (1984), Tyson (1995) e Wood *et al.* (1996).

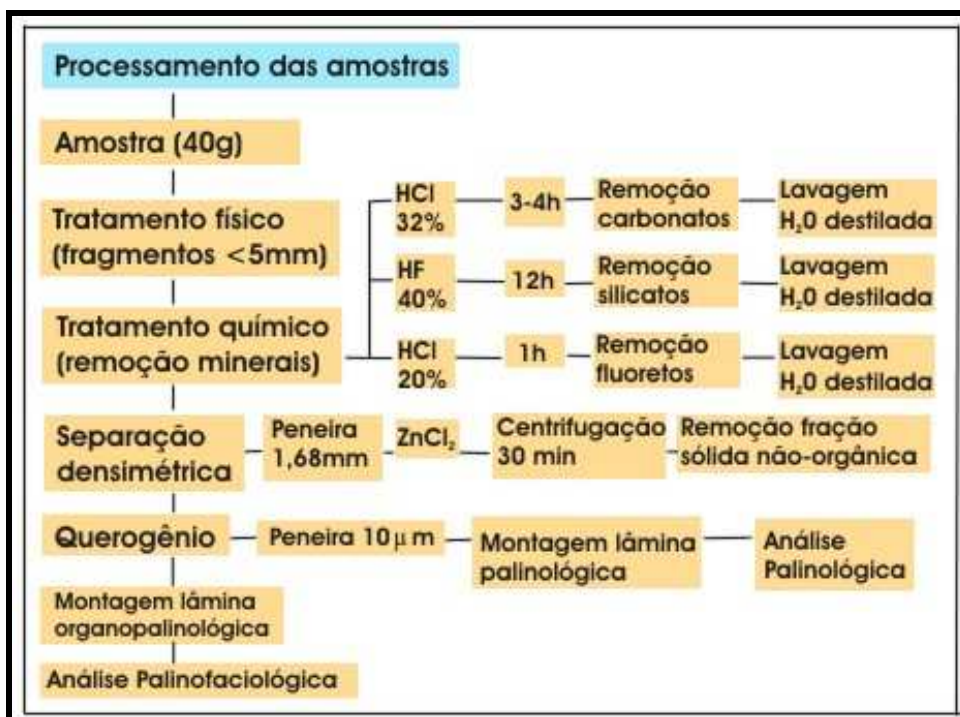


Figura 10 Fluxograma com as etapas do processamento das amostras (modificado de Tyson, 1995).

2.2.2.1 Tratamento físico

A fim de facilitar a ocorrência das reações químicas, 40 g de cada amostra foram reduzidos a fragmentos de 5 mm através da maceração em um cadinho de porcelana.

Os fragmentos obtidos foram separados em sacos plásticos devidamente identificados com a profundidade correspondente para posterior ataque químico.

2.2.2.2 Tratamento químico

1) Os fragmentos foram acondicionados em béqueres de polipropileno devidamente identificados.

2) Adicionaram-se 100 mL de ácido clorídrico (HCl) a 32% em cada béquer, permanecendo em repouso por 4 horas, a fim de eliminar os constituintes carbonáticos presentes na amostra.

3) O volume de cada béquer foi completado com água destilada.

4) Aguardou-se a solução decantar a fim de verter o recipiente e descartar apenas a fração líquida. O objetivo foi descartar o ácido clorídrico da amostra.

5) As etapas 3 e 4 foram repetidas mais duas vezes.

6) Adicionaram-se 100 mL de ácido fluorídrico (HF) a 40%, permanecendo em repouso por 12 horas, a fim de eliminar os constituintes silicáticos.

7) O volume de cada béquer foi completado com água destilada.

8) Aguardou-se a solução decantar a fim de verter o recipiente e descartar apenas a fração líquida. O objetivo foi retirar o ácido fluorídrico da amostra.

9) As etapas 7 e 8 foram repetidas mais duas vezes.

10) Acrescentaram-se 200 mL de ácido clorídrico (HCl) a 20%, permanecendo em repouso por 1 hora, a fim de eliminar os fluoretos formados no final da etapa 6.

11) O volume de cada béquer foi completado com água destilada.

12) Aguardou-se a solução decantar a fim de verter o recipiente e descartar apenas a fração líquida. O objetivo foi retirar o ácido clorídrico da amostra.

13) As etapas 11 e 12 foram repetidas mais duas vezes.

2.2.2.3 Concentração do querogênio

1) A fração sólida contida no béquer foi submetida ao peneiramento na malha de 1,68 mm sendo descartada a fração retida, que não reagiu com os ácidos.

2) A fração que passou pela peneira foi transferida para um tubo de ensaio de 50 mL devidamente identificado.

3) O volume de cada tubo foi completado com uma solução de cloreto de zinco (ZnCl_2) cuja densidade está compreendida entre 1,95 e 2,00 g/cm³.

4) O tubo de ensaio foi colocado na centrífuga, ficando submetido à velocidade de 2000 rpm durante 30 minutos.

5) A fração líquida foi transferida para outro tubo de ensaio de 50 mL devidamente identificado, enquanto a fração que permaneceu no fundo após a centrifugação foi descartada.

O objetivo desta etapa foi separar por diferença de densidade o resíduo orgânico (cuja densidade é inferior à do ZnCl_2) da fração sólida não-orgânica (cuja densidade é superior à do ZnCl_2).

6) As etapas 3, 4 e 5 foram repetidas mais duas vezes.

7) O volume do tubo de ensaio contendo apenas a fração líquida foi completado com álcool e água destilada.

8) O tubo foi colocado na centrífuga por 10 minutos.

9) O resíduo orgânico sem cloreto de zinco foi transferido do tubo de ensaio para recipientes de plástico de 30 mL devidamente identificados.

10) Na preparação das lâminas palinológicas utilizou-se uma peneira de 10 μm a fim de eliminar o material orgânico desestruturado contido na amostra, facilitando assim a observação e contagem dos palinomorfos ao microscópio. Já para a preparação das lâminas organopalinológicas não é preciso a peneira, pois é fundamental a preservação de todos os constituintes do querogênio para a análise.

2.2.2.4 Montagem das lâminas

1) A lâmina (24 x 76 mm) contendo sobre a sua superfície três gotas de goma de acácia e duas gotas do resíduo orgânico obtido no final da etapa anterior foi colocada sobre uma chapa metálica aquecida a 40⁰ C.

2) Foram adicionadas duas gotas de *Entellan-Merck* na lâmina e sobre esta foi colocada a lamínula.

3) A lâmina permaneceu secando à temperatura ambiente por 24h.

2.3 Análises das lâminas no microscópio óptico

As 41 lâminas organopalinológicas foram observadas sob luz branca transmitida e luz ultravioleta refletida, enquanto as 41 lâminas palinológicas foram observadas sob luz branca transmitida. Utilizou-se o microscópio Zeiss com uma câmera acoplada e conectado

ao programa *Analisis* do Laboratório de Sedimentologia e Petrografia Orgânica da Faculdade de Geologia da UERJ (LSPO/UERJ).

Os palinomorfos selecionados foram localizados através das coordenadas da lâmina *England Finder*. As fotomicrografias das lâminas palinológicas foram confeccionadas com a objetiva de 100x, sendo algumas com objetiva de 50x. As imagens dos constituintes do querogênio (palinofácies), tanto em luz branca transmitida, quanto em luz ultravioleta refletida foram obtidas através das objetivas de 50x.

As metas das análises foram: caracterizar o querogênio através da determinação das frequências relativas e do estado de preservação de seus constituintes, além de obter informações sobre o estágio de evolução térmica e a natureza do ambiente deposicional das rochas.

2.3.1 Análises quantitativas

Para a obtenção das frequências relativas dos constituintes do querogênio, importantes para a definição e caracterização das palinofácies, foram contadas, no mínimo, 300 partículas com dimensões superiores a 10 µm (Tyson, 1995) fazendo-se a cobertura da lâmina através de trajetórias retilíneas e paralelas entre si e utilizando o retículo cruzado graduado. Dessa forma, foram individualizados os elementos autóctones provenientes de fitoplâncton (matéria orgânica amorfa e algas) e elementos alóctones provenientes de vegetais superiores e inferiores (grãos de pólen, esporos, fitoclastos e tecidos cuticulares).

As variações das frequências dos diferentes constituintes do querogênio em função das variações de profundidades foram representadas em gráficos do programa *Microsoft Office Excel* 2003 (**gráficos 1 a 5**).

Quanto às análises palinológicas, foram contados os primeiros 200 grãos encontrados em cada lâmina palinológica (Chang, 1967).

Foram identificados e individualizados os grupos de palinomorfos pertencentes a material de origem continental (grãos de pólen, esporos, fungos, fitoclastos e tecidos cuticulares) e lacustre (algas clorofíceas).

Após a identificação taxonômica de cada morfotipo, procedeu-se à individualização de cada grupo de acordo com as suas similaridades morfológicas.

Os morfogrupos aqui identificados correspondem ao grupo das: Algas Clorofíceas, Briófitas e Pteridófitas (esporos triletes e monoletes), Gimnospermas (grãos de pólen monossacados e bissacados) e Angiospermas (grãos de pólen colpados, colporados, porados, estefanoporados).

2.3.2 Análises qualitativas

Consistiram na individualização dos diferentes morfotipos através da observação das lâminas palinológicas com objetivas de 40x e 50x, seguindo caminhos verticais paralelos e consecutivos. Cada tipo encontrado foi identificado, fotomicrografado e teve as suas coordenadas marcadas usando-se a lâmina reticulada *England Finder*.

2.3.2.1 Cor e intensidade da fluorescência

Tratam-se de dois atributos importantes para caracterizar o potencial de rochas geradoras e determinar os níveis de preservação (potencial redox) dos componentes orgânicos amorfos e dos palinomorfos.

Como a matriz da matéria orgânica amorfa (MOA) é a fração mais facilmente oxidada, a sua fluorescência depende da natureza do plâncton original e dos processos oxidativos. Ambientes com pouco oxigênio dissolvido são mais propícios à preservação de componentes lábeis, ricos em hidrogênio, os quais emitem alta fluorescência quando expostos à excitação da luz ultravioleta.

2.3.2.2 Índice de coloração dos esporos (ICE)

A coloração original dos esporomorfos (grãos de esporos e pólen) é alterada de acordo com a temperatura à que foram submetidos, isto é, tornam-se mais escuros com o aumento da temperatura.

Os valores numéricos do ICE foram determinados utilizando-se a microscopia em luz branca transmitida e a tabela-padrão da *Robertson Research International Limited* (**figura 17**) como referência (Barnard *et al*, 1981).

2.3.3 Identificação das palinofácies

As análises palinofaciológicas (**figura 11**) foram realizadas através da observação do resíduo orgânico total da amostra (Combaz, 1964), o qual pode ser de origem autóctone (do próprio ambiente de deposição) ou alóctone (transportado de sua área-fonte até o local de deposição).

O estudo palinofaciológico requer conhecimentos sobre: sedimentologia, geoquímica orgânica e a assembléia total da matéria orgânica particulada a fim de identificar as variações ambientais ocorridas durante a deposição dos sedimentos capazes de qualificar o estado de preservação do depósito (Tyson, 1993; 1995).



Figura 11. Fluxograma para a classificação dos componentes do querogênio durante a identificação de palinofácies (modificado de Tyson, 1993).

2.3.4 Identificação das espécies

Como será abordado adiante, no capítulo sobre sistemática, os palinomorfos identificados foram separados nos seguintes grupos: fungos, algas, grãos de esporos de briófitas e pteridófitas e grãos de pólen de gimnospermas e angiospermas. Quando possível, buscou-se reconhecer a afinidade botânica do palinomorfo.

Os gêneros foram ordenadamente agrupados em categorias supragenéricas artificiais de infraturma, subturma, turma e anteturma.

As feições diagnósticas de cada categoria foram baseadas em: abertura, estrutura da parede, espessamento ou extensão da exina e escultura.

A classificação sistemática dos fungos foi baseada nas estruturas morfológicas (Van der Hammen emend. Elsik, 1968; Sheffy & Dilcher, 1971; Dilcher, 1965; Kalgutkar e Jansonius, 2000).

Os grãos de esporos estão agrupados na Anteturma Sporites (Potonié, 1893) junto com a revisão da classificação por Dettmann (1963).

Os grãos de pólen estão agrupados na Anteturma Pollenites (Potonié, 1931).

As algas seguem as classificações de Kutzing (1849) e Meyen (1829).

3. RESULTADOS

3.1. Análises palinofaciológicas

Em toda a seção, foi possível identificar os seguintes constituintes do querogênio em ordem decrescente de ocorrência: matéria orgânica amorfa, algas *Botryococcus* spp. e *Pediastrum* sp., grãos de pólen de gimnospermas e angiospermas, fitoclastos não-opacos, esporos triletes e monoletes, tecidos cuticulares e fungos.

Em todo o intervalo, há predomínio de matéria orgânica amorfa (**gráfico 01**), cuja frequência relativa é sempre superior a 50% do total de constituintes do querogênio seguida pelas algas de origem lacustre (**gráfico 02**).

As variações destes dois componentes do querogênio de acordo com a profundidade foram critérios importantes para a individualização das palinofácies.

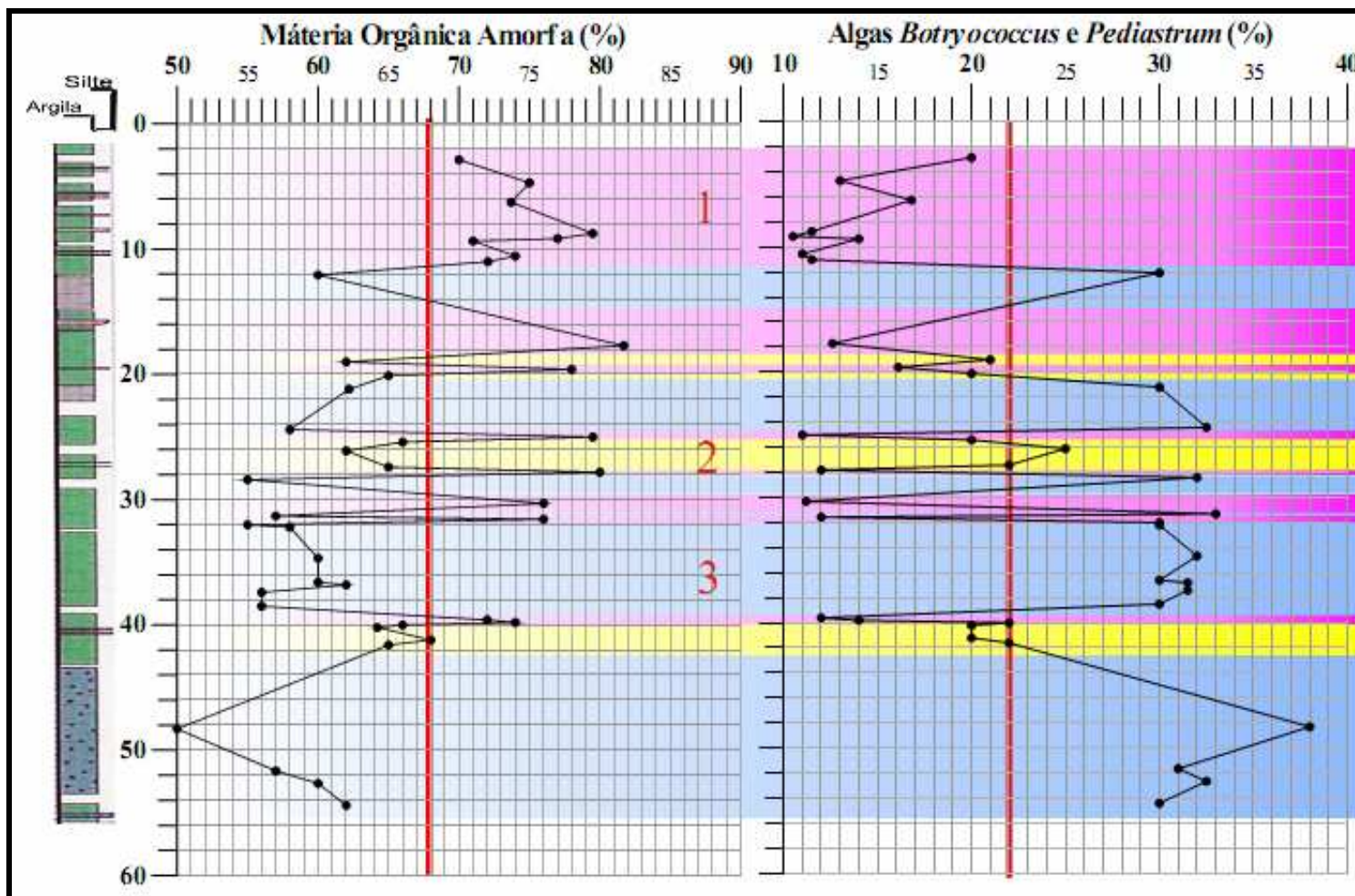
A partir dos dados qualitativos e quantitativos foi possível individualizar três palinofácies distintas: 1, 2 e 3 do topo para a base da seção.

Os valores mais elevados de matéria orgânica amorfa encontram-se na porção mais superior da seção (palinofácies 1) e coincidem com frequências relativas mais baixas das algas.

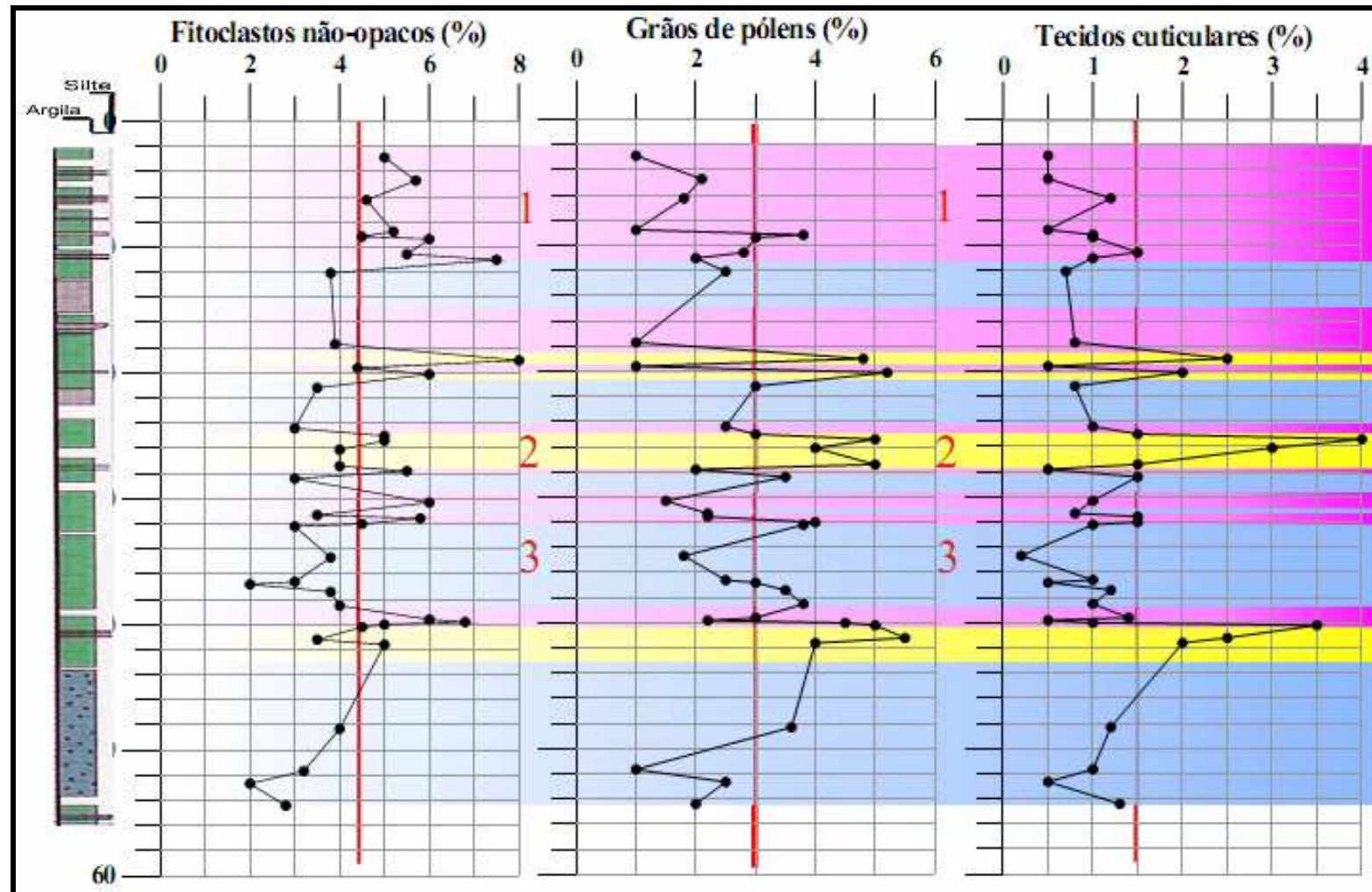
Ocorrem ainda, em ordem decrescente de abundância: fitoclastos não-opacos (**gráfico 03**), grãos de pólen de gimnospermas e angiospermas (**gráfico 04**) e tecidos cuticulares (**gráfico 05**).

Embora os três componentes acima representem, em geral, menos de 10% do total dos componentes do querogênio, suas variações podem ser correlacionadas a mudanças no aporte de constituintes alóctones.

Destaca-se a ocorrência desses três componentes acima das médias na palinofácies 2, a qual melhor representa condições mais proximais em toda a seção.



Gráficos 1 e 2. Variações das frequências relativas de matéria orgânica amorfa (à esquerda) e de algas lacustres – *Botryococcus* spp. e *Pediastrum* sp. (à direita) em função das profundidades amostradas. As linhas verticais vermelhas indicam as linhas bases consideradas em cada caso e os números 1, 2 e 3 indicam as respectivas palinofácies.



Gráficos 3, 4 e 5. Variações das freqüências relativas de fitoclastos não-opacos (à esquerda), grãos de pólen e tecidos cuticulares (à direita) em função das profundidades amostradas. As linhas verticais vermelhas indicam as linhas bases consideradas em cada caso e os números 1, 2 e 3 indicam as respectivas palinofácies.

3.1.1 Descrições qualitativas dos componentes do querogênio

Foi possível identificar os seguintes constituintes do querogênio em ordem decrescente de abundância em toda a seção estudada:

3.1.1.1 Matéria orgânica amorfa (MOA)

Identificou-se dois tipos de MOA, ambas com alta representatividade na composição total do querogênio (**gráfico 1**):

(a) globosa com coloração marrom-escura a preta e fluorescência moderada a alta (**figura 12**);

(b) dispersa com coloração marrom-clara a preta e fluorescência moderada a baixa (**figura 13**) ou moderada a alta (**figura 14**).

Sua quantificação na lâmina organopalinológica é difícil quando apresenta-se dispersa.

É derivada da degradação bacteriana de algas lacustres e em menor escala dos tecidos cuticulares.

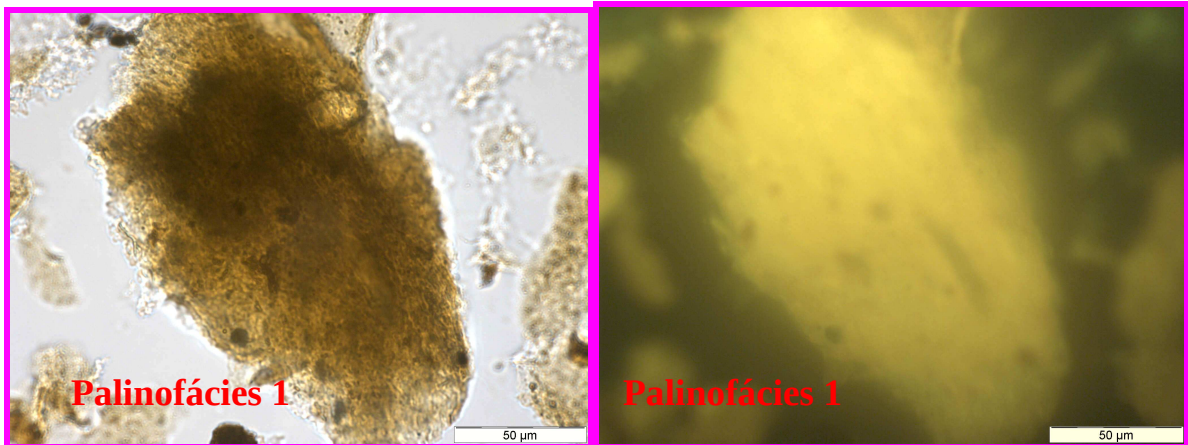


Figura 12 Fotomicrografias representativas da matéria orgânica amorfa (MOA) da palinofácies 1 (10,55 m) observadas em luz branca (à esquerda) e luz ultravioleta (à direita).

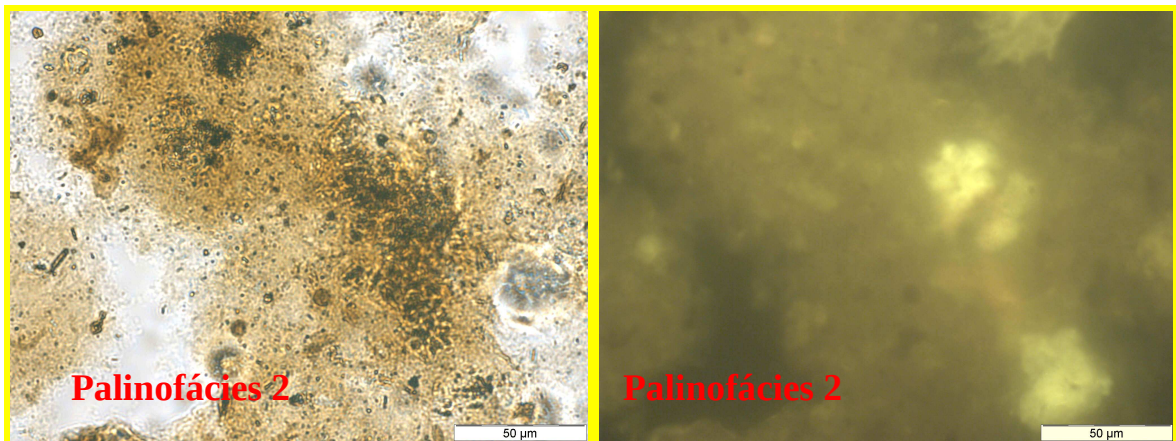


Figura 13 Fotomicrografias representativas da matéria orgânica amorfa (MOA) da palinofácies 2 (26,10 m) observadas em luz branca (à esquerda) e luz ultravioleta (à direita).

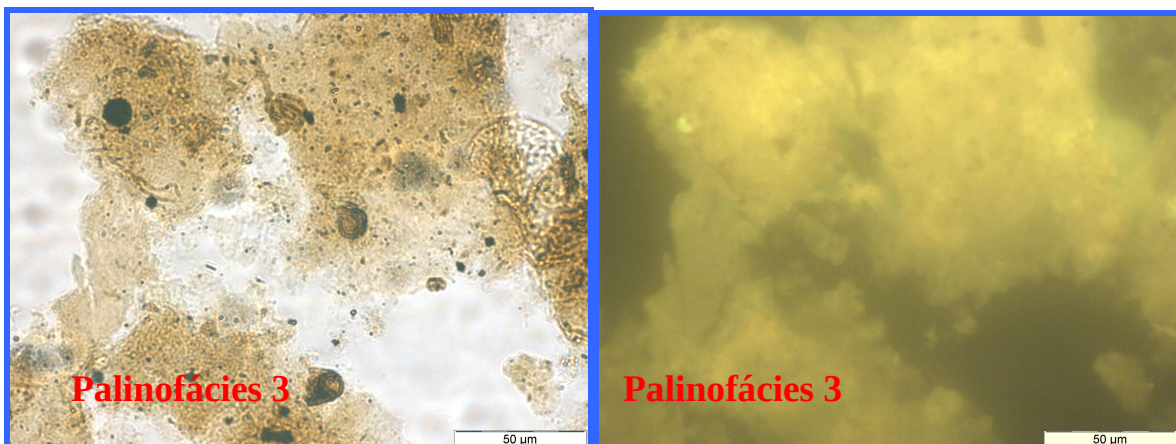
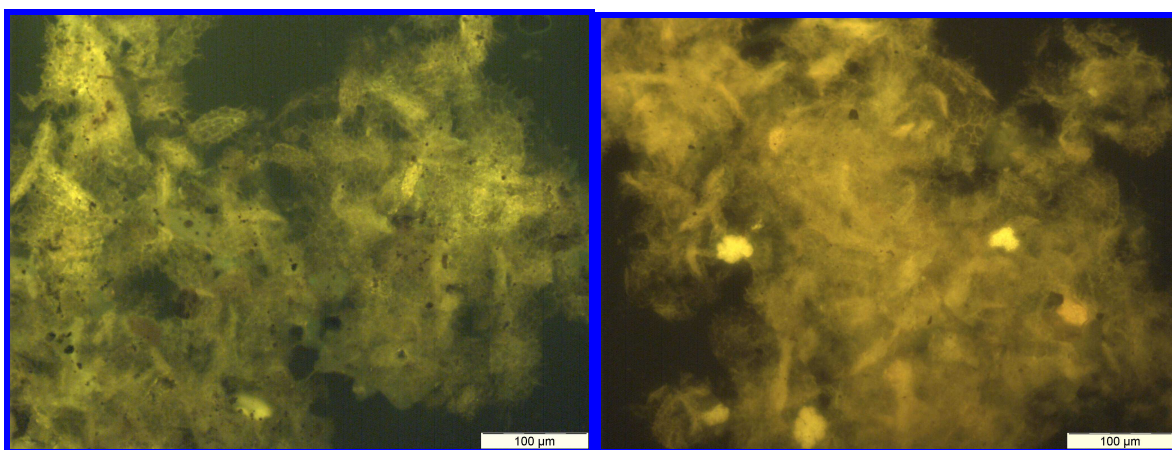


Figura 14 Fotomicrografias representativas da matéria orgânica amorfa (MOA) da palinofácies 3 (36,60 m) observadas em luz branca (à esquerda) e luz ultravioleta (à direita).

3.1.1.2 Algas de origem lacustre

Apresentam-se como colônias de forma globosa e coloração amarelo-alaranjada em luz branca e fluorescência alta em luz ultravioleta (**estampa 3 – fotos 01 a 09**).

As algas *Botryococcus braunii* ocorrem em toda a seção, enquanto *Pediastrum* sp. destaca-se nas profundidades de 34,67 m e 51,65 m (**figuras 15 e 16**).



Figuras 15 e 16 Fotomicrografias em luz ultravioleta a 34,67 m (à esquerda) e 51,65 m (à direita) obtidas com aumento de 20x demonstram a presença significativa de algas *Pediastrum* sp.

3.1.1.3 Fitoclastos não-opacos

Apresentam coloração marrom clara a preta e predominam as formas não-bioestruturadas, pouco degradadas e alongadas com 50 a 150 µm de comprimento (**estampa 1 – fotos 07 a 09**).

3.1.1.4 Grãos de pólen

Em ordem decrescente de abundância, destacam-se os grãos: bissacados, tricolporados, tricolpados, estefanoporados, poliplicados, monocolpados, periporados, triporados e sincolporados.

Predominam formas com dimensões entre 30 e 80 µm (**estampas 5 a 9**).

3.1.1.5 Grãos de esporos

Este grupo tem baixa representatividade na seção, não atingindo frequências relativas superiores a 3% do total de componentes do querogênio.

Predominam os triletes seguidos pelos monoletes, ambos com diâmetros equatoriais entre 20 e 60 μm (**estampas 4 e 5**).

3.1.1.6 Tecidos cuticulares

Apresentam coloração amarelo-clara a marrom em luz branca e fluorescência moderada a alta (**estampa 1 – fotos 1 a 6**).

Geralmente, possuem contornos nítidos e superfícies homogêneas. Alguns exemplares possuem estômatos bem preservados. Localmente, há indícios da ocorrência de processos mais intensos de degradação, quando os contornos tornam-se mais irregulares e é possível notar a contribuição deste material para a formação de matéria orgânica amorfa.

3.1.2 Cor e intensidade da fluorescência

As características da fluorescência permitem avaliar o grau de preservação e maturação térmica da matéria orgânica.

Na porção superior da seção estudada, a MOA apresenta-se sobretudo globosa, com fluorescência moderada a alta amarelo-esverdeada (palinofácies 1) enquanto nas porções intermediária e inferior a MOA apresenta-se dispersa com fluorescência moderada a alta (palinofácies 3) ou, em níveis mais restritos, moderada a baixa (palinofácies 2) – **figuras 12 a 14**.

Em grande parte da seção, predominam as características de ambiente redutor, isto é, a matéria orgânica amorfa apresenta-se com fluorescência moderada a alta.

Em luz ultravioleta, as algas de origem lacustre destacam-se pela sua fluorescência alta amarelo-esverdeada.

3.1.3 Índice de coloração dos esporos (ICE)

Utilizando-se a tabela padrão da *Robertson Research* como referência, foi possível determinar que em toda a seção estudada predominam os valores de ICE compreendidos entre 1,5 e 2,5 (**figura 17**).

Assim, o querogênio está no estágio imaturo de geração correspondendo à reflectância da vitrinita entre 0,2 e 0,3% R_o e, portanto, não tendo alcançado a janela de geração de hidrocarbonetos.

ESTÁGIOS DE EVOLUÇÃO TÉRMICA		VARIAÇÃO DE CORES EM ESPOROS	INDICADORES DE MATUREZAÇÃO TÉRMICA				
	GRAU DE MATUREZAÇÃO		ICE	% R_o	IAT	Fluoresc. palinomorfos	T-máx °C
D I A G Ê N E S E	IMATURO	 incolor amarelo pálido	1	0.2			
			1,5		1		
		 amarelo claro	2		1.5	verde amarela	
		 amarelo	2,5				
		 amarelo ouro	3	0.3	2		
		 amarelo escuro	3,5				
		 amarelo escuro laranja	4	0.4			430
			4,5				
		 laranja	5	0.5		amarela laranja	
			5,5	0.6	2.5		440
C A T A G Ê N E S E	MATURO		6			laranja	
		 laranja escuro	6,5	0.7			
			7	0.8			
			7,5	0.9		laranja marrom	
		 marrom escuro	8	1.0			
			8,5	1.3	3	ausente	450
M E T A G Ê N E S E	SUPERMATURO		9	2.0	3.5		
		 marrom escuro preto	9,5		4		
			10	3.0	5		
		 preto					

Figura 17 Tabela-padrão da Robertson Research International Limited com três esporos exemplificando os resultados do índice de coloração dos esporos (ICE).

3.1.4 Descrições das palinofácies

A identificação e a caracterização das palinofácies foram obtidas integrando-se os resultados da análise visual de 41 lâminas organopalinológicas com os teores de carbono orgânico total (% COT) e índices de hidrogênio (IH) existentes. Dessa forma, foi possível individualizar três palinofácies distintas (**figuras 20 e 21**) descritas abaixo de acordo com a sua ordem de aparecimento do topo para a base da seção estudada.

3.1.4.1 Palinofácies 1



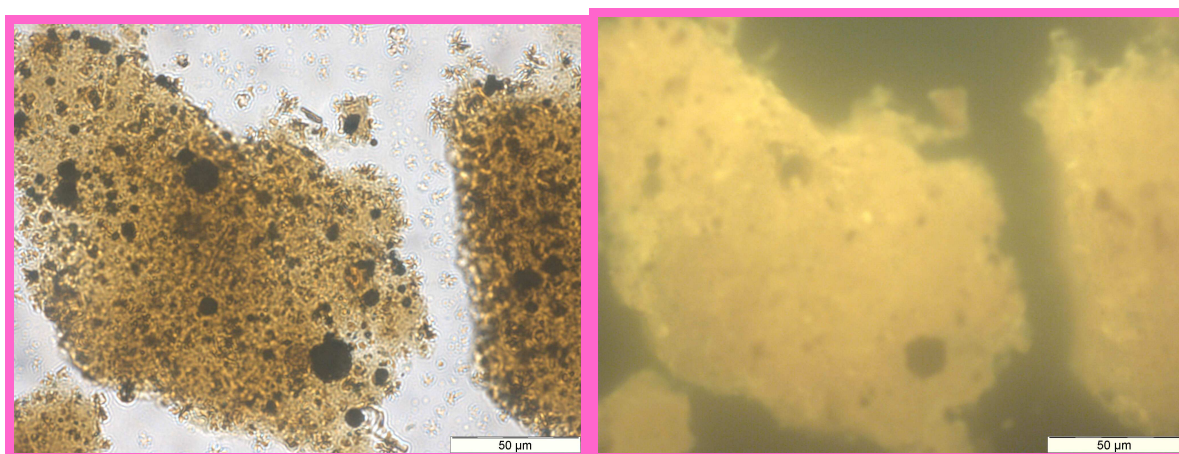
Ocorre no topo da seção e em níveis mais restritos na porção intermediária.

Corresponde aos valores mais elevados de COT (iguais ou superiores a 9%) assim como de IH (entre 600 e 800 mg HC/g COT) – **figura 21**.

Tratam-se de intervalos ricos em matéria orgânica amorfa (acima de 68% do total de componentes do querogênio) e com frequências mais baixas de algas (**gráficos 1 e 2**).

A matéria orgânica amorfa apresenta-se globosa com coloração marrom-escura a preta e fluorescência moderada a alta, destacando-se do restante da seção (**figuras 18 e 19**)

Em termos paleoambientais, caracteriza um sub-ambiente sob condições mais propícias à preservação da matéria orgânica do que às do restante da seção.



Figuras 18 e 19 Fotomicrografias a 4,70 m de profundidade em luz branca transmitida (à esquerda) e luz ultravioleta (à direita).

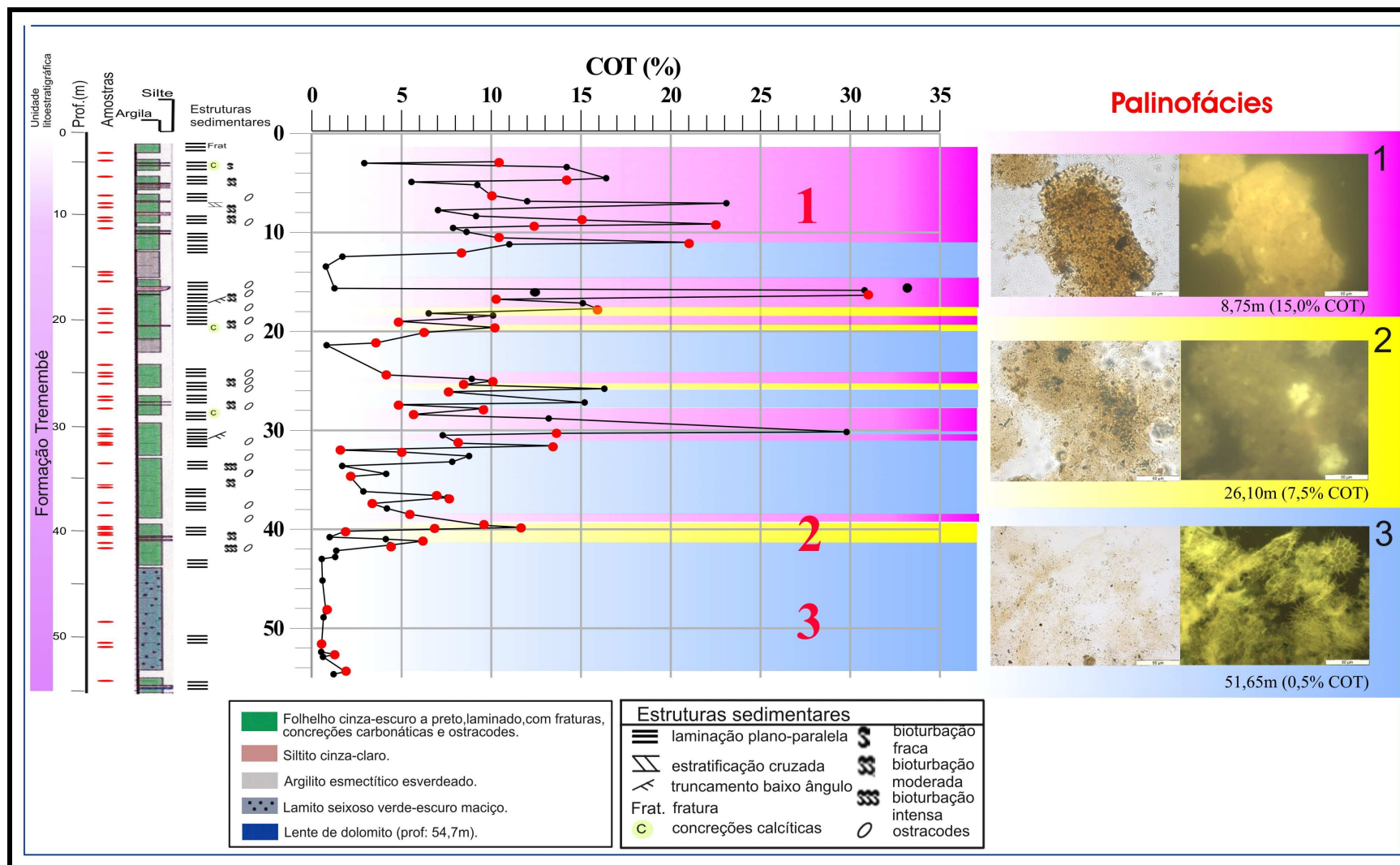


Figura 20 Perfil sedimentológico (à esquerda) e gráfico de carbono orgânico total (% COT) com a distribuição das palinofácies na seção estudada (modificado de Freitas, 2007).

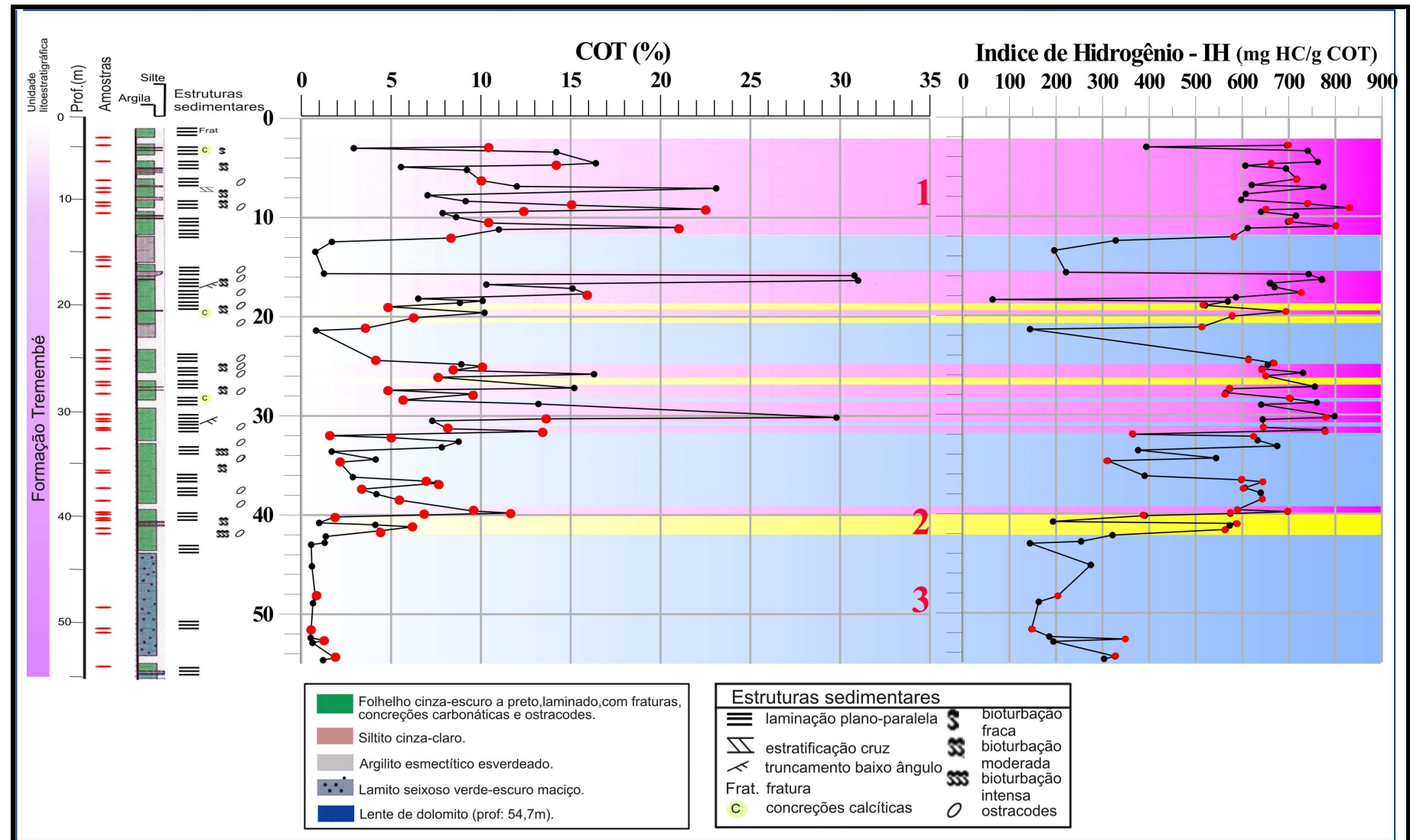


Figura 21 Perfil sedimentológico (à esquerda) e gráficos de carbono orgânico total (% COT) e índice de hidrogênio (IH) com a distribuição das palinofácies na seção estudada (modificado de Freitas, 2007).

3.1.4.2 Palinofácies 2



Ocorre em níveis mais restritos nas porções intermediária e inferior da seção.

Corresponde aos valores de COT entre 2 e 8% e IH entre 200 e 600 mg HC/g COT (**figura 21**).

Tratam-se de intervalos cujas frequências da matéria orgânica amorfa são intermediárias entre as das palinofácies 1 e 3 (entre 62 e 68%) e as das algas lacustres encontram-se próximas da média de 22% (**gráficos 1 e 2**).

Embora as frequências relativas dos grãos de pólen e tecidos cuticulares sejam inferiores a 5% para cada em toda a seção, nesta palinofácies encontram-se as maiores frequências de componentes alóctones (**gráficos 4 e 5**) e os representantes de maiores dimensões. A matéria orgânica amorfa apresenta-se dispersa com coloração marrom-clara a preta e fluorescência moderada a baixa (**figuras 22 e 23**).

Em termos paleoambientais, caracteriza um sub-ambiente sob condições menos propícias à preservação da matéria orgânica do que às do restante da seção e mais próximo à área-fonte dos sedimentos.

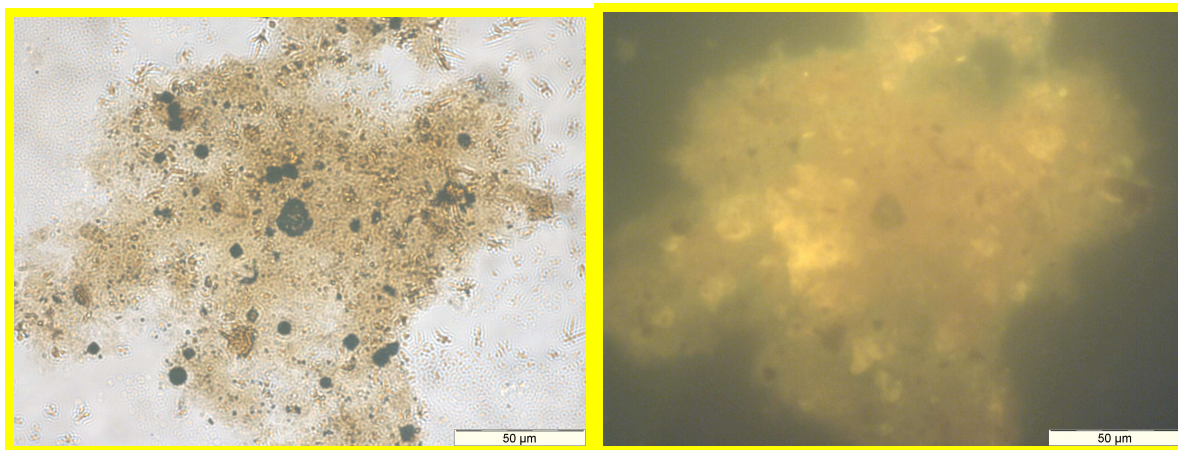


Fig. 22 e 23. Fotomicrografias a 40 m de profundidade em luz branca transmitida (à esquerda) e luz ultravioleta (à direita).

3.1.4.3 Palinofácies 3



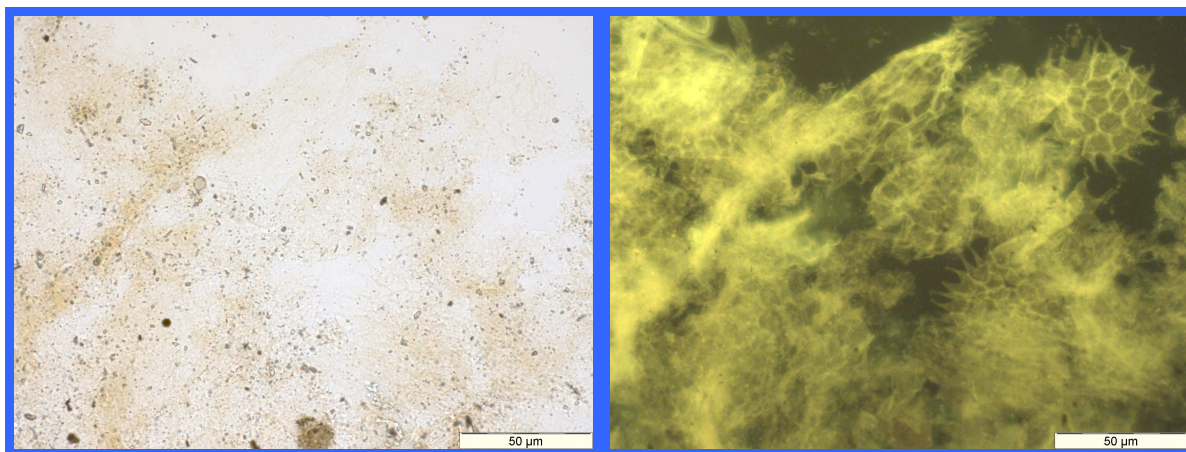
Corresponde a maior parte da seção estudada, tendo comportamentos distintos na base e na porção intermediária, onde ocorre intercalada às outras duas palinofácies.

Na base, corresponde aos valores mais baixos de COT (entre 1 e 2%) e IH (150 a 350 mg HC/g COT), enquanto na porção intermediária, os valores de COT chegam a até 8% e os de IH a até 600 mg HC/g COT em profundidades mais rasas (**figura 21**).

Quando comparada ao restante da seção, compreende as frequências mais baixas de MOA (entre 55 e 65%) e as mais altas de algas lacustres (30 a 35%) – **gráficos 1 e 2**.

Destacam-se dois intervalos ricos em algas *Pediastrum* sp: 34,67m e 51,65m de profundidade. A matéria orgânica amorfa apresenta-se dispersa com coloração marrom-clara a preta e fluorescência moderada a alta (**figuras 24 e 25**).

Em termos paleoambientais, caracteriza um sub-ambiente sob condições de preservação da matéria orgânica intermediárias entre as das palinofácies 1 (condições melhores) e 2 (condições piores).



Figuras 24 e 25. Fotomicrografias a 51,65 m de profundidade em luz branca transmitida (à esquerda) e luz ultravioleta (à direita).

3.1.5. Estratigrafia de Sequências

Integrando-se os dados de pirólise (Freitas, 2007) com os resultados da análise visual do querogênio, foi possível subdividir a seção estudada em seqüências de 4ª ou 5ª ordem. Nota-se que as superfícies de inundação máximas estão melhor definidas pelas transições entre as palinofácies e os limites de seqüência ocorrem na palinofácies 3 (**figura 26**).

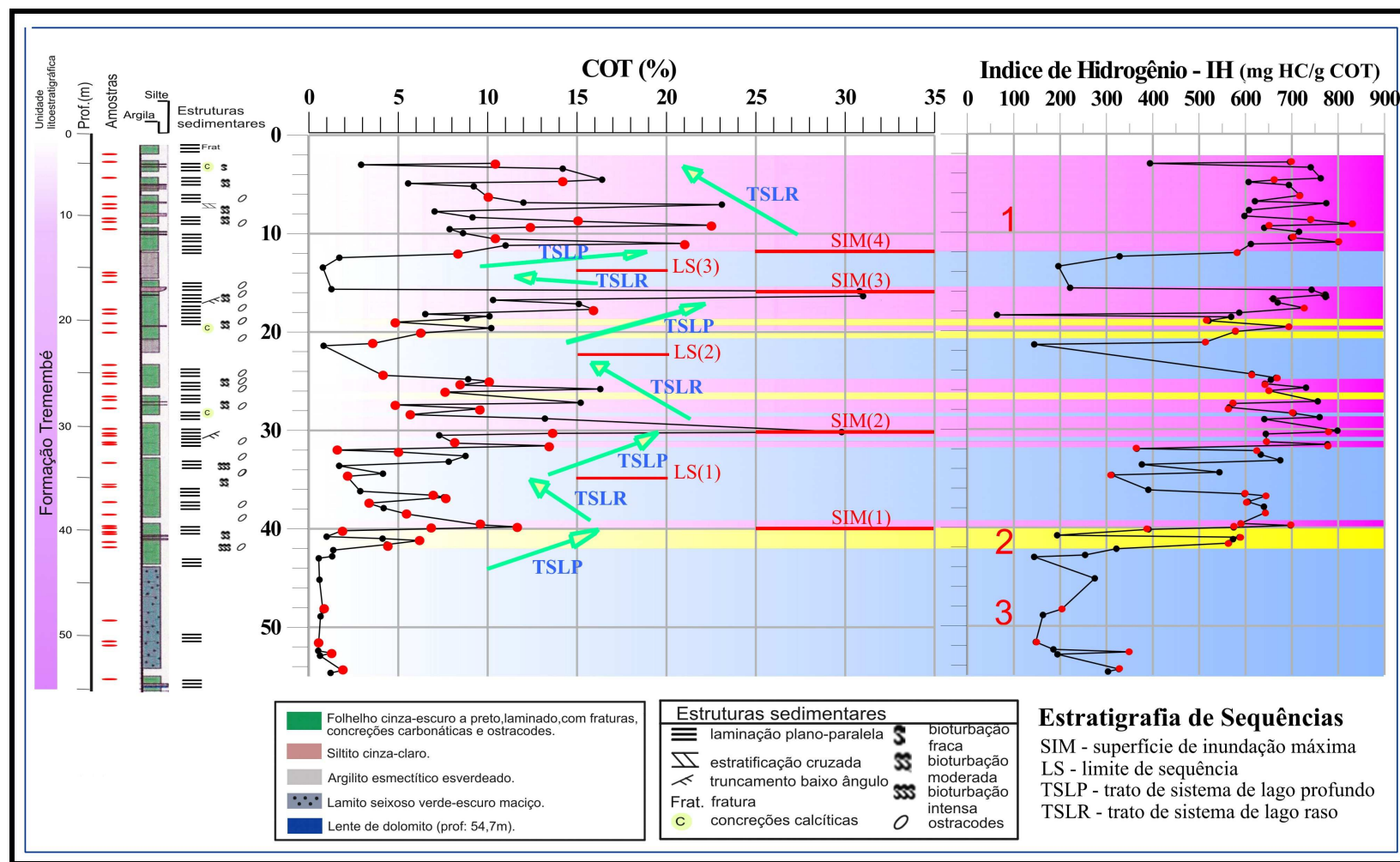


Figura 26 Perfil sedimentológico (à esquerda) e gráficos de carbono orgânico total (% COT) e índice de hidrogênio (IH) com a aplicação da Estratigrafia de Sequências na seção estudada (modificado de Freitas, 2007 e Bergamaschi *et al.*, 2010).

3.2 Análises palinológicas

Os palinomorfos identificados foram agrupados em: grãos de pólen de gimnospermas e angiospermas, esporos de briófitas e pteridófitas, fungos e algas.

A seção sedimentar apresenta palinomorfos diversificados com elementos típicos da palinoflora gondwânica.

Foram identificadas 49 espécies de palinomorfos: 24 grãos de pólen, 14 grãos de esporos de briófitas e pteridófitas, 9 fungos e 2 algas.

Em termos de representatividade, predominam as talófitas, representadas na palinoflora por *Botryococcus braunii*, que é geralmente interpretada como integrante do grupo das algas *Chlorophyceae* de água doce.

3.2.1 Intervalo temporal estudado

O estabelecimento das palinozonas baseou-se principalmente nos detalhes morfológicos e na distribuição dos tipos esporo-polínicos reconhecidos (**tabela 1**). A diversidade de espécies que ocorre ao longo de toda a seção estudada sugere que o intervalo de tempo envolvido é reduzido.

Entre os palinomorfos diagnósticos de idade foram encontrados: *Catinipollis geiseltalensis*, *Cicatricosisporites dorogensis*, *Dacrydiumites florinii*, *Echitriletes muelleri*, *Ephedripites tertarius*, *Perisyncolporites pokornyi*, *Podocarpidites marwickii*, *Polypodiaceiosporites potonie*, *Psilatricolporites operculatus*, *Quadruplanus* sp., *Ulmoides krempii* e *Verrucatosporites usmensis*.

Os resultados palinoestratigráficos permitiram correlacionar a seção analisada à palinozona *Parvisaccites?* sp. (Regali *et al.*, 1974), que corresponde ao Oligoceno (**tabela 2**).

Tal resultado está de acordo com outros estudos palinológicos já realizados na Formação Tremembé (Lima *et al.*, 1985; Yamamoto, 1995; Bernardes-de-Oliveira, *et al.*, 2002; Garcia, *et al.*, 2008; Antonioli *et al.*, 2008).

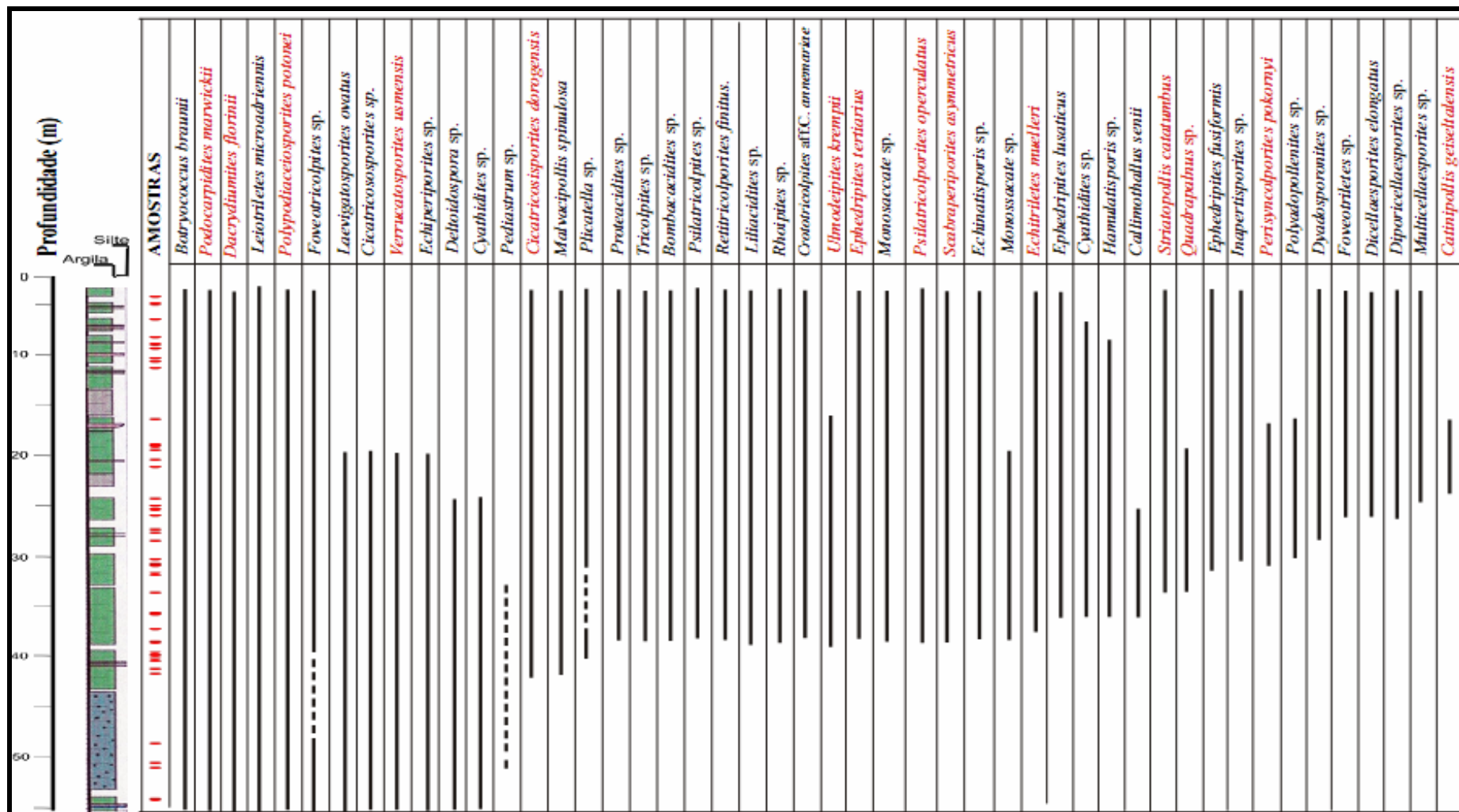


Tabela 1. Distribuição bioestratigráfica dos palinomorfos. As formas mais importantes temporalmente estão escritas em vermelho.

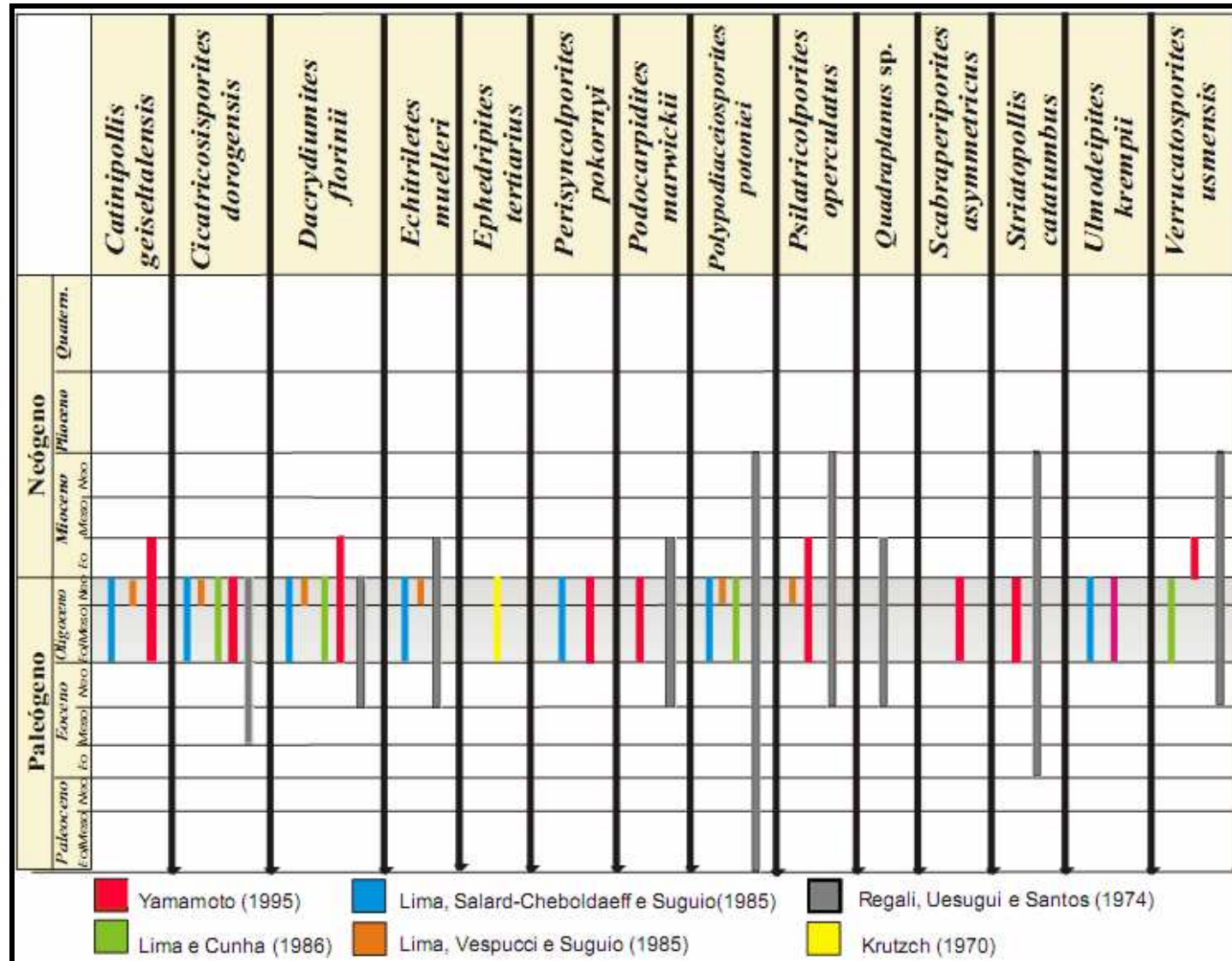


Tabela 2. Distribuição palinoestratigráfica dos palinomorfos encontrados segundo os autores mencionados.

3.2.2 Interpretações paleoecológicas e afinidades botânicas

Com base nas associações entre os grãos de pólen e esporos e suas respectivas plantas-mãe, foi possível estabelecer as interpretações paleoecológicas e paleoambientais da seção estudada.

A abundância de grãos de pólen bissacados atribuíveis às coníferas, representados principalmente por *Podocarpidites* e *Dacrydiumites* sugere a existência de clima temperado com variações de umidade conforme evidenciado pela presença de *Ephedripites* sp.

Com base em trabalhos anteriores (Yamamoto, 1995; Garcia *et. al*, 2008; Santos, 2008), apresenta-se a seguir o resumo da associação palinológica encontrada (**tabela 3**) a fim de estabelecerem-se algumas interpretações paleoecológicas e paleoambientais.

3.2.2.1. Briófitas e Pteridófitas

Os grãos de esporos podem ser incluídos nas seguintes famílias:

- BLECHNACEAE (*Verrucatosporites usmensis*): ocorre nas regiões tropicais da Ásia, Austrália e Polinésia (Playford, 1982).

- CYATHEACEAE (*Cyathidites* spp.): samambaias arborescentes, distribuem-se nas florestas montanhosas tropicais do México ao Chile, Malásia a Australásia e África (Lawrence, 1951).

- LYCOPODIACEAE (*Hamulatisporis* sp.): ocorre no mundo inteiro em ambientes úmidos nas zonas tropicais e subtropicais (Lorscheitter, 1989).

- SCHIZAEACEAE [*Leiotriletes microadriennis* (*Lygodium*), *Cicatricosisporites dorogensis* (*Anemia* e *Mohria*) e *Plicatella* sp.]: ocorrem na América, exceto *Mohria*, exclusivo da África, prefere locais secos. *Anemia* é característica de climas tropicais. *Lygodium* é um gênero pantropical, ocorre em matas sombrias (Kramer, 1990).

- SELAGINELLACEAE (*Echinatisporis* sp. e *Echitriletes muelleri*): contém um único gênero *Selaginella*, largamente distribuído, mas principalmente tropical, em todos os continentes (Lawrence, 1951). Muitas espécies crescem em florestas úmidas, algumas porém são xerófitas, crescendo sobre rochas ou solo seco (Lorscheitter, 1989).

3.2.2.2 Gimnospermas

Constituem elementos importantes em toda a associação palinológica analisada.

São representadas pelas seguintes famílias:

- EPHEDRACEAE (*Ephedripites tertarius*, *E. fusiformis* e *E. lusaticus*): único gênero na família, *Ephedra* distribui-se em regiões áridas da zona subtropical de ambos hemisférios (Joly, 1991). No Brasil, ocorre somente no Rio Grande do Sul, restrito a terrenos arenosos e secos do interior da Planície Costeira (Lorscheitter, 1988).

- PODOCARPACEAE (*Podocarpidites* sp.): ocorre em clima tropical e sub tropical (Page, 1990). No Brasil, ocorrem duas espécies de *Podocarpus*: *P. Lamberti* e *P. sellowii*. A primeira tem sua ocorrência limitada à zona da Araucaria, nos estados do sul do Brasil, com limite norte na Serra da Mantiqueira. A segunda, mais rara, ocorre ao longo da Serra do Mar na mata pluvial tropical e na região da Hiléia amazônica (Joly, 1991). O gênero *Dacrydium*, é freqüente na região subtropical do sudeste da Ásia a Nova Caledônia, Fiji e Nova Zelândia (Page, *op. cit.*). A distribuição atual das espécies de *Dacrydium* do Grupo B de Florin, que são as espécies atuais mais similares a *Dacrydiumites florinii*, ocupam o arco de ilhas da Australásia até a Península de Malaia (Romero, 1977).

3.2.2.3 Angiospermas

- LILIACEAE (*Liliacidites* sp.): cosmopolita, representa as monocotiledôneas.

Representam as dicotiledôneas:

- BOMBACACEAE (*Bombacacidites* sp.): árvore de distribuição tropical especialmente nas densas florestas úmidas da América do Sul, ocorrendo também nas savanas da África (Heywood, 1979).

- EUPHORBIACEAE (*Crototricolpites* aff. *C. annemariae* e *Malvacipollis spinulosa*): ervas, arbustos, árvores ou lianas, de distribuição quase cosmopolita (Lawrence, 1951). O pólen *Psilatricolporites operculatus* apresenta afinidade com o gênero *Alchomea*, que tem distribuição pantropical (Germeraad *et al.*, 1968) e, em geral, ocorrem nas florestas úmidas (Lorente, 1986).

- LEGUMINOSAE (*Polyadopollenites* sp.): árvores e arbustos tropicais e subtropicais (Heywood, 1979).

- MALPIGHIACEAE (*Perisyncolporites pokomyi* e *Scabraperiporites asymmetricus*): ervas, arbustos, árvores e lianas encontrados nos trópicos, especialmente na América do Sul (Heywood, 1979).
- MARTYNIACEAE e CRANIOLARIA (*Catinipollis geiseltalensis*): subarbustos, distribuídos nas regiões tropicais e subtropicais americanas (Jolly *et al*, 1994).
- ULMACEAE (*Ulmoidipites krempii*): árvores e arbustos. Distribui-se em dois grupos: temperado do hemisfério norte e tropical-subtropical (Heywood, 1979).

	PALINOMORFOS	AFINIDADES BOTÂNICAS
BRIÓFITAS PTERIDÓFITAS	<i>Leiotriletes microadriennis</i> <i>Cyathidites</i> sp. <i>Deltoidospora</i> sp. <i>Echitriletes muelleri</i> <i>Echinatisporis</i> sp. <i>Cicatricosisporites dorogensis</i> <i>Hamulatisporis</i> sp. <i>Plicatella</i> sp. <i>Polypodiaceoisporites potonie</i> <i>Laevigatosporites ovatus</i> <i>Cicatricosisporites</i> sp. <i>Verrucatosporites usmensis</i>	Schizaeaceae Cyatheaceae Polypodiaceae Selaginellaceae Selaginellaceae Schizaeaceae Lycopodiaceae Anemiaceae Polypodiaceae Polypodiaceae Schizaeaceae Blechnaceae
GIMNOSPERMAS	<i>Podocarpidites marwickii</i> <i>Podocarpidites</i> aff. <i>P. rugulosus</i> <i>Dacrydiumites florinii</i> <i>Ephedripites tertiaris</i> <i>Ephedripites fusiformis</i> <i>Ephedripites lusaticus</i>	Podocarpaceae Podocarpaceae Podocarpaceae Ephedraceae Ephedraceae Ephedraceae
ANGIOSPERMAS	<i>Liliacidites</i> sp. <i>Striatopollis catatumbus</i> <i>Crototricolpites</i> aff. <i>C. annemariae</i> <i>Perisyncolporites pokorny</i> <i>Bombacacidites</i> sp. <i>Proteacidites</i> sp. <i>Malvacipollis spinulosa</i> <i>Ulmoidipites krempii</i> <i>Catinipollis geiseltalensis</i> <i>Scabraperiporites asymmetricus</i> <i>Quadruplanus</i> sp. <i>Polyadopollenites</i> sp.	Liliaceae Fabaceae Euphorbiaceae Malpighiaceae Bombacaceae Proteaceae Euphorbiaceae Ulmaceae Martyniaceae Malpighiaceae Leguminosae Mimosoideae

Tabela 3. Afinidades botânicas da microflora estudada.

4. DISCUSSÃO

Foi possível individualizar três palinofácies (**figura 20**), cujas matérias orgânicas amorfas apresentam-se:

- globosa com coloração marrom-escuro a preto e fluorescência moderada a alta (palinofácies 1);
- dispersa com coloração marrom-clara a preto e fluorescência moderada a baixa (palinofácies 2) ou moderada a alta (palinofácies 3).

A alternância entre as palinofácies pode estar relacionada às variações no nível do lago, de tal forma que a palinofácies 3 representaria condições mais rasas do que as vigentes durante a deposição da palinofácies 1.

Em praticamente toda a seção, predominam os teores de carbono orgânico total (% COT) superiores a 2% e valores de índice de hidrogênio (IH) superiores a 300 mg HC/g COT (**figura 21**), os quais indicam potencial para geração de óleo (Epistalié *et al.*, 1985).

Integrando-se estes resultados com os dados de pirólise (Freitas, 2007), percebe-se que a palinofácies 1 é a mais indicada ao aproveitamento industrial para extração de hidrocarbonetos. Sugere-se para uma avaliação econômica, o mapeamento destes intervalos em outras partes da bacia.

Os resultados palinológicos concordam, de modo geral, com as associações encontradas em trabalhos anteriores (Lima *et al.*, 1985; Yamamoto, 1995; Bernardes-de-Oliveira, *et al.*, 2002; Garcia, *et al.*, 2008; Antonioli *et al.*, 2008).

De acordo com a maior frequência de coníferas, representadas por *Dacrydiumites florinii* e *Podocarpidites* spp. e a existência de cutículas com estômatos preservados, sugere-se a existência de clima temperado úmido.

Apesar de serem compatíveis ecologicamente, a frequência das algas *Botryococcus braunii* é superior a das algas *Pediastrum* spp, as quais proliferariam em condições de menor salinidade e/ou mais nutrientes (Tyson, 1995).

5. SISTEMÁTICA

Foram escritas primeiramente as espécies de fungos, seguidas pelas espécies de algas e por fim os grãos de esporos e pólen.

Todas as 49 espécies de palinomorfos reconhecidas neste estudo estão representadas neste capítulo, dentre as quais: 24 são grãos de pólen, 14 são grãos de esporos de briófitas e pteridófitas, 9 são fungos e 2 são algas.

FUNGI

FUNGI SPORAE DISPERSAE

AMEROSPORAE

Gênero *Inapertisporites* (Van der Hammen) emend. Elsik, 1968

Espécie-tipo: *Inapertisporites pseudoreticulatis* (Van der Hammen) emend. Elsik. 1968)

Inapertisporites sp. - **Estampa 2 (foto 1)**

Descrição: esporo de fungo unicelado, aseptado, inaperturado, psilado, contorno circular. Neste trabalho, não houve preocupação em distinguir as espécies.

Dimensões (5 exemplares): 15 – 20 μm (100x).

DIDYMOSPORAE

Gênero *Dicellaesporites* (Elsik, 1968) emend. Sheffy & Dilcher, 1971

Espécie-tipo: *Dicellaesporites popovii* (Elsik, 1968)

Dicellaesporites elongatus (Rao e Ramnujam, 1978) - **Estampa 2 (foto 2)**

Descrição: esporo de fungo dicelado, inaperturado, psilado, com um septo e contorno elíptico.

Dimensões (5 exemplares): 20 μm de diâmetro (100x). Celas com 7 μm e septo com 2 μm de espessura.

Dicellaesporites sp. - **Estampa 2 (foto 3)**

Descrição: esporo de fungo dicelado, septado, inaperturado. Contorno elíptico.

Parede psilada, espessa.

Dimensões (5 exemplares): 48 μm de diâmetro (100x). Parede com 3 μm de espessura.

Gênero *Dyadosporonites* (Elsik, 1968)

Espécie-tipo: *Dyadosporonites schwabii* (Elsik, 1968)

Dyadosporonites sp 1. - **Estampa 2 (foto 4)**

Descrição: esporo de fungo dicelado, septado, diporado, poros na extremidade de cada célula. Contorno elíptico. Psilado.

Dimensões (10 exemplares): 12 μm de diâmetro (100x). Septo com 3 μm de espessura.

Dyadosporonites sp 2. - **Estampa 2 (foto 5)**

Descrição: esporo de fungo dicelado, septado, diporado, poros na extremidade de cada célula. Contorno elíptico. Psilado.

Dimensões (10 exemplares): 18-28 μm de diâmetro (100x).

PHRAGMOSPORAE

Gênero *Diporicellaesporites* (Elsik, 1968)

Espécie-tipo: *Diporicellaesporites stacyi* (Elsik, 1968)

Diporicellaesporites spp. - **Estampa 2 (foto 6)**

Descrição: esporo de fungo celado, septado, aperturado, contorno aproximadamente elíptico com 3 – 7 celas e dois ou mais septos. Um poro em cada célula terminal do esporo. Neste trabalho, não houve preocupação em distinguir as espécies.

Dimensões (12 exemplares): 20-30 μm de diâmetro (100x). Poro com 2 – 4 μm de diâmetro.

Gênero *Multicellaesporites* (Elsik) emend. Sheffy & Dilcher, 1971

Espécie-tipo: *Multicellaesporites nortoni* (Elsik, 1968)

Multicellaesporites spp. - **Estampa 2 (foto 7)**

Descrição: esporo de fungo multicelado, inaperturado, psilado, com três ou mais células, dois ou mais septos, células em disposição linear ao longo do comprimento. Sob este *taxon* foram identificadas várias morfoespécies que não foram detalhadas neste trabalho.

Dimensões (20 exemplares): 12 – 18 μm de diâmetro (100x). Celas variando de 2 - 6

μm e septos com 1 - 3 μm de espessura.

FUNGI ASCOSTROMA ORDEM MTCROTHYRIALES

Gênero *Callimothallus* (Dilcher, 1965)

Espécie-tipo: *Callimothalus pertusus* (Dilcher, 1965)

Callimothallus senii (Venkatachala e Kar) emend. Kalgutkar e Jansonius, 2000 j-

Estampa 2 (foto 8)

Descrição: corpo frutífero, simetria radial, células poradas, margem pouco irregular. Sem ostíolo.

Dimensões (3 exemplares): 60 – 120 μm de diâmetro (100x).

Callimothallus sp. - **Estampa 2 (foto 9)**

Descrição: corpo frutífero com simetria radial, composto de células poradas. Sem ostíolo. Neste trabalho, não houve preocupação em distinguir as espécies.

Dimensões (2 exemplares): 30 – 100 μm de diâmetro (100x).

Idade: Paleógeno ao Mioceno (Elsik, 1978).

ALGAE Divisão CHLOROPHYTA Classe CHLOROPHYCEAE Ordem CHLOROCOCCALES

Família DICTOSPHAERIACEAE

Gênero *Botryococcus* (Kützinger, 1849)

Espécie-tipo: *Botryococcus braunii* (Kützinger, 1849) - **Estampa 3 (fotos 1 a 6)**

Descrição: colônias de células de 10 – 18 μm , ovais, conectadas e de cor amarela a marrom-amarelada.

Dimensões (2000 exemplares): 60 – 200 μm de diâmetro (100x).

Idade: Ordoviciano ao Pleistoceno (Sah, 1967).

Família HYDRODICTYACEAE

Gênero *Pediastrum* (Meyen, 1829) - **Estampa 3 (fotos 7 a 9)**

Descrição: colônias de células com forma de estrelas circulares ou elípticas e planas (cenóbios), compostas de células interiores triangulares ou poligonais, totalmente unidas entre si formando anéis concêntricos. As células internas são pento-hexangulares e as periféricas possuem um par de processos.

Dimensões (100 exemplares): 20 – 80 μm de diâmetro (100x); largura da célula interior: 3 – 10 μm ; largura da célula periférica: 10 – 15 μm ; comprimento do processo: 5 – 8 μm .

Idade: Eocretáceo ao Recente (Ediger & Bati, 1988).

Algas não-identificadas

Alga não-identificada sp. 1 - Estampa 3 (fotos 10 e 11)

Descrição: esporo alongado, amassado. Psilado.

Dimensões (2 exemplares): 50 x 35 μm (100x); .parede: 2 – 3 μm de espessura.

Alga não-identificada sp. 2 - Estampa 3 (fotos 12 e 13)

Descrição: esporo circular, isopolar, frequentemente amassado. Psilado.

Dimensões (2 exemplares): 60 – 80 μm de diâmetro (100x); .parede: 1 – 2 μm de espessura.

Anteturma SPORITES (Potonié, 1893)

Turma TRILETES (Reinsch emend. Dettmann, 1963)

Subturma AZONOTRILETES (Luber emend. Dettmann, 1963)

Infraturma LAEVIGATI (Bennie & Kindston emend. Potonié, 1956)

Gênero *Leiotriletes* (Naumova ex Ishchenko, 1952)

Espécie-tipo: *Leiotriletes sphaerotriangulus* (Loose) Potonié & Kremp, 1954

Leiotriletes microadriennis Krutzsch, 1959 - **Estampa 4 (foto 1)**

Distingue-se de *Cyathidites* e *Deltoidospora* por ter âmbito triangular de lados convexos (Dettmann, 1963).

Descrição: esporo trilete, simetria radial, âmbito subtriangular de lados retos e ângulos bem arredondados. Laesura levemente sinuosa, longa tocando a borda do grão. Exina

psilada.

Dimensões (50 exemplares): diâmetro equatorial 30 – 40 μm (100x); exina com 1 μm de espessura.

Afinidade botânica: Schizaeaceae, cf. *Lygodium* (Kedves, 1961).

Gênero *Cyathidites* (Couper, 1953)

Espécie-tipo: *Cyathidites australis* (Couper, 1953)

Cyathidites sp. - **Estampa 4 (foto 2)**

Descrição: esporo trilete, simetria radial, anisopolar, âmbito triangular de lados côncavos e ângulos arredondados. Marca trilete reta. Exina psilada com 1 μm de espessura.

Distingue-se de *Deltoidospora* e *Leiotriletes* por ter âmbito triangular de lados côncavos (Dettmann, 1963; Srivastava, 1972b).

Dimensões (5 exemplares): diâmetro equatorial 18 – 25 μm (100x).

Afinidade botânica: Cyatheaceae - pteridófita (Couper, 1953, 1958).

Gênero *Deltoidospora* (Miner, 1935)

Espécie-tipo: *Deltoidospora hallii* (Miner, 1935)

Deltoidospora sp. - **Estampa 4 (foto 3)**

Distingue-se de *Leiotriletes* e *Cyathidites* por ter âmbito triangular de lados retos (Dettmann, 1963).

Descrição: esporo trilete, simetria radial, âmbito triangular de lados retos e ângulos bem arredondados; laesura longa levemente ondulada. Exina psilada.

Dimensões (20 exemplares): diâmetro equatorial 25 – 32 μm (100x); exina psilada com 2 – 4 μm de espessura.

Afinidade botânica: Polypodiaceae - pteridófita.

Infraturma APICULATI (Bennie & Kindston emend. Potonié, 1956)

Gênero *Echitriletes* (Potonié, 1956)

Espécie-tipo: *Echitriletes lanatus* (Dijkstra, 1951) emend. Potonié, 1956

Echitriletes muelleri (Regali et al, 1974) – **Estampa 4 (fotos 4)**

Descrição: esporo trilete, simetria radial, anisopolar, âmbito circular. Laesura bem evidente. Exina equinada com espinhos distribuídos por toda a superfície do grão.

Dimensões (15 exemplares): corpo sem eqüinas 20-35 μm de diâmetro (100x).

Eqüinas com 4µm de altura e 2 µm de base. Exina com 1µm de espessura.

Idade: Oligoceno da Formação Tremembé (Lima *et al.*, 1985)

Afinidade botânica: Selaginellaceae.

Gênero *Echinatisporis* (Krutzsch, 1959)

Espécie-tipo: *Echinatisporis longechinus* (Krutzsch, 1959)

Echinatisporis sp. - **Estampa 4 (foto 5)**

Descrição: esporo trilete, simetria radial, anisopolar, âmbito subcircular. Exina equinada, com espinhos distribuídos espaçadamente por todo o corpo.

Dimensões (12 exemplares): diâmetro equatorial 14 – 18 µm (100x); altura dos espinhos 4 - 8µm. Exina com 1 - 2 µm de espessura.

Afinidade botânica: Selaginellaceae.

Infraturma MURONARTI (Potonié & Kremp, 1954)

Gênero *Cicatricosisporites* (Potonié & Gelletich, 1933)

Espécie-tipo: *Cicatricosisporites dorogensis* (Potonié & Gelletich, 1933)

Cicatricosisporites dorogensis (Potonié & Gelletich, 1933) - **Estampa 4 (fotos 6 e**

7)

Descrição: esporo trilete, simetria radial, âmbito subtriangular, em alguns grãos, subtriangular a quase circular. Laesura longa e distinta. Exina estriada tais que as estrias são proeminentes com margens onduladas.

Dimensões (30 exemplares): diâmetro equatorial 45 – 60 µm (100x); Estrias com espaçamento de 1 a 2 µm entre si.

Idade: Oligoceno da Formação Tremembé (Lima *et al.*, 1985)

Oligoceno das Bacias de São Paulo, Taubaté e Resende (Yamamoto, 1995)

Afinidade botânica: Schizaeaceae (Kedves, 1961).

Gênero *Foveotriletes* (Potonié, 1956)

Espécie-tipo: *Foveotriletes scrobiculatus* (Potonié, 1956)

Foveotriletes sp. - **Estampa 4 (foto 8)**

Descrição: esporo trilete, simetria radial, anisopolar, âmbito subcircular. Exina foveolada com foveólas circulares de aproximadamente 1µm de diâmetro e elípticas.

Dimensões (8 exemplares): diâmetro equatorial 25 – 30 µm (100x); exina 1 - 1,5 µm

de espessura.

Gênero *Hamulatisporis* (Krutzsch emend. Srivastava, 1972)

Espécie-tipo: *Hamulatisporis hamulatis* (Krutzsch, 1959)

Hamulatisporis sp. - **Estampa 4 (foto 9)**

Descrição: esporo trilete, simetria radial, âmbito subcircular, geralmente em tétrade; laesura espessa, saliente, levemente ondulada. Exina fortemente rugulada.

Dimensões (10 exemplares): diâmetro equatorial do grão individual 18 – 25 µm (100x), diâmetro da tétrade 35 – 50 µm.

Afinidade botânica: *Lycopodium adpressum* (Srivastava, 1972).

Subturma ZONOTRILETES (Waltz, 1935)

Infraturma AURICULATI (Schopf emend. Dettmann, 1963)

Gênero *Plicatella* (Maljavkina emend. Burden & Hills, 1989)

Espécie-tipo: *Plicatella trichacantha* (Maljavkina, 1949)

Plicatella sp. - **Estampa 4 (foto 10)**

Descrição: esporo trilete, simetria radial, âmbito subtriangular de lados convexos. Laesura distinta, quase atinge o espessamento nos ângulos onde forma pequenas aurículas de altura 7- 10 µm, mais escuras que o resto do corpo. Exina estriada, estrias proeminentes, paralelas, de espessura 3 – 7 µm e separadas entre si de 1 – 3 µm. Na face distal, no pólo, as estrias se unem formando pequena área triangular aberta ou fechada.

Dimensões (15 exemplares): diâmetro equatorial 50 – 65 µm (100x).

Afinidade botânica: Anemiaceae (Dettmann & Clifford, 1992).

Infraturma CINGULATI (Potonié & Klaus emend. Dettmann, 1963)

Gênero *Polypodiaceoisporites* (Potonié, 1951 ex Potonié, 1956)

Espécie-tipo: *Polypodiaceoisporites speciosus* (Potonié, 1934)

Polypodiaceoisporites potoniei (Kedves, 1961) - **Estampa 4 (fotos 11 e 12)**

Descrição: esporo trilete, simetria radial, anisopolar, âmbito triangular com ângulos bem arredondados e lados retos, convexos ou côncavos. Marca trilete quase tocando o cingulo, com margo; cingulo psilado. Porção central com aspecto corrugado. Cingulo mais

espesso nos ângulos.

Dimensões (30 exemplares): diâmetro equatorial 28 – 32 μm (100x); espessura do cingulo 2 – 5 μm .

Idade: Oligoceno da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté (Lima *et al.*, 1985)

Afinidade botânica: Polypodiaceae.

Turma MONOLETES (Ibrahim, 1933)

Subturma AZONOMONOLETES (Luber, 1935)

Infraturma LAEVIGATOMONOLETI (Dybová & Jachowicz, 1957)

Gênero *Laevigatosporites* (Ibrahim, 1933)

Espécie-tipo: *Laevigatosporites vulgaris* (Ibrahim, 1933)

Laevigatosporites ovatus (Wilson & Webster, 1946) - **Estampa 5 (fotos 1 a 3)**

Descrição: esporo monolete, simetria bilateral, âmbito elíptico; laesura nítida. Exina psilada.

Dimensões (60 exemplares): diâmetro equatorial longitudinal 30 – 48 μm (100x); exina com cerca de 1 μm de espessura.

Idade: Oligoceno da Formação Tremembé (Lima *et al.*, 1985).

Oligoceno: Formações Resende, Tremembé e São Paulo (Yamamoto, 1995)

Afinidade botânica: Aspleniaceae, Blechnaceae, Polypodiaceae, Schizaeaceae (Raine *et al.*, 2006).

Infraturma SCULPTAMONOLETI (Dybová & Jachowicz, 1957)

Gênero *Cicatricosporites* (Thomson & Pflug, 1953)

Espécie-tipo: *Cicatricosporites eocenicus* (Jansonius & Hills, 1976)

Cicatricosporites sp. - **Estampa 5 (foto 4)**

Descrição: esporo monolete, simetria bilateral, âmbito elíptico. Exina estriada, estrias proeminentes aproximadamente paralelas à abertura, algumas se ramificam, com cerca de 8 - 12 estrias de cada lado em vista equatorial, espessura das estrias 3 – 4 μm , separadas por espaços de 2 μm .

Dimensões (10 exemplares): diâmetro equatorial longitudinal 60 – 75 μm (100x), eixo polar 50 μm .

Afinidade botânica: Schizaeaceae.

Gênero *Verrucatosporites* (Thomson & Pflug, 1953)

Espécie-tipo: *Verrucatosporites alienus* (Thomson & Pflug, 1953)

Verrucatosporites usmensis - **Estampa 5 (fotos 5 e 6)**

Descrição: esporo monolet, simetria bilateral, âmbito elíptico. Exina composta por gemas e verugas, de amplitudes e largura variáveis.

Dimensões (30 exemplares): diâmetro equatorial longitudinal 50 – 75 µm (100x); exina de espessura 2 – 3 µm.

Idade: Oligoceno das Formações São Paulo e Itaquaquacetuba, Bacia de São Paulo (Lima *et al*, 1991)

Afinidade botânica: Blechnaceae (Germerrad *et al*, 1968).

Anteturma POLLENITES (Potonié, 1931)

Turma SACCITES (Erdtman, 1947)

Subturma MONOSACCITES (Chitaley emend. Potonié & Kremp, 1954)

Monosaccate sp. - **Estampa 5 (foto 7)**

Descrição: grão de pólen monossacado, contorno do corpo aproximadamente circular em vista polar. Sacos com retículo de malhas irregulares, alguns incompletos, com lúmen de até 4 µm.

Dimensões (10 exemplares): comprimento do corpo 25 x 45 µm, comprimento do saco 6 - 18 µm.

Afinidade botânica: gimnosperma indeterminada.

Subturma DISACCITES (Cookson, 1947)

Gênero *Podocarpidites* (Cookson ex Couper, 1953)

Espécie-tipo: *Podocarpidites ellipticus* (Cookson, 1947)

Podocarpidites marwickii (Romero, 1977) - **Estampa 6 (fotos 1 e 2)**

Descrição: pólen bissacado, contorno do corpo subcircular a romboidal em vista polar, em que geralmente a largura é maior do que o comprimento. Zona germinal larga e as

bases de inserção dos sacos seguem uma linha curva, à semelhança de um par de parênteses, ou retas em vista polar. Retículo do saco é aberto e fino; muros nitidamente definidos que deixam espaços poligonais a subpoligonais. Corpo central psilado.

Dimensões (600 exemplares): comprimento do corpo 48 – 60 μm ; largura do corpo 35 – 50 μm ; comprimento do saco 30 – 50 μm , largura do saco 30 - 35 μm .

Idade: Oligoceno das Bacias de Taubaté e Resende (Yamamoto, 1995).

Afinidade botânica: Podocarpaceae.

Podocarpidites aff. *P. rugulosus* (Romero, 1977) - **Estampa 6 (foto 3)**

Descrição: grão de pólen bissacado, contorno do corpo subarredondado em vista polar e equatorial. Corpo formado por verrugas e rúgulas, área germinal psilada, apresenta crista marginal. Os sacos apresentam grande variação em tamanho, podendo, às vezes, a largura de um saco ser maior que o outro, mas geralmente são pouco menores do que o corpo; sacos de retículo poligonal-subpoligonal com alguns muros cegos, lúmen de até 3 μm .

Dimensões (48 exemplares): comprimento do corpo 24 – 35 μm (100x), largura do corpo 20 - 28 μm , comprimento do saco 10 – 18 μm , largura do saco 14 – 28 μm .

Comparação: difere de *Podocarpidites rugulosus* (Romero, 1977) por apresentar sacos com retículo nítido e forte, enquanto os de *P. rugulosus* é pouco definido, largo, de muros interrompidos, em forma de rúgulas (Yamamoto, 1995).

Afinidade botânica: *Podocarpus nubigenus* e *Dacrydium foncki* (Romero, 1977).

Podocarpidites sp. - **Estampa 6 (foto 4)**

Descrição: grão de pólen bissacado, contorno do corpo do corpo esferoidal a prolato; largura do saco maior do que a do corpo.

Dimensões (200 exemplares): comprimento do corpo 26 – 38 μm (100x), largura do corpo 18 – 36 μm , comprimento do saco 08 – 20 μm , largura do saco 12 – 28 μm .

Afinidade botânica: *Podocarpus nubigenus* e *Dacrydium foncki* (Romero, 1977).

Gênero *Dacrydiumites* (Cookson ex Harris, 1965)

Espécie-tipo: *Dacrydiumites florinii* (Cookson & Pike ex Harris, 1965)

Dacrydiumites florinii (Cookson & Pike ex Harris, 1965) - **Estampa 6 (fotos 5 e 6)**

Descrição: grão de pólen bissacado, com corpo de contorno subcircular. Sacos relativamente pequenos, livres ou unidos em um "babado" ao redor da região do sulco, apresentando nervuras internas radiais na forma de laços desde a sua base de inserção, o que distalmente forma um retículo de malhas irregulares e muros às vezes interrompidos. Sulco

variável, freqüentemente indistinto.

Dimensões (870 exemplares): comprimento do corpo 18 – 38 μm (100x), comprimento do saco 08 – 20 μm , largura do saco 16 – 28 μm , altura do saco 4 – 16 μm , diâmetro do saco 10 – 28 μm , espessura da parede 1 – 3 μm .

Discussão: os sacos variam em seu tamanho, sendo alguns de difícil delimitação e os laços têm também amplitude variável.

Idade: Oligoceno da Formação Tremembé (Lima *et al*, 1985).

Oligoceno das Bacias de Taubaté e Resende (Yamamoto, 1995).

Afinidade botânica: *Dacrydium* – Podocarpaceae do Grupo B de Florin (1931. *apud* Cookson & Pike, op. cit.).

Bissacado não-identificado - **Estampa 6 (foto 7)**

Descrição: grão de pólen bissacado, com corpo alongado e estreito. Sacos largos e simétricos em relação ao eixo do corpo.

Dimensões (4 exemplares): 55 – 60 μm x 15 – 20 μm (100x); .parede: 1 – 2 μm de espessura.

Subturma POLYSACCITES (Cookson, 1947)

Trissacado não-identificado - **Estampa 6 (foto 8)**

Descrição: grão de pólen triissacado, com corpo subcircular. Sacos estreitos e de dimensões variáveis.

Dimensões (2 exemplares): 25 – 35 μm de diâmetro (100x); parede: 1 μm de espessura.

Turma PLICATES (Naumova emend. Potonié, 1960)

Subturma POLYPLICATES (Erdtman, 1952)

Ephedripites (Distachyapites) tertarius (Krutzsch, 1970) - **Estampa 7 (foto 1)**

Descrição: grão de pólen monade, simetria radial, isopolar, contomo elipsoidal, sem abertura. Exina poliplicada, cerca de 5 - 8 costelas paralelas entre si, delimitadas por uma linha Z (zigue-zague) nítida. Sexina psilada.

Dimensões (25 exemplares): comprimento 48 – 60 μm (100x), largura 19 – 28 μm ,

espessura da exina 1 μm .

Idade: Oligoceno da Alemanha (Krutzsch, 1970).

Afinidade botânica: Ephedraceae.

Ephedripites (Distachyapites) fusiformis (Krutzsch, 1970) – **Estampa 7 (foto 2)**

Descrição: grão pólen monade, simetria radial, isopolar, contomo elipsoidal, sem abertura. Exina poliplicada, cerca de 4 - 6 costelas paralelas entre si, delimitadas por uma linha Z. Sexina psilada.

Dimensões (18 exemplares): comprimento 40 – 52 μm (100x), largura 12 – 22 μm ; espessura da exina 1 μm .

Afinidade botânica: Ephedraceae.

Ephedripites (Distachyapites) lusaticus (Krutzsch, 1961) - **Estampa 7 (foto 3)**

Descrição: grão monade, simetria radial, isopolar, contomo elipsoidal, sem abertura. Exina poliplicada, cerca de 5 costelas paralelas entre si, delimitadas por uma linha Z. Sexina psilada.

Dimensões (6 exemplares): comprimento 28 – 38 μm (100x), largura 15 – 24 μm ; espessura da exina 0,5 μm .

Afinidade botânica: Ephedraceae.

Subturma MONOCOLPATES (Iversen & Troels-Smith, 1950)

Gênero *Liliacidites* (Couper, 1953)

Espécie-tipo: *Liliacidites kaitangataensis*

Liliacidites sp.- **Estampa 7 (foto 4)**

Descrição: grão de pólen monade, simetria bilateral, heteropolar, âmbito ovalado com extremidades arredondadas. Monocolpado, colpo longo. Sexina finamente reticulada, lúmen menor ou igual a 0,5 μm de diâmetro, delicado.

Dimensões (30 exemplares): 15 – 22 μm de diâmetro (100x), exina menor ou igual a 1 μm de espessura.

Afinidade botânica: Palmae, Liliaceae, Amaryllidaceae e Iridaceae (Frederiksen *et al*, 1983; Krutzsch, 1970).

Subturma TRIPTYCHES (Naumova, 1939)

Gênero *Tricolpites* sp. – **Estampa 7 (foto 5)**

Descrição: grão de pólen monade, simetria radial, isopolar, subesferoidal. Tricolpado, colpos longos. Exina fina, tectada com espinhos curtos espalhados uniformemente por toda a superfície.

Dimensões (8 exemplares): diâmetro equatorial 48 – 58 μm (100x); colpos longos com 15 – 20 μm de profundidade; exina 1 μm de espessura.

Gênero *Psilatricolpites* Van der Hammen (Pierce, 1961)

Espécie-tipo: *Psilatricolpites incomptus* Van der Hammen (Pierce, 1961)

Psilatricolpites sp. (Regali *et al*, 1974) - **Estampa 7 (foto 6)**

Descrição: grão de pólen monade, simetria radial, isopolar, âmbito triangular com lados retos a levemente convexos. Tricolpado, colpos longos. Exina psilada.

Dimensões (60 exemplares): 38 – 42 μm de diâmetro (100x); colpos longos com 10 – 15 μm de profundidade; exina 2 μm de espessura.

Afinidade botânica: Angiospermae.

Gênero *Striatopollis* (Krutzsch, 1959)

Espécie-tipo: *Striatopollis sarstedtensis* (Krutzsch, 1959)

Striatopollis catatumbus (González Guzmán) Ward, 1986 - **Estampa 7 (fotos 7 e 8)**

Descrição: grão de pólen monade, simetria radial, isopolar. Tricolpado, colpos retos e longos. Exina estriada, estrias levemente sinuosas.

Dimensões (15 exemplares): 42 – 46 μm de diâmetro (100x); exina 2 μm de espessura.

Idade: Oligoceno da Formação Tremembé (Yamamoto, 1995)

Afinidade botânica: Fabaceae (Germerrad *et al*, 1968)

Gênero *Crototricolpites* (Leidelmeyer, 1966)

Espécie-tipo: *Crototricolpites annemariae* (Leidelmeyer, 1966)

Crototricolpites aff. *C. annemariae* - **Estampa 7 (foto 9)**

Descrição: grão de pólen monade, simetria radial, isopolar, subesferoidal - prolato. Tricolpado, colpo longo, às vezes obscurecido pela escultura. Sexina clavada, clavas de altura 1 - 2 μm , o topo das clavas em superfície é triangular ou subtriangular, formando uma área em flor, em alguns casos bem definidas.

Dimensões (46 exemplares): eixo polar 25 – 38 μm , diâmetro equatorial 20 – 30 μm ; espessura da exina sem ornamentação 0,5 μm .

Comparação: esta forma difere de *Crototricolpites annemariae* por seu tamanho menor e padrão em cróton miúdo e às vezes não muito bem definidos.

Subturma POLYPTYCHES (Naumova, 1939)

Infraturma PERICOLPATI (Potonié, 1970)

Gênero *Perisyncolporites* (Germeraad *et al.*, 1968)

Espécie tipo: *Perisyncolporites pokorny* (Germeraad *et al.*, 1968) - **Estampa 7 (foto**

10)

Descrição: grão de pólen monade, isopolar, esférico. Sincolporado, poros circulares a subcirculares. Exina espessa e psilada.

Dimensões (20 exemplares): 25 – 38 μm de diâmetro (100x); poros com 3 – 4 μm de diâmetro; exina com 3 – 4 μm de espessura.

Idade: Oligoceno da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté (Lima *et al.*, 1985).

Oligoceno das Bacia de Taubaté e Resende (Yamamoto, 1995).

Afinidade botânica: Malpighiaceae (Maizatto, 2001).

Subturma PTYCHOTRIPORINES (Naumova, 1939)

Gênero *Bombacacidites* (Couper, 1960)

Espécie-tipo: *Bombacacidites bombaxoides* (Couper, 1960)

Bombacacidites sp. (Frederiksen *et al.*, 1983) - **Estampa 8 (foto 1)**

Descrição: grão de pólen monade, simetria radial, isopolar, âmbito subtriangular. Tricolporado, pleurotremado. Exina finamente reticulada com lumens maiores na região central.

Dimensões (38 exemplares): 22 x 26 μm diâmetro (100x); exina 1 – 2 μm de espessura.

Afinidade botânica: Bombacaceae.

Psilatricolporites operculatus (Van der Hammen & Wymstra, 1964) - **Estampa 8 (foto 2)**

Descrição: grão de pólen monade, simetria radial, isopolar, âmbito circular. Tricolporado, colpos longos com opérculo. Exina psilada.

Dimensões (12 exemplares): 18 – 25 μm de diâmetro (100x); exina com 1 μm de espessura.

Idade: Oligoceno da Bacia de Taubaté (Yamamoto, 1995).

Gênero *Retitricolporites* (Van der Hammen e Wymstra, 1964)

Espécie tipo: *Retitricolporites guianensis* (Van der Hammen e Wymstra, 1964)

Retitricolporites finitus - **Estampa 8 (foto 3)**

Descrição: grão de pólen monade, simetria radial, isopolar, suboblato a subesferoidal. Tricolporado, poros circulares e pouco evidentes. Exina microrreticulada a escabrada.

Dimensões (30 exemplares): 30 – 38 μm de diâmetro equatorial (100x); exina com 2 μm de espessura.

Afinidade botânica: Angiospermae.

Gênero *Rhoipites* (Wodehouse, 1933)

Espécie-tipo: *Rhoipites bradleyi* (Wodehouse, 1933)

Rhoipites sp. - **Estampa 8 (foto 4)**

Descrição: grão de pólen, simetria radial, isopolar, suboblato a subesferoidal. Tricolporado, poros subcirculares a alongados. Exina aparentemente homogênea. Sexina levemente reticulada.

Dimensões (50 exemplares): 22 – 32 μm de diâmetro equatorial (100x); exina com 1 μm de espessura.

Afinidade botânica: Angiospermae.

Turma POROSES (Naumova emend. Potonié, 1960)

Subturma TRIPORINES (Naumova emend. Potonié, 1960)

Gênero *Proteacidites* (Cookson ex Couper, 1953)

Espécie-tipo: *Proteacidites adenantoides* (Cookson, 1950)

Proteacidites sp. - **Estampa 8 (foto 5)**

Descrição: grão de pólen monade, simetria radial, âmbito triangular delados retos a

levemente convexos. Triporado. Exina microrreticulada.

Dimensões (12 exemplares): 20 – 25 μm de diâmetro (100x), exina menor ou igual a 1 μm de espessura.

Afinidade botânica: Proteaceae.

Subturma POLYPORINES (Naumova emend. Potonié, 1960)

Infraturma STEPHANOPORATI (Van der Hammen, 1954)

Gênero *Malvacipollis* (Harris, 1965)

Espécie-tipo: *Malvacipollis diversus* (Harris, 1965)

Malvacipollis spinulosa (Frederiksen *et al*, 1983) – **Estampa 8 (foto 6)**

Descrição: grão de pólen monade, simetria radial, isopolar, subesferoidal, âmbito subcircular. Estefanoporado, poros de difícil observação, provavelmente de 4 a 8 poros com 1 a 3 μm de diâmetro, ânnulos visíveis ou não, com espessura menor ou igual a 1 μm de diâmetro.

Dimensões (60 exemplares): diâmetro equatorial sem ornamentação 30 – 40 μm (100x); exina sem ornamentação com 1 μm de espessura; espinhos com 1- 2 μm de altura.

Idade: Oligoceno das Bacias de Taubaté e Resende (Yamamoto, 1995).

Afinidade botânica: Euphorbiaceae (Frederiksen *et al*, 1983).

Gênero *Ulmodeipites* (Anderson, 1960)

Espécie-tipo: *Ulmodeipites krempii* (Anderson, 1960) – **Estampa 8 (foto 7)**

Descrição: grão de pólen monade, simetria radial, isopolar. Estefanoporado, 4 – 5 poros circulares com 1 a 2 μm de diâmetro, anulados. Sexina microverrugosa.

Dimensões (32 exemplares): diâmetro equatorial 18 – 25 μm (100x); poros com 2 – 4 μm de diâmetro; exina com 1 μm de espessura.

Idade: Oligoceno da Formação Tremembé (Lima *et al*, 1985).

Oligoceno das Formações Tremembé e São Paulo (Yamamoto, 1995).

Afinidade botânica: Ulmaceae.

Infraturma PERIPORATI (Van der Hammen emend Potonié, 1960)

Gênero *Catinipollis* (Krutzsch, 1966)

Espécie-tipo: *Catinipollis geiseltalensis* (Krutzsch, 1966) - **Estampa 8 (foto 8)**

Descrição: grão esferoidal, periporado (?), composto de numerosos poros (?) circulares a subcirculares que se projetam distintamente na superfície. Exina psilada a levemente escabrada.

Dimensões (7 exemplares): 25 – 32 μm de diâmetro (100x). Poros (?) com 1 – 2 μm de diâmetro.

Idade: Oligoceno da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté (Lima *et al.*, 1985).

Oligoceno das Formações Tremembé e São Paulo (Yamamoto, 1995).

Afinidade botânica: *Craniolaria* – Martyniaceae.

Gênero *Echiperiporites* (Van der Hammen e Wymstra, 1964)

Espécie-tipo: *Echiperiporites akanthos* (Van der Hammen e Wymstra, 1964)

Echiperiporites sp. - **Estampa 9 (foto 1).**

Descrição: grão de pólen monade, esférico, periporado, cinco poros circulares e alinhados. Exina espinescente.

Dimensões (3 exemplares): 30 – 40 μm de diâmetro (100x). Poros com 1 – 2 μm de diâmetro. Espinhos com menos de 1 μm de altura.

Afinidade botânica: Angiospermae.

Gênero *Scabraperiporites* (Regali, Uesugui & Santos, 1974)

Espécie-tipo: *Scabraperiporites nativensis* (Regali, Uesugui & Santos, 1974)

Scabraperiporites asymmetricus (Dueñas, 1980) - **Estampa 9 (fotos 2 e 3)**

Descrição: grão de pólen mônade, esférico. Periporado com 5 - 7 poros, alguns com ânnulos evidentes. Exina escabrada a fortemente escabrada.

Dimensões (15 exemplares): 20 – 40 μm de diâmetro (100x); exina 1 – 3 μm de espessura.

Idade: Espécimes similares são citados para o Oligoceno da Bacia de Resende (Yamamoto, 1995).

Oligoceno a Mioceno da Colômbia (Dueñas, 1980)

Afinidade botânica: Malpighiaceae (Roubik & Moreno, 1991).

Turma JUGATES (Erdtman, 1943)

Subturma TETRADITES (Cookson, 1947)

Gênero *Quadraplanus* (Stover & Partridge, 1973)

Espécie-tipo: *Quadraplanus brossus* (Stover, 1973)

Quadraplanus sp. - **Estampa 9 (foto 4)**

Descrição: grãos de pólen reunidos em tétrade. Grão individual com abertura indistinta, provavelmente porado. Sexina verrugosa, verrugas com topo achatado, de base 1 – 2 μm , geralmente separadas uma das outras.

Dimensões (3 exemplares): 35 - 45 x 30 – 38 μm (100x); exina com 1 μm de espessura.

Comparação: segundo Lima *et al.* (1989a), *Quadraplanus* sp. assemelha-se a *Tetradites* sp. de Regali *et al.* (1974).

Idade: Neo-eoceno a Eomioceno do Brasil (Regali *et al.*, op. cit.)

Afinidade botânica: Leguminosae.

Subturma POLYADITES (Pant, 1954)

Gênero *Polyadopollenites* (Thomson & Pflug 1953)

Espécie-tipo: *Polyadopollenites multipartitus* (Thomson & Pflug 1953)

Polyadopollenites sp. - **Estampa 9 (fotos 5 e 6)**

Descrição: políade de dez a quinze grãos, oblato-suboblato, alongado-elíptico em vista equatorial, subcircular em vista polar. Abertura não determinada. Sexina microverrugosa a escabrada, sexina e nexina aproximadamente de igual espessura.

Dimensões (12 exemplares): diâmetro equatorial 32 – 45 μm (100x), eixo polar 18 – 25 μm ; espessura da exina 1 μm .

Afinidade botânica: Mimosoideae.

6. CONCLUSÕES

Na seção estudada, a Formação Tremembé caracteriza-se pelo predomínio de material orgânico autóctone (matéria orgânica amorfa e algas clorofíceas) com contribuições menores de componentes alóctones (grãos de pólen, esporos, fitoclastos, tecidos cuticulares e fungos).

A partir dos resultados qualitativos e quantitativos, foi possível individualizar três palinofácies:

- Palinofácies 1: no topo da seção, corresponde aos valores mais elevados de COT e IH. É rica em matéria orgânica amorfa globosa com fluorescência moderada a alta e possui frequências menores de algas lacustres. Caracteriza condições mais propícias à preservação da matéria orgânica do que às do restante da seção.

- Palinofácies 2: em níveis mais restritos nas porções intermediária e inferior da seção, corresponde aos valores intermediários de COT e IH. As frequências da matéria orgânica amorfa também são intermediárias entre as das palinofácies 1 e 3 e possui as maiores frequências de componentes alóctones. A matéria orgânica amorfa apresenta-se dispersa com fluorescência moderada a baixa. Caracteriza condições menos propícias à preservação da matéria orgânica do que às do restante da seção e um sub-ambiente mais próximo à área-fonte dos sedimentos.

- Palinofácies 3: é a que ocorre na maior parte da seção. Na base, corresponde aos valores mais baixos de COT e IH, enquanto na porção intermediária, ambos os valores são mais elevados. Possui as menores frequências de MOA e as maiores de algas lacustres. A matéria orgânica amorfa apresenta-se dispersa com fluorescência moderada a alta. Caracteriza condições de preservação da matéria orgânica intermediárias entre as das palinofácies 1 (condições melhores) e 2 (condições piores).

- Foi possível classificar o querogênio como sendo igual aos tipos I e III em estágio imaturo de geração de hidrocarbonetos (ICE entre 1,5 e 2,5).

- A associação palinológica é diversificada com abundância de elementos autóctones de água estagnada, representados pelas algas clorofíceas (*Botryococcus braunii* e *Pediastrum*), as quais caracterizam períodos de baixa energia e protegidos do sistema deposicional lacustre.

- Sugere-se como paleoambiente um lago eutrófico, raso, enriquecido em nutrientes e com poucos sólidos em suspensão, ideal para a existência das algas acima mencionadas (Prescott, 1968).

- A alternância entre *Pediastrum* sp. e *Botryococcus braunii* permitiu inferir flutuações no nível de base do lago (Mendonça Filho *et al*, 2009). As algas *Botryococcus braunii* tendem a ser abundantes quando a lâmina de água está baixa e mais salina, sugerindo condições de menor energia, maiores taxas de evaporação e luminosidade, as quais reinaram durante praticamente todo o intervalo estudado.

- Entretanto, eventos que culminaram na re-expansão do lago fizeram das algas do gênero *Pediastrum* a forma mais abundante, devido provavelmente à diminuição da salinidade, à maior energia do ambiente, ao clima mais úmido, ao aumento de nutrientes e da produtividade primária. Estas condições ficaram bem evidentes em 34,67 m e 51,65 m de profundidade (**figuras 11 e 12**).

- Os resultados palinoestratigráficos permitiram correlacionar a seção analisada à palinozona *Parvisaccites?* sp. (Regali *et al.*, 1974), que corresponde ao Oligoceno

- Entre os palinomorfos diagnósticos de idade e ambiente deposicional, que permitiram posicionar a seção foram encontrados: *Catinipollis geiseltensis*, *Cicatricosisporites dorogensis*, *Dacrydiumites florinii*, *Echitriletes muelleri*, *Ephedripites tertarius*, *Perisyncolporites pokornyi*, *Podocarpidites marwickii*, *Polypodiaceiosporites potonie*, *Psilatricolporites operculatus*, *Quadruplanus* sp., *Scabraperiporites asymmetricus*, *Striatopollis catatumbus*, *Ulmoides krempii* e *Verrucatosporites usmensis*.

- A frequência alta de grãos de pólen bissacados atribuíveis às coníferas, representados principalmente por *Podocarpidites* e *Dacrydiumites*, mostra condições de clima temperado e a existência de cutículas com estômatos preservados, sugere-se a existência de clima temperado úmido.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C. J. ; APPI, C.J. 2008. O preenchimento sedimentar da Bacia de Taubaté. *In: 44º Congresso Brasileiro de Geologia, 2008, Curitiba - PR. 44 Congresso Brasileiro de Geologia, 2008.*

ALEXOPOULOS, C. J. 1962. *Introductory Mycology*. New York, John Wiley & Sons, 613 p.

ALMEIDA, F. F. M. de, AMARAL, G., CORDANI, U.G., KAWASHITA, K. 1973. The Precambrian evolution of the South American cratonic margin south of Amazonas River. *In: Nairn & Stille (eds), The ocean basin and margins. 1:411-446, Plenum, New York.*

ALMEIDA, F. F. M.de. 1976. The System of Continental Rifts Bordering the Santos Basin, Brazil. *An. Acad. brasil. Ciênc.*, 48(Supl.): 15-26

ANTONIOLI, L., ABREU, C.J, DINO, R, APPI, C.J ; GARCIA, M.J. 2008. Caracterização Palinoestratigráfica e Paleoambiental da Bacia de Taubaté. *In: 44 Congresso Brasileiro de Geologia, 2008, Curitiba. 44 Congresso Brasileiro de Geologia, 2008.*

ARCHANGELSKY, S. 1973. Palinologia dei Paleoceno de Chubut. *Ameghiniana*, 10 (4): 339 - 399.

BANCO de imagens de satélite da NASA. Disponível em: < <http://earth.google.com>> Acesso em: 02/05/2010.

BARNARD, P.C.; COLLINS, A. G.; COOPER, B.S. 1981. Identification and distribution of kerogen facies in a source rock horizon – examples from the North Sea basin. *In: Organic maturation studies and fossil fuel exploration. Academic Press, London, 271-282.*

BENNIE, J. & KIDSTON, R. 1886. On the occurrence of spores in the Carboniferous Formation of Scotland. *Proceedings Royal Physical Society of Scotland*, 9, 82-117.

BERGAMASCHI, S ; RODRIGUES, René ; PEREIRA, Egberto. 2010. Oil Shale from the Tremembé Formation, Taubaté Basin, Brazil. *Search and Discovery/AAPG Datapages*, Tulsa, OK, USA, 08 fev. 2010.

BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M. E. C ; MANDARIM-DE-LACERDA, A. F.; GARCIA, M. J. ; CAMPOS, C. C. 2002. Fazenda Santa Fé (Tremembé), SP - A maior associação de fósseis do Terciário brasileiro. *In: SIGEP. (Org.). Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília-DF: Carlos Schobbenhaus, 2002, v. , p. 63-71.*

BRENDOW, K., 2003, Global oil shale issues and perspectives, Synthesis of the symposium on Oil Shale held in Tallin (Estonia) on 18 and 19 November, 2002, Oil Shale 20 (1), p. 81-92.

BURDEN, E. T. & HILLS, L. V. 1989. Illustrated key to Genera of Lower Cretaceous Terrestrial palynomorphs (excluding megaspores) of Western Canada. AASP Contributions Series, (21): 1 - 146.

CARNEIRO, C.D.R.; HASUI, Y.; GIANCURSI, F.D., 1976. Estrutura da Bacia de Taubaté na região de São José dos Campos. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 29, Ouro Preto. Anais. Ouro Preto, SBG, v.4, p.247-256.

CHANG, Y. M. 1967. Accuracy of fossil percentage estimation. Journ. Paleont. Tulsa, v.41, n.2, p. 500-502.

COMBAZ, A. 1964. Les palynofaciès, Revue de Micropaléontologie, 205–218p.

COOKSON, I.C. 1947. Plant microfossils from the lignites of Kerguelen Archipelago. Brit. Aust. N. Z. Antarctic Res. Exped. (1929 - 31), Rep. A 2 (8): 127.

COUPER, R. A 1953. Upper Mesozoic and Cainozoic spores and pollen grains from New Zealand. New Zealand Geol. Surv. Paleont. Bull., 22: 1 -77.

COUPER, R. A. 1958. British Mesozoic microspores and pollen grains, a systematic and stratigraphic study. Palaeontographica, Abt. B, 103: 75 - 179.

DETTMANN, M. E. 1963. Upper Mesozoic microfloras from southeastern Australia. Proc. Royal Soc. Victoria N.S. Melbourne, v.77, n.1, p.1-148.

DETTMANN, M.E. & CLIFFORD, H.T. 1992. Phylogeny and biogeography of Ruffordia, Mohria and Anechizaeaceae and Ceratopteris (Pteridaceae): evidence from in situ and dispersed spores. Alcheringa 16, 269 - 314.

DILCHER, D. L. 1965. Epiphyllous fungi from Eocene deposits in western Tennessee, USA. Palaeontographica, B. 116, 1-54.

DUARTE, L. & MANDARIM LACERDA, A.F. 1992. Flora cenozóica do Brasil: Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, SP. I. Celastraceae, Loganiaceae e Typhaceae. An. Acad. bras. Ci., 64 (1): 29 - 41.

DUENAS, H. 1980. Palynology of Oligocene - Miocene strata of Borehole Q-E-22, Planeta Rica, Northern Colombia. Rev. Palaeobot. Palynol., 30 (3/4): 313- 328.

DURAND, B. 1980. Sedimentary organic matter and kerogen. Definition and quantitative importance of kerogen. In: Kerogen Insoluble Organic Matter from Sedimentary Rocks. Paris, Editions Technip, 13-34.

DYBOVA, S. & JACHOWICZ, A. 1957a. Mikrospory g6rnoslqskiego karbonu produktywnego. 3-328, Warszawa.

DYBOVA, S. & JACHOWICZ, A. 1957b. Strefy mikrosporowe w g6rnoslqskim karbonie produktywnym.-Kwart. Geol., 1, 192-212, Warszawa.

EDIGER, V. S. & BATI, Z. 1988. Morphological examination of *Pediastrum* (Chlorophyta) from the Tertiary strata of the Thrace Basin (NW Turkey). *Pollen et Spores*, 30 (2): 203 - 222.

ELSIK, W. C. 1976. Microscopic fungal remains and Cenozoic palynostratigraphy. *Geoscience and Man*, 15: 115 - 120.

ELSIK, W. C. 1977a. Classification and geologic history of dispersed Microthyriaceous Fungi. *In: International Mycological Congress*, 2, Univ. South Florida, Tampa, Abstracts, v. A - L, p. 168.

ELSIK, W.C. 1977b. Morphologic classification of fossil Microthyriales. *In: Annual Meeting AASP*, 10, 2 p. (c6pia avulsa).

ELSIK, W. C. 1978. Classification and geologic history of the microthyriaceous fungi. *In: International Palynological Conference*, 4, Lucknow (1976 - 77) 1: 331-342.

ERDTMAN, G. 1947. Suggestions for the classification of fossil and Recent pollen grains and spores. *Svensk Bot. Tidskr. Uppsala*, n.41, p. 104-114.

EPISTALIE, J., DEROO, G., MARQUIS, F. 1985. La pyrolyse Rock Eval et ses applications premiere/ deuxieme partie. *Revue de l'Institut Francais du Petrole*, Paris, v. 40, septembre / octobre, n.56, p. 563-579.

FERNANDES, F.L. 1993. Arcabouço estrutural e evoluç6o da Bacia de Taubaté - SP. Ouro Preto, EM-UFOP. Dissertaç6o de Mestrado, 147 p.

FERNANDES, F.L., CHANG, H.K. 2001. Modelagem gravimétrica da Bacia de Taubaté - Vale do Rio Paraíba do Sul, leste do Estado de São Paulo. *In: Rev. Bras. Geof.*, 19:131-144.

FERNANDES, F.L., CHANG, H.K. 2003. Arcabouço estrutural da Bacia de Taubaté - SP. *In: SBG, Simp. Nac. Est. Tect.*, 9, International Symposium on Tectonics, 3, Armaç6o de Búzios, 2003. *B. Res...*, Armaç6o de Búzios, p. 367-370.

FERRARI, A., SILVA, M.A.M. 1997. Bacia do Macacú (RJ): proposta de uma nova bacia do Rift Continental do Sudeste do Brasil. *In: SBG, Simp. Geol. SE*, 5, Penedo, Itatiaia, 1997. *Atas...*, Penedo, Itatiaia, p. 32-34.

FREDERIKSEN, N. O. 1983. Middle Eocene palynomorphs from San Diego, California. *AASP Contributions Series*, (12): 32 - 109.

FREDERIKSEN, N. O.; CARR, D. R.; LOWE, G. D.; WOSIKA, E. P. 1983. Middle Eocene palynomorphs from San Diego, California. *AASP Contributions Series*, (12): 8 - 31.

FREILE, C. 1972. Estudio Palinológico de la Formación Cerro Dorotea (Maestrichtiano - Paleoceno) de La Provincia de Santa Cruz. I. *Rev. Museo de La Plata (n. s.)*, secc. Paleont., 6 (38): 39 - 63.

FREITAS, M.S. 2007. Estratigrafia de alta resolução e geoquímica orgânica da Formação Tremembé, Terciário da Bacia de Taubaté, região de Taubaté-Tremembé-SP. Dissertação de Mestrado, UERJ. 80p.

GARCIA, M.J.; SANTOS, D. B.; DINO, R.; ANTONIOLI, L.; BISTRICHI, C. A.; MARY ELIZABETE, C.; SAAD, A. R.. 2008. As Associações Neoeocenas e Oligocenas do Sudeste Brasileiro: Análise Preliminar. In: XII Reunião de Paleobotânicos e Palinólogos, 2008, Florianópolis. Boletim de Resumos: Reunião de Paleobotânicos e Palinólogos. Florianópolis: RPP, 2008. p. 83-83.

GERMERAAD, J. H.; HOPPING, C. A.; MULLER, J. 1968. Palynology of Tertiary sediments from Tropical areas. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 6: 189 - 348.

HARRIS, W. K. 1965. Basal Tertiary microfloras from the Princetown Area, Victoria, Australia. *Palaeontographica, Abt. B*, 115: 75 - 106.

HASUI, Y. & PONÇANO, W. L. 1978. Organização estrutural e evolução da Bacia de Taubaté. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 30, Recife. *Anais. Recife, SBG*, v.1, p.368-381.

HENNIPMAN, E., VELDHOF, P. e KRAMER, K.U. 1990. Polypodiaceae. In: Kubitzki, K. (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants*. 1. Springer Verlag, Berlin, pp. 203-230.

HEYWOOD, V.H. 1979. Flowering plants of the world. Oxford, Oxford University Press, 335 p.

IBRAHIM, A. 1932. Beschreibung von Sporenformen aus Floz Agir. - *N. Jb. Miner. etc.*, Beil.-Bd., 67, B, 447-449, Berlin.

IBRAHIM, A. 1933. Über die Sporenformen aus dem Floz Agir des Ruhrrevieres. *Diss. Techn. Hochsch.*, 1-47, Würtzburg.

IVERSEN, J. & TROELS-SMITH, J. 1950. Pollenmorfologiske Definitioner og Typer. *Danm. Geol. unders* 4, rk.

JANSONIUS, J. & HILLS, L. V. 1976. Genera file of fossil spores and pollen: Calvary Univ., Dep. Geology, Spec. Publi., 3431 cards.

JARAMILLO, C.A. and D.L. DILCHER. 2001. Middle Paleogene palynology of central Colombia, South America: a study of pollen and spores from tropical latitudes. *Palaeontographica Abteilung B* 258:87–213.

JOLY, A. B. 1991. Botânica. Introdução à taxonomia vegetal. São Paulo, Nacional - USP, 777p.

JOLLY, D., R. BONNEFILLE, R. 1991. Histoire et dynamique d'un sondage holocène de la Kuruyange (Burundi, Afrique Centrale). *Palaeoecology of Africa* 22, Balkema Rotterdam, 265-274.

JOLLY, D. 1993. Evolution et dynamique des écosystèmes du Burundi. Pollen et statistique. Thèse Univ. Aix-Marseille II, 141p.

JOLLY, D., BONNEFILLE, R., M., ROUX. 1994. Numerical interpretation of high resolution Holocene pollen record from Burundi. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 109, 357-370.

KALGUTKAR, R.M., JANSONIUS, J. 2000. Synopsis of fossil fungal spores, mycelia and fructifications. AASP Contributions Series, n.39.429p.

KEDVES, M. 1961. Études Palynologiques dans le Bassin de Dorog 11. Pollen et Spores, 3 (1): 101 - 153.

KRAMER, K.U. 1990. Osmundaceae. In: The family and genera of vascular plants, v.1, ed. K. Kubitzki. Berlin: Springer Verlag.

KRUTZSCH, W. 1959. Mikropaläontologische (Sporenpaläontologische) Untersuchungen in der Braunkohle des Geiseltales. *Geologie*, 8, Beih. 21 - 22, 425 p.

KRUTZSCH, W. 1961. Über ephedroiden Pollen im deutschen Tertiär. *Geologie*, Beih. 32, p.15-53.

KRUTZSCH, W. 1963a Atlas der mitte und jungtertiären dispersen Sporen - und Pollen sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas. Lief. 11. Die Sporen der Anthocerotaceae und der Lycopodiaceae. Berlin, Deutscher Verlag der Wissenschaften, 141 p.

KRUTZSCH, W. 1963b. Atlas der mittel- und jungtertiären dispersen Sporen – und Pollen sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas. Lief. 11I. Sphagnaceoide und selaginellaceoide Sporenformen. Berlin, Deutscher Verlag der Wissenschaften, 128 p.

KRUTZSCH, W. 1966. Zur Kenntnis der präquartären periporaten Pollenformen. *Geol. Jahrgang*, 15 (55): 16 - 71.

KRUTZSCH, W. 1968. Zur Kenntnis des dispersen Oenotheraceen (Onagraceen)

Pollens, insbesondere aus dem mitteleuropaeischen Tertiaer. *Palaontologische Abhandlungen*, Abt. B, 2 (4): 765 - 788.

KRUTZSCH, W. 1970. Zur Kenntnis fossiler disperser Tetradenpollen. *Palaeontologische Abhandlungen Abteilung B., Palaeobotanik*, 3: 399-430.

KÜTZING T. 1849. *Species algarum*. Lipsiae [Leipzig]: Brockhaus. 922p.

LAMARCK, J.B.P.A.M. 1783. *Azolla filiculoides* In: *Encyclopedia Methodique: Botanique*. 1: 343. (Cited from Lumpkin and Plucknett, 1982).

LAWRENCE, G.H.M. 1951. *Taxonomy of vascular plants*. Macmillan Publishing Company, New York, NY. 823 p. Leeidelmewer, P. 1966. The Paleogene and Lower Eocene pollen flora of Guyana. *Leidse Geologische Mededelingen*, 38, 49-70.

LIMA, M.R.; SALARD-CHEBOLDAEFF, M.; SUGUIO, K. 1985. *Estude Palynologique de la Formation Tremembé, Tertiaire du Basin de Taubaté, (Etat de São Paulo, Brèsil), D'après les echantillons du sondage n° 42 DUNCP. MME – DNPM, ser Geologia n° 27 – Paleontologia/ Estratigrafia n° 2*, p. 379-393.

LIMA, M.R.; VESPUCCI, J. B. O.; SUGUIO, K. 1985. Estudo palinológico de uma camada de linhito da Formação Caçapava, Bacia de Taubaté, Terciário do Estado de São Paulo, Brasil. *An. Acad. bras. Ci.*, 57 (2): 183 - 197.

LIMA, M.R. & CUNHA F.L.S. 1986. Análise palinológica de um nível linhítico da Bacia de São José de Itaboraí, Terciário do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *An. Acad. brasil. Ciênc.*, 58:579-588.

LIMA, M.R.; MELO, M.S.; COIMBRA, A.M. 1989. Palinologia de sedimentos da Bacia de São Paulo, Terciário do Estado de São Paulo, Brasil. I - A Formação São Paulo. In: *Congresso Brasileiro de Paleontologia*, 11, Curitiba. *Boletim de Resumos*. Curitiba, SBP, p. 95.

LIMA, M. R.; MELO, M.S.; COIMBRA, A.M. 1991. Palinologia de sedimentos da Bacia de São Paulo, Terciário do Estado de São Paulo, Brasil. In: *Revista do Instituto Geológico*, v. 2, n 1. p. 7-20.

LORENTE, M. A. 1986. *Palynology and Palynofacies of the Upper Tertiary in Venezuela*. *Dissertationes Botanicae*. Berlin, J. Cramer, 222 p.

LORSCHUITTER, M.L. 1988. Palinologia de sedimentos quaternários do testemunho T15, Cone do Rio Grande, Atlântico Sul, Brasil. *Descrições taxonômicas*. Pesquisas, Porto Alegre, n. 21, p. 61-117.

LORSCHUITTER, M.L. 1989. Palinologia de sedimentos Quaternários do testemunho T15, Cone de Rio Grande, Atlântico Sul, Brasil. *Descrições taxonômicas – parte*

II. Pesquisas, Porto Alegre, n. 22, p. 89-127.

LUBER, A. A. 1935. Petrographic studies of Carboniferous, Cretaceous and Tertiary coals of Spitzbergen. *Chem. Solid Fuels*. 6(3): 186-195.

MAIZATTO, J. R. 2001. Análise bioestratigráfica, paleoecológica e sedimentológica das bacias terciárias do Gandarela e Fonseca – Quadrilátero Ferrífero – Minas Gerais, com base nos aspectos palinológicos e sedimentares. Tese (doutorado em Petrogênese / Depósitos Minerais / Gemologia) – Departamento de Geologia da Universidade Federal de Ouro Preto. 308f.

MALIAVKINA, V. S. 1949. Identification of spores and pollen, Jurassic-Cretaceous – Trudy vses. Neft. Nauchno-issled. Geol. Razv. Inst., v. 33, p. 1-137, Russian.

MALIAVKINA, V. S. 1964. Spores and pollen des depots du Trias de la Plaine de Sibérie Occidentale. *Trudy Vses. Wauchn. Issled. Geolo. Gorazdev Inst.* 231: 1-294.

MANCINI, F. 1995. Estratigrafia e aspectos da tectônica deformadora da Formação Pindamonhangaba, Bacia de Taubaté, SP. São Paulo, IGC-USP, Dissertação Mestrado, 107 p.

MARQUES, A. 1990. Evolução tectono-sedimentar e perspectivas exploratórias da Bacia de Taubaté, São Paulo, Brasil. *B. Geoci. PETROBRAS*, 4:221-340.

MELO, M.S.de, Riccomini C., Almeida F.F.M.de, Hasui Y. 1985. Sedimentação e tectônica da Bacia de Resende - RJ. *An. Acad. brasil. Ciênc.*, 57:467-479.

MENDONÇA FILHO, J.G.; MENEZES, T.R.; MENDONÇA, J.O.; OLIVEIRA, A.D.; CARVALHO, M.A.; SANTANNA, A.J. & SOUZA, J.T. 2009. Palinofácies. In: I.S. Carvalho (org.) *Paleontologia*, Editora Interciência, no prelo.

MEYEN, F.J.F. 1829. Beobachtungen iiber einige niedere Algenformen. *Nova Acta Physico-Medica Academiae Caesareae Leopoldino-Carolinae Naturae* 14: 768-778, pl. 43.

MULLER, J. 1968. Palynology of the Pedawan and Plateau Sandstone Formations (Cretaceous - Eocene) in Sarawak, Malaysia. *Micropaleontology*, 14 (1): 1 - 37.

MULLER, J. 1981 Fossil pollen records of extant Angiosperms. *The Botanical Review*, 47 (1): 1-142~ -

MULLER, J.; DE DI GIACOMO, E; VAN ERVE, A.W. 1987. A palynological zonation for the Cretaceous, Tertiary and Quaternary of northern south America. *AASP Contributions Series*, 19: 7 - 76.

NAUMOVA, S. N. 1939. Spores and pollen of the coals of the U.S.S.R. In: *Intern. Geol. Congress*. 17, Moscow, 1937, v.1, p. 353-364.

PHIPPS, D. & PLAYFORD, G. 1984. Laboratory techniques for extraction of palynomorphs from sediments. Papers of Department of Geology, University of Queensland, 11: 1-23.

PAGE, C.N. 1989. New and maintained genera in the conifer families Podocarpaceae and Pinaceae. *Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh*, 45: 377-395.

PAGE, C.N. 1990. Podocarpaceae. In: Kubitzki, K., Kramer, K.U. and Green, P.S. (Editors), The families and genera of vascular plants, vol. 1, Pteridophytes and Gymnosperms. Springer-Verlag, New York, pp. 332-346.

PHIPPS, D. & PLAYFORD, G. 1984. Laboratory techniques for extraction of palynomorphs from sediments. Papers of Department of Geology, University of Queensland, 11: 1-23.

PIERCE, R. L. 1961. Lower Upper Cretaceous plant microfossils from Minnesota. Minnesota Geol. Surv. Bull. Minneapolis, n.42, p.22-39.

PLAYFORD, D. T. 1982. Neogene Palynomorphs from the Huon Peninsula, Papua New Guinea. *Palynology*, v.6, p. 29-54.

POCKNALL, D. T. & MILDENHALL, D. C. 1984. Late Oligocene - early Miocene spores and pollen from Southland, New Zealand. *New Zealand Geol. Surv. Paleont. Bull.*, 51, 66 p.

POTONIÉ, H., 1893. Die Flora des Rothliegenden von Thüringen Preussische geol. Landesanst. Abh., v. 9, pt. 2, p. 1-298.

POTONIÉ, H., 1897-1899. Lehrbuch der Pflanzenpalaeontologie: Berlin, pt. 1-2, p. 1-208 (1897); pt. 3, p. 209-288 (1898); pt.4, p. 289-402 (1899).

POTONIÉ, R. 1951. Revision stratigraphisch wichtiger Sporomorphen des mitteleuropäischen Tertiärs. *Palaeontog. Abt. B, Stuttgart*, v. 91, p. 131-151.

POTONIÉ, R. 1956. Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. I. Teil: Sporites. *Beih. Geol. Jahrb. Hannover*, n.23, p. 1-103.

POTONIÉ, R. 1958. Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. II. Teil: Sporites (Nachträge), Saccites, Aletes, Praecolpites, Polyplicates, Monocolpites. *Beih. Geol. Jahrb. Hannover*, n.31, p. 1-114.

POTONIÉ, R. 1960. Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. III. Teil: Nachträge Sporites, Fortsetzung Pollenites mit General-register zu Teil I-II. *Beih. Geol. Jahrb. Hannover*, n.39, p. 1-189.

POTONIÉ, R. 1962. Synopsis der Sporae in situ; Beihefte zum Geologischen Jahrbuch, 521, 125 p.

POTONIÉ, R. 1966. Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. IV. Teil: Nachträge zu allen Gruppen (Turmae). Beih. Geol. Jahrb. Hannover, n.72, p. 1-244.

POTONIÉ, R. 1970. Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. V. Teil: Nachträge zu allen Gruppen (Turmae). Beih. Geol. Jahrb. Hannover, n.87, p. 1-172.

POTONIÉ, R. 1975. Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. VII. Teil: Nachträge zu allen Gruppen (Turmae). Fortschr. Geol. Rheinld. Westfalen, Krefeld, n.25, p. 23-151.

POTONIÉ, R. & GELLETTICH, J. 1933. Über Pteridophyten sporen einer Eozanen Braunkohle aus Ungern. S. B. Ges. Nat. Freunde. 33: 517-528.

POTONIÉ, R. & KREMP, G. O. W. 1954. Die Gattungen der paläozoischen Sporae dispersae und ihre Stratigraphie. Beih. Geol. Jahrb. Hannover, n.69, p. 111-194.

PRESCOTT, G.W., 1968. The Algae: A Review. Houghton Mifflin Co., Boston, 436 pp.

RAO, K. P. & RAMANUJAM, C. G. K. 1978. Paynologyof the Neogene Quilon beds of Kerala strate, La Cira-Casabe fields, Colombia – Annual Meetings Abstracts – AAPG & SEPM, 6: 96; Tulsa 1.

RAINE, J.I; MILDENHALL, D. C.; KENNEDY, E. M. 2006. New Zealand fóssil spores and pollen: an illustrated catalogue. *In*: GNS Science miscellaneous series, 2^a edição.

REGALI, M. S. P.; UESUGUI, N.; SANTOS, A. S. 1974. Palinologia dos sedimentos meso-cenozóicos do Brasil (11). BoI. Téc. Petrobras.. 17 (4): 263 - 301.

REINSCH, P. H. 1881. Neue Untersuchungen uber die Mikros-truktur der Steinkohle.

RICCOMINI, C. 1989. O rift continental do sudeste do Brasil. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, USP, 256 p.

RICCOMINI, C., PELLOGIA, A.U.G., SALONI, J.C.L., KOHENKE, M.W., FIGUEIRA, R.M. 1989. Neotectonic activity in the Serra do Mar rift system (Southeastern Brazil). *In*: J. South Am.Earth Sci., 2:191-197.

RICCOMINI, C., Coimbra A.M. 1992. Geologia da bacia sedimentar. *In*: A. Negro Jr., A.A. Ferreira, U.R. Alonso, P.A. Luz (eds). *Solos da Cidade de São Paulo*. ABMS/ABEF, São Paulo, p. 37-94.

RICCOMINI, C. 1996. Tectônica da Bacia Bauru no Estado de São Paulo.. *In*: XXXIX Congresso Brasileiro de Geologia, 1996, Salvador. Anais do 39. Cong. Bras. Geol., 1996. v. 5. p. 369-371.

RICCOMINI, C. ; SANT'ANNA, L. G. ; FERRARI, A. L. 2004. Evolução geológica do Rift Continental do Sudeste do Brasil. *In*: Mantesso Neto, V.; Bartorelli, A.; Carneiro, C.D.R.; Brito Neves, B.B.. (Org.). *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. 1ed. São Paulo, SP: .Beca, 2004, v. , p. 383-405.

ROMERO, E. J. 1977. Polen de gimnospennas y fagáceas de la formación Rio Turbio (Eoceno), Santa Cruz, Argentina. Buenos Aires, Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 223 p.

ROUBIK, D. W. & MORENO P., J. E. 1991. Pollen and spores of Barro Colorado Island:. USA, Missouri Botanical Garden, 268 p. (Monographs in Systematic Botany, Missouri Botanical Garden, v. 36).

SACCARDO, P.A. 1899. *Sylloge Fungorum omnium hucusque cognitorum*:. Pavia, publicado pelo autor, v. 14, 1316p.

SAH, S. C. D. 1967. Palynology of an Upper Neogene profile from Rusiki Valley (Burundi). *Ann. Mus. Roy. Afr. Centr. Scienc. Geol.*, 57: 1 - 173 (Sér. 8).

SALVADOR, E.D., RICCOMINI, C. 1995. Neotectônica da região do Alto Estrutural de Queluz, SP-RJ, Brasil. *Rev. Bras. Geoc.*, 25:151-164.

SANT'ANNA, L.G. 1999. *Geologia, mineralogia e gênese das esmectitas dos depósitos paleogênicos do Rift Continental do Sudeste do Brasil*. São Paulo, IGc-USP, Tese Dout., 291 p.

SANT'ANNA, L.G., RICCOMINI, C. 2001. Cimentação hidrotermal em depósitos paleogênicos do Rift Continental do Sudeste do Brasil: mineralogia e relações tectônicas. *Rev. Bras.Geoc.*, 31:231-240.

SANT'ANNA, L.G., RICCOMINI, C., DANTAS, E., FETTER, A.H., ROIG, H.L., HACKSPACHER, P.C. 2003. Provenance of detrital clay minerals of the Continental Rift of Southeastern Brazil: mineralogical and Sm-Nd data. *In*: SBG, South American Symposium on Isotope Geology, 4, Salvador, 2003. *Short Papers...*, Salvador, v. 1, p. 271-273.

SANTOS, D. B. dos. 2008. A Paleopalinologia na reconstrução das Paisagens Paleógena e Neógena, na Formação Itaquaquecetuba (Mineradora Itaquareia 1 e 4), Bacia de São Paulo, Brasil.. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) - Universidade Guarulhos, 260p.

SCHOLZ, C. Z., ROSENDAHL, B. R. & SCOTT, D. L. 1990. Development of coarse –grained facies in lacustrine rift basins. Examples from East Africa. *Geology*, v. 18, nº 2, pp. 140-144.

SCHULTZ, A R. 1963. Introdução ao estudo da Botânica Sistemática. Porto Alegre, Editora Globo, v. fi, 427 p.

SHEFFY, M. V. & DILCHER, D. L. 1971. Morphology and Taxonomy of fungal spores. *Palaeontographica*, Abt. B, 133: 34 - 51.

SRIVASTAVA, S. K. 1972a Some spores and pollen from the Paleocene Oak Hill Member of the Naheola Formation, Alabama (USA.). *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 14 (3/4): 217 - 285.

SRIVASTAVA, S. K. 1972b. Systematic description of some spores from the Edmonton Formation (Maestrichtian), Alberta, Canada. *Palaeontographica*, Abt. B, 139: 1 - 46.

STOVER, L.E. and PARTRIDGE, A.D., 1973. Tertiary and Late Cretaceous spores and pollen from the Gippsland Basin, southeastern Australia. *Royal Society of Victoria, Proceedings*, 85:237-286, pls 13-28.

SUGUIO, K. 1969. Contribuição à geologia da Bacia de Taubaté, Vale do Paraíba - Estado de São Paulo. São Paulo, IGC-USP, Tese Doutorado, 106 p.

THIEGART, E. 1938. Die pollenflora der Niederlaussitzer Braunkohle. *Jb. Preub. L.* 58:282-351.

THOMSON, P. W. & PFLUG, H. 1953. Pollen und Spores des mitteleuropäischen Tertiärs. Gesamtübersicht über die stratigraphisch und paläontologisch wichtigen Formen. *Palaeontog. Abt. B*, Stuttgart, v. 94, n. 1-4, p. 1-138.

TORRES-RIBEIRO, M. 2004. Fácies microclásticas de um sistema lacustre oligocênico do sudeste do Brasil (Formação Tremembé, bacia de Taubaté). Instituto de Geociências, UFRJ, Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado. 122p.

RIBEIRO, M. T. & BORGHI, L. 2007. O uso de microfácies sedimentares na caracterização de potenciais rochas selantes e geradoras de um sistema lacustre paleogênico na bacia de Taubaté. *In: IV Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, 2007, Campinas. IV Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, 2007.*

TRYON, R.M. & TRYON, A.F. 1982. Ferns and allied plants, with special reference to tropical America. Springer Verlag, New York, 857 p.

TYSON, R.V. 1993. Palynofacies Analysis. *In: Kluwer Academic Publishers*, 153-191.

TYSON, R. V. 1995. Sedimentary organic matter: organic facies and palynofacies. Publ. Chapman & Hall, London, 1995. p. 615.

UESUGUI, N. 1979. Palinologia-Técnicas de tratamento de amostras. Bol. Téc. Petrobras, Rio de Janeiro, v. 22, p. 229-240.

VAN DER HAMMEN, T.; WERNER, J. H.; VAN DOMMELEN, H. 1973. Palynological record of the upheaval of the Northern Andes: a study of the Pliocene and Lower Quaternary of the Colombian Eastern Cordillera and the early evolution of its High-Andean biota. Rev. Paleobot. Palynol., 16: 1- 122.

VAN DER HAMMEN, T. & WYMSSTRA, T. A. 1964. A Palynological study on the Tertiary and Upper Cretaceous of British Guiana. Leidse Geol. Meded., 30: 183 - 241.

VENTACHALA, B.S. & KAR, R. K. 1969. Palynology of the Tertiary sediments of Kutch -1. Spores and Pollen from bore-hole no.14 – Paleobotanics, 17: 157 – 178; Lucknow.

ZALÁN, P.V. e OLIVEIRA, J. A. 2005. Origem e evolução estrutural do Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil – *In*: Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 269-300.

WARD, J.W. (1986) - Early Cretaceous angiosperm pollen from the Cheyenne and Kiowa Formations (Albian) of Kansas, U.S.A. Palaeontographica Abt. B, Stuttgart, 202 : 1-81.

WILSON, L. R. & WEBSTER, R. M. 1946. Plant microfossils from a Fort Union coal of Montana. American Journal of Botany, 33: 271 - 278.

WODEHOUSE, R. P. 1933. Tertiary pollen the oil shales of the Eocene Green River formation. Bull. Toff. Bot. Club, 60: 479 - 524.

WOOD, G. D.; GABRIEL, A. M. & LAWSON, J. C. 1996. Palynological techniques – processing and microscopy. *In*: Jansonius, J. & McGregor, D. C. (Eds), “Palynology: principles and applications”; American of Stratigraphic Palynologists Foundation, Dallas, Texas, v.1, p. 29-50.

YAMAMOTO, I. T., 1995. Palinologia das bacias tafrogênicas do sudeste (bacias de Taubaté, São Paulo e Resende): análise bioestratigráfica integrada e interpretação paleoambiental. Rio Claro. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação, Universidade Estadual Paulista. 200p.

8. ANEXOS

Neste capítulo, são apresentadas as fotomicrografias do material estudado, distribuídas em 9 estampas. Elas foram adquiridas em microscópio óptico com objetivas de 50x e 100x. Nas legendas, o nome do espécime é seguido pelas seguintes informações:

- a) tipo de iluminação: luz branca transmitida (LB) ou luz ultravioleta (LU);
- b) profundidade da amostra;
- c) localização do exemplar (coordenadas *England Finder*);

Tabela 4. Relação dos palinomorfos identificados

Exemplares	Estampas	Fotos
Algas não-identificadas	03	10 - 13
<i>Bombacacidites</i> sp.	08	01
<i>Botryococcus braunii</i>	03	01 - 06
<i>Callimothallus senii</i>	02	08
<i>Callimothallus</i> sp.	02	09
<i>Catinipollis geiseltalensis</i>	08	08
<i>Cicatricosisporites dorogensis</i>	04	06 - 07
<i>Cicatricosporites</i> sp.	05	04
<i>Crototricolpites</i> aff. <i>C. annemariae</i>	07	09
<i>Cyathidites</i> sp.	04	02
<i>Dacrydiumites florianii</i>	06	05 - 06
<i>Deltoidospora</i> sp	04	03
<i>Dicellaesporites elongatus</i>	02	02
<i>Dicellaesporites</i> sp.	02	03
<i>Diporicellaesporites</i> sp.	02	06
<i>Disaccites</i> indeterminado	06	07
<i>Dyadosporonites</i> sp.1	02	04
<i>Dyadosporonites</i> sp. 2	02	05
<i>Echinatisporis</i> sp.	04	05
<i>Echiperiporites</i> sp.	09	01
<i>Echitriletes muelleri</i>	04	04
<i>Ephedripites fusiformis</i>	07	02

<i>Ephedripites lusaticus</i>	07	03
<i>Ephedripites tertarius</i>	07	01
Fitoclastos não-opacos	01	07 - 09
<i>Foveotriletes</i> sp.	04	08
<i>Hamulatisporis</i> sp.	04	09
<i>Inapertisporites</i> spp.	02	01
<i>Laevigatosporites ovatus</i>	05	01 - 03
<i>Leiotriletes microadriennis</i>	04	01
<i>Liliacidites</i> sp.	07	04
<i>Malvacipollis spinulosa</i>	08	06
<i>Monosaccate</i> sp.	05	07
<i>Multicellaesporites</i> spp.	02	07
<i>Pediastrum</i> sp.	03	07 - 09
<i>Perisyncolporites pokornyi</i>	07	10
<i>Plicatella</i> sp.	04	10
<i>Podocarpidites marwickii</i>	06	01 - 02
<i>Podocarpidites</i> aft. <i>P. rugulosus</i>	06	03
<i>Podocarpidites</i> sp.	06	04
<i>Polyadopollenites</i> sp.	09	05 - 06
<i>Polypodiaceoisporites potonieii</i>	04	11 - 12
<i>Proteacidites</i> sp.	08	05
<i>Psilatricolpites</i> sp.	07	06
<i>Psilatricolporites operculatus</i>	08	02
<i>Quadruplanus</i> sp.	09	04
<i>Retitricolporites finitus</i>	08	03
<i>Rhoipites</i> sp.	08	04
<i>Scabraperiporites asymmetricus</i>	09	02 - 03
<i>Striatopollis catatumbus</i>	07	07 - 08
Tecidos cuticulares	01	01 - 06
<i>Tricolpites</i> sp.	07	05
<i>Trisaccites</i> indeterminado	06	08
<i>Ulmoidipites krempii</i>	08	07
<i>Verrucatosporites usmensis</i>	05	05 - 06

8.1. Anexo A - Legendas das Estampas

Estampa 1

- Foto 01 – Tecido cuticular (LB). Profundidade: 10,55 m. Coordenadas: C44/3.
 Foto 02 – Tecido cuticular (LU). Profundidade: 10,55 m. Coordenadas: C44/3.
 Foto 03 – Tecido cuticular. Profundidade: 19,00 m. Coordenadas: D34/1.
 Foto 04 – Tecido cuticular (LB). Profundidade: 54,40 m. Coordenadas: T40/1.
 Foto 05 – Tecido cuticular (LU). Profundidade: 54,40 m. Coordenadas: T40/1.
 Foto 06 – Tecido cuticular. Profundidade: 28,40 m. Coordenadas: L48/4.
 Foto 07 – Fitoclasto não-opaco. Profundidade: 19,60 m. Coordenadas: T40/3.
 Foto 08 – Fitoclasto não-opaco. Profundidade: 24,40 m. Coordenadas: Y39/3.
 Foto 09 – Fitoclasto não-opaco. Profundidade: 32,00 m. Coordenadas: G42/4.

Estampa 2

- Foto 01 - *Inapertisporites* sp. Profundidade: 31,30 m. Coordenadas: G50/4.
 Foto 02 – *Dicellaesporites elongatus*. Profundidade: 26,10 m. Coordenadas: H55/2.
 Foto 03 – *Dicellaesporites* sp. Profundidade: 19,00 m. Coordenadas: W41/3.
 Foto 04 – *Dyadosporonites* sp. 1. Profundidade: 19,00 m. Coordenadas: G39/1.
 Foto 05 – *Dyadosporonites* sp. 2. Profundidade: 27,80 m. Coordenadas: D58/3.
 Foto 06 – *Diporicellaesporites* sp. Profundidade: 26,10 m. Coordenadas: X60/2.
 Foto 07 - *Multicellaesporites* sp. Profundidade: 24,40 m. Coordenadas: T44/3.
 Foto 08 – *Callimothallus senii*. Profundidade: 27,40 m. Coordenadas: J35/1.
 Foto 09 – *Callimothallus* sp. Profundidade: 24,40 m. Coordenadas: J59/4.

Estampa 3

- Foto 1 – *Botryococcus braunii* (LB). Profundidade: 26,10 m. Coordenadas: C49/2.
 Foto 2 – *Botryococcus braunii* (LU). Profundidade: 26,10 m. Coordenadas: C49/2.
 Foto 3 – *Botryococcus braunii* (LB). Profundidade: 48,30 m. Coordenadas: X64/3.
 Foto 4 – *Botryococcus braunii* (LU). Profundidade: 48,30 m. Coordenadas: X64/3.
 Foto 5 – *Botryococcus braunii* (LB). Profundidade: 48,30 m. Coordenadas: X54/3.

Foto 6 – *Botryococcus braunii* (LU). Profundidade: 48,30 m. Coordenadas: X54/3.

Foto 7 – *Pediastrum* sp. (LU). Profundidade: 34,67 m. Coordenadas: Q37/4.

Foto 8 – *Pediastrum* sp. (LU). Profundidade: 34,67 m. Coordenadas: S38/4.

Foto 9 – *Pediastrum* sp. (LU). Profundidade: 51,65 m. Coordenadas: M53/2.

Foto 10 – Alga não-identificada sp.1 (LB). Profundidade: 38,50 m. Coordenadas: C31/4.

Foto 11 – Alga não-identificada sp.1 (LU). Profundidade: 38,50 m. Coordenadas: C31/4.

Foto 12 – Alga não-identificada sp. 2 (LB). Profundidade: 19,60 m. Coordenadas: S48/1.

Foto 13 – Alga não-identificada sp. 2 (LU). Profundidade: 19,60 m. Coordenadas: S48/1.

Estampa 4

Foto 1 – *Leiotriletes microadriennis*. Profundidade: 52,65m. Coordenadas: N35/3.

Foto 2 – *Cyathidites* sp. Profundidade: 24,40m. Coordenadas: E50/1.

Foto 3 – *Deltoidospora* sp. Profundidade: 52,65m. Coordenadas: N46/4.

Foto 4 – *Echitriletes muelleri*. Profundidade: 19,00 m. Coordenadas: S41/1.

Foto 5 – *Echinatisporis* sp. Profundidade: 4,70 m. Coordenadas: X43/1.

Foto 6 – *Cicatricosisporites dorogensis*. Profundidade: 27,80 m. Coordenadas: S51/1.

Foto 7 – *Cicatricosisporites dorogensis*. Profundidade: 12,06 m. Coordenadas: F58/2.

Foto 8 – *Foveotriletes* sp. Profundidade: 20,10 m. Coordenadas: O54/2.

Foto 9 – *Hamulatisporis*. Profundidade: 24,40 m. Coordenadas: G31/2.

Foto 10 – *Plicatella* sp. Profundidade: 19,00 m. Coordenadas: T38/1.

Foto 11 – *Polypodiaceoisporites potonieii*. Profundidade: 6,25 m. Coordenadas: O59/3.

Foto 12 – *Polypodiaceoisporites potonieii*. Profundidade: 26,10 m. Coordenadas: Y39/1.

Estampa 5

- Foto 1 – *Laevigatosporites ovatus*. Profundidade: 48,30 m. Coordenadas: D35/4.
 Foto 2 – *Laevigatosporites ovatus*. Profundidade: 32,00 m. Coordenadas: R37/2.
 Foto 3 – *Laevigatosporites ovatus*. Profundidade: 28,40 m. Coordenadas: K44/3.
 Foto 4 – *Cicatricosporites* sp. Profundidade: 25,40 m. Coordenadas: R39/1.
 Foto 5 – *Verrucatosporites usmensis*. Profundidade: 20,10 m. Coordenadas: O57/3.
 Foto 6 – *Verrucatosporites usmensis*. Profundidade: 52,65 m. Coordenadas: U53/3.
 Foto 7 – *Monosaccate* sp. Profundidade: 31,30 m. Coordenadas: L56/1.

Estampa 6

- Foto 1 – *Podocarpidites marwickii*. Profundidade: 52,65m. Coordenadas: K35/2.
 Foto 2 – *Podocarpidites marwickii*. Profundidade: 19,00m. Coordenadas: B50/3.
 Foto 3 – *Podocarpidites* aff. *P. rugulosus*. Profundidade: 19,00 m. Coordenadas: T32/4.
 Foto 4 – *Podocarpidites* sp. Profundidade: 30,30 m. Coordenadas: L34/1.
 Foto 5 – *Dacrydiumites florinii*. Profundidade: 17,70 m. Coordenadas: E60/1.
 Foto 6 – *Dacrydiumites florinii*. Profundidade: 26,10 m. Coordenadas: W39/2.
 Foto 7 – *Disaccites* indeterminado. Profundidade: 48,30 m. Coordenadas: L53/3.
 Foto 8 – *Trisaccites* indeterminado. Profundidade: 20,10 m. Coordenadas: T37/1.

Estampa 7

- Foto 1 – *Ephedripites tertiarius*. Profundidade: 32,20 m. Coordenadas: L47/2
 Foto 2 – *Ephedripites fusiformis*. Profundidade: 24,40 m. Coordenadas: S48/2.
 Foto 3 – *Ephedripites lusaticus*. Profundidade: 24,40 m. Coordenadas: C51/4.
 Foto 4 – *Liliacidites* sp. Profundidade: 24,40 m. Coordenadas: C52/1.
 Foto 5 – *Tricolpites* sp. Profundidade: 25,40 m. Coordenadas: X58/1.
 Foto 6 – *Psilatricolpites* sp. Profundidade: 6,25 m. Coordenadas: M37/1.
 Foto 7 – *Striatopollis catatumbus*. Profundidade: 17,70 m. Coordenadas: K44/4.
 Foto 8 – *Striatopollis catatumbus*. Profundidade: 17,70 m. Coordenadas: O44/2.
 Foto 9 – *Crototricolpites* aff. *C. annemariae*. Profundidade: 19,00 m. Coordenadas: S47.

Foto 10 – *Perisyncolporites pokornyi*. Profundidade: 24,40 m. Coordenadas: N40/1.

Estampa 8

Foto 1 - *Bombacacidites* sp. Profundidade: 19,00 m. Coordenadas: V37/1.

Foto 2 - *Psilatricolporites operculatus*. Profundidade: 19,00 m. Coordenadas: W56.

Foto 3 - *Retitricolporites finitus*. Profundidade: 31,30 m. Coordenadas: Y41.

Foto 4 - *Rhoipites* sp. Profundidade: 19,00 m. Coordenadas: O37.

Foto 5 – *Proteacidites* sp. Profundidade: 24,40 m. Coordenadas: S48/2.

Foto 6 - *Malvacipollis spinulosa*. Profundidade: 25,00 m. Coordenadas: M40/4.

Foto 7 – *Ulmodeipites krempii*. Profundidade: 24,40 m. Coordenadas: H38/2

Foto 8 - *Catinipollis geiseltalensis*. Profundidade: 19,00 m. Coordenadas: V47/1.

Estampa 9

Foto 1 - *Echiperiporites* sp. Profundidade: 31,30 m. Coordenadas: X39.

Foto 2 – *Scabraperiporites asymmetricus*. Profundidade: 31,30 m. Coordenadas: E49/1.

Foto 3 – *Scabraperiporites asymmetricus*. Profundidade: 34,67 m. Coordenadas: M41/1.

Foto 4 – *Quadrplanus* sp. Profundidade: 32,00 m. Coordenadas: E35/3.

Foto 5 – *Polyadopollenites* sp. Profundidade: 19,60 m. Coordenadas: W33/1.

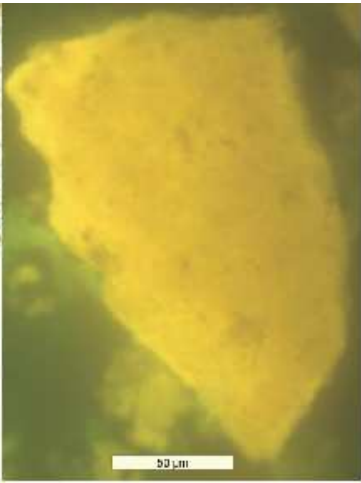
Foto 6 – *Polyadopollenites* sp. Profundidade: 30,30 m. Coordenadas: T51/1.

8.2 Anexo B - Estampas

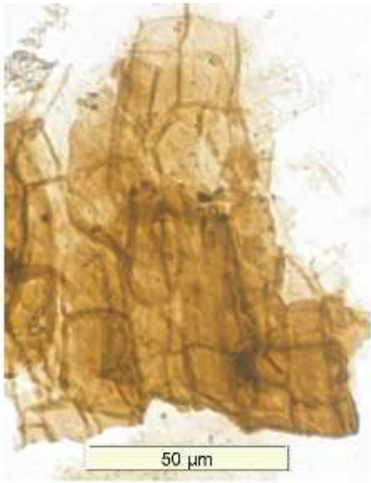
ESTAMPA 1



01



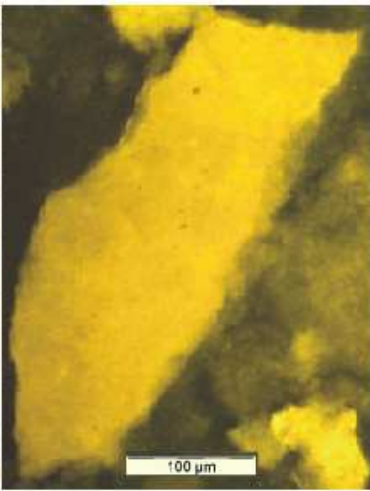
02



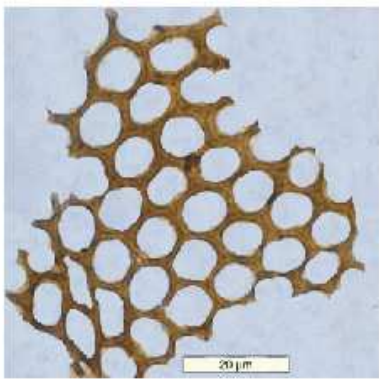
03



04



05



06



07



08



09

ESTAMPA 2



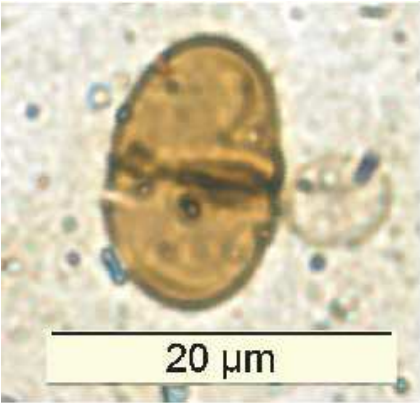
01



02



03



04



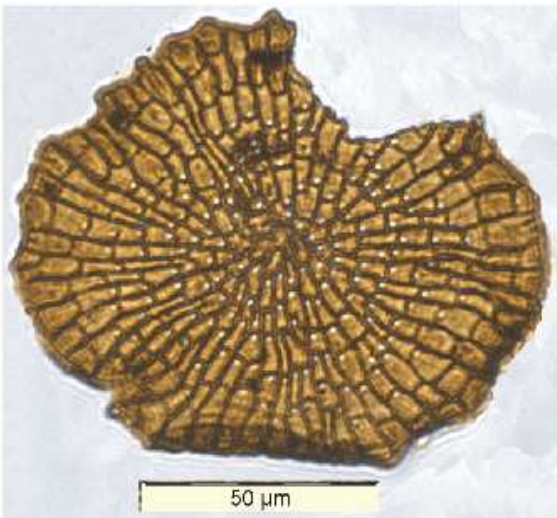
05



06



07

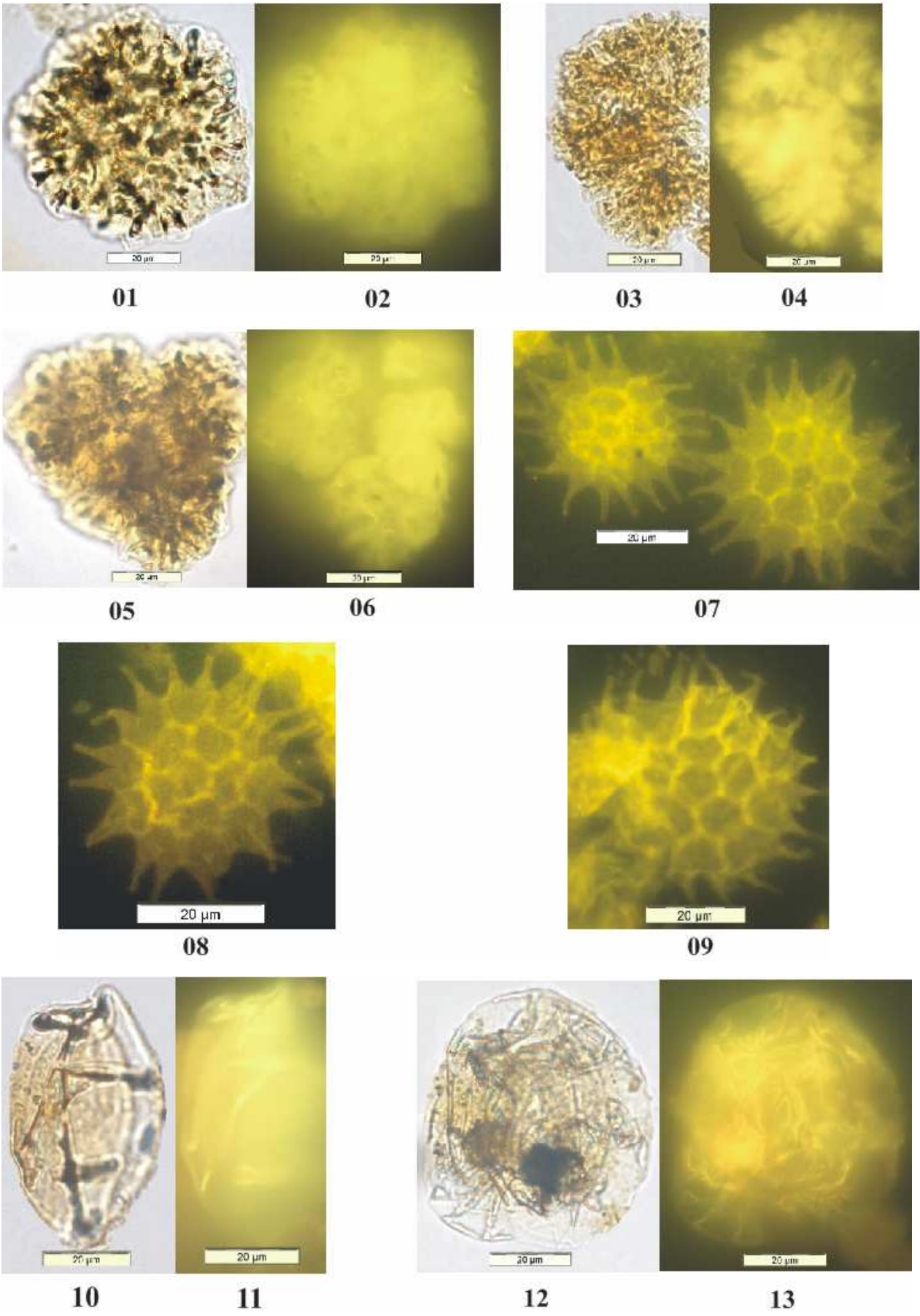


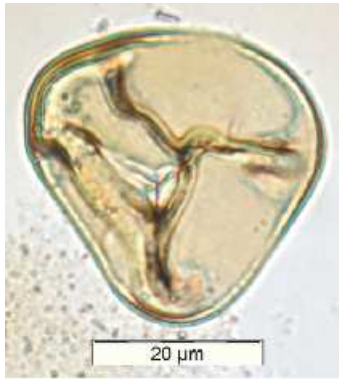
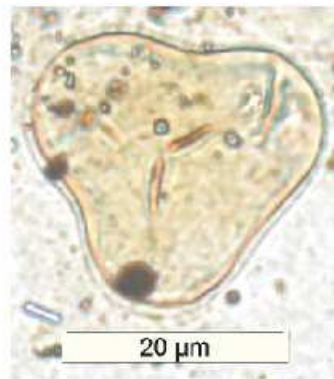
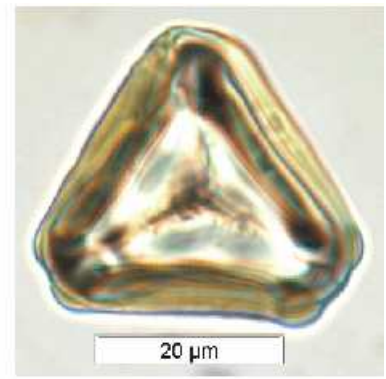
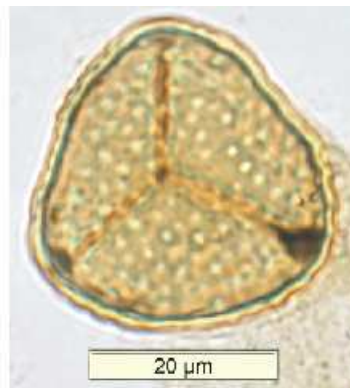
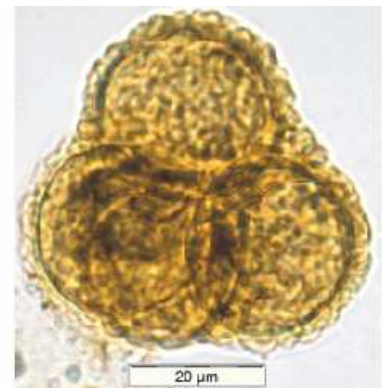
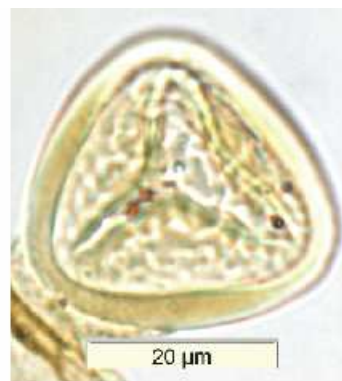
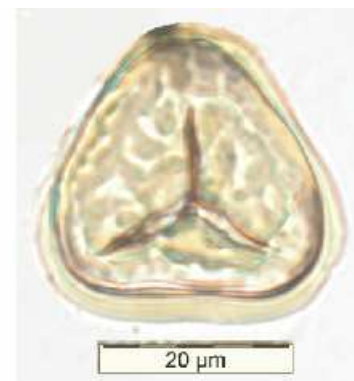
08



09

ESTAMPA 3



ESTAMPA 4**01****02****03****04****05****06****07****08****09****10****11****12**

ESTAMPA 5



01



02



03



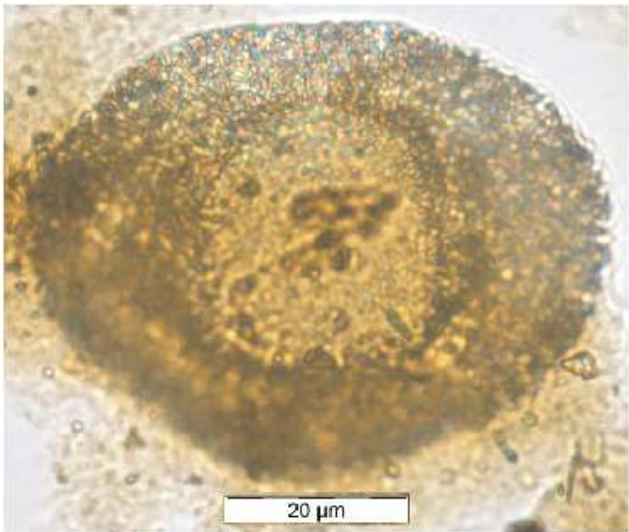
04



05



06

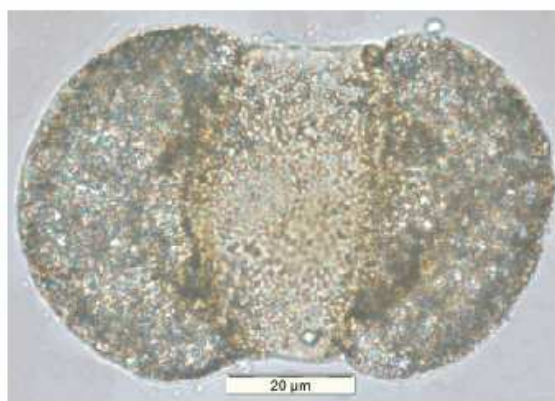


07

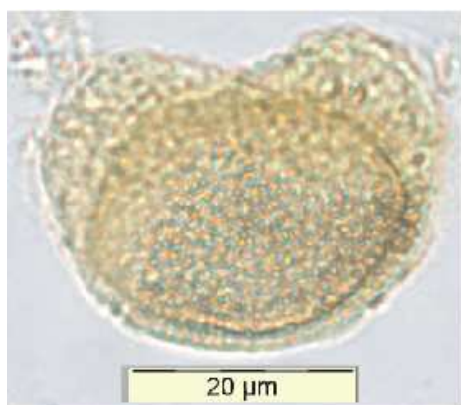
ESTAMPA 6



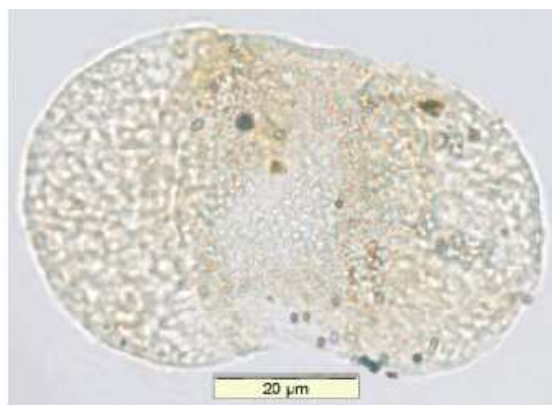
01



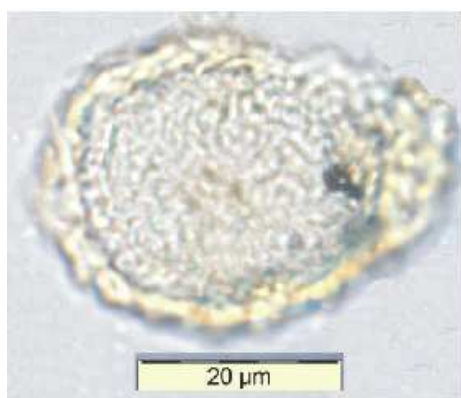
02



03



04



05



06

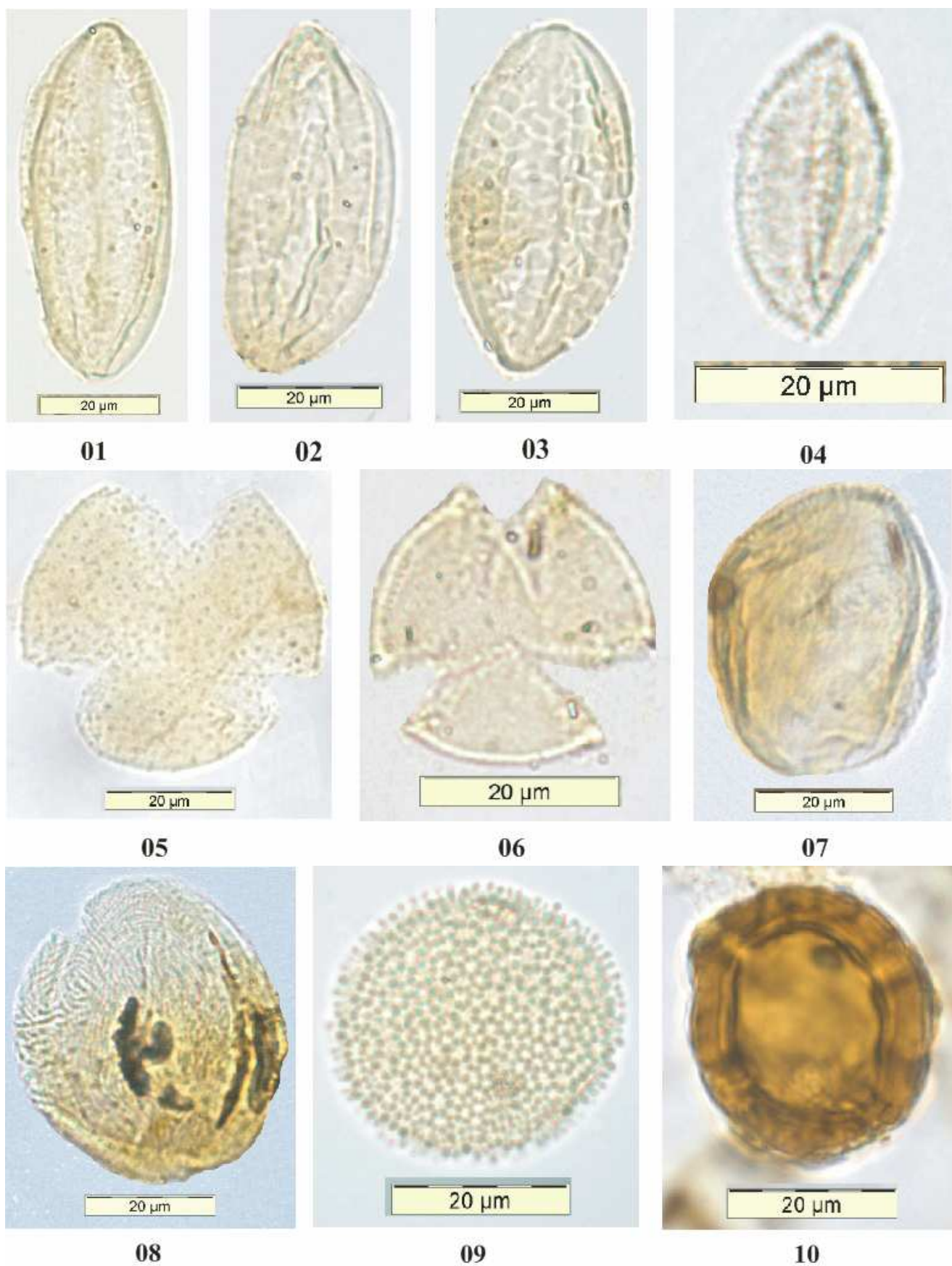


07



08

ESTAMPA 7



ESTAMPA 8



01



02



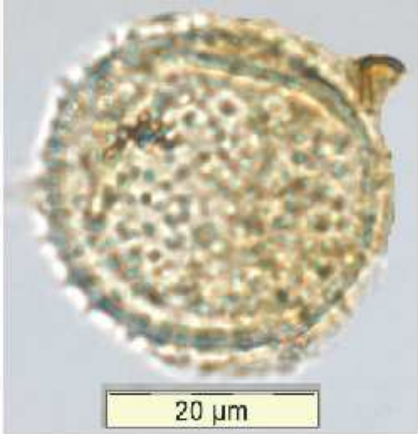
03



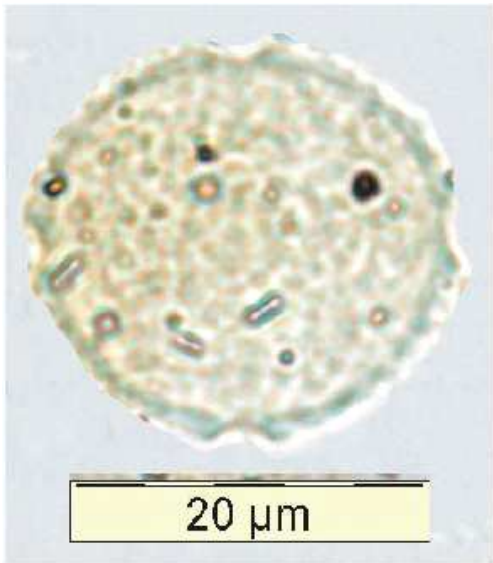
04



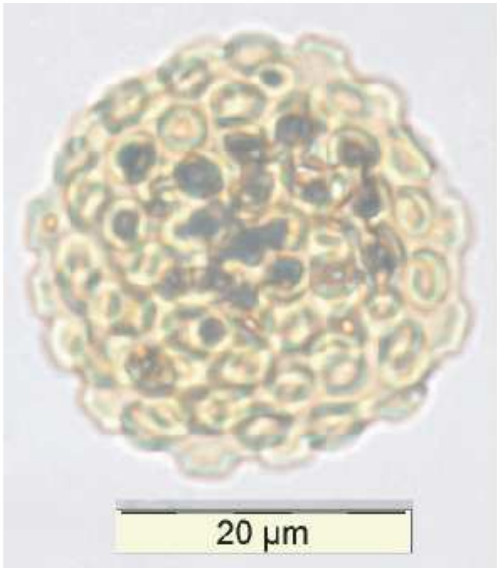
05



06

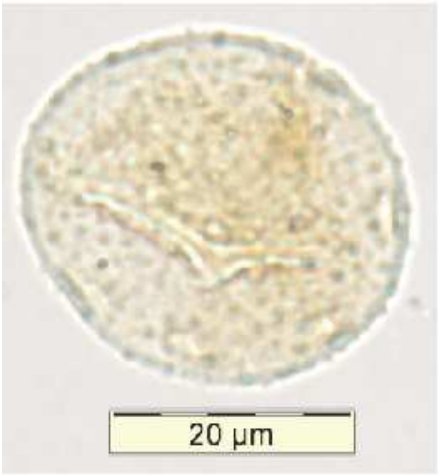


07



08

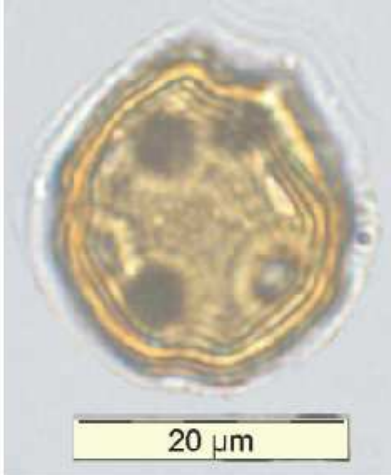
ESTAMPA 9



01



02



03



04



05



06