

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO**

**ESTUDO INTEGRADO DE PALINOFÁCIES COM CISTOS DE  
DINOFLAGELADOS FÓSSEIS (DINOCISTOS) DE ZONA CLIMÁTICA  
TROPICAL EM SEDIMENTOS QUATERNÁRIOS DE ÁGUAS PROFUNDAS  
DA BACIA DE CAMPOS, RJ-BRASIL**

**Antonio Donizeti de Oliveira**

**Rio de Janeiro**

**2011**



UFRJ

**ESTUDO INTEGRADO DE PALINOFÁCIES COM CISTOS DE  
DINOFLAGELADOS FÓSSEIS (DINOCISTOS) DE ZONA CLIMÁTICA TROPICAL  
EM SEDIMENTOS QUATERNÁRIOS DE ÁGUAS PROFUNDAS DA BACIA DE  
CAMPOS, RJ-BRASIL**

**Antonio Donizeti de Oliveira**

Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito necessário à obtenção do grau de Doutor em Ciências (Geologia).

Orientadores:

Prof. Dr. João Graciano Mendonça Filho

Prof. Dr. Marcelo de Araujo Carvalho

Rio de Janeiro  
Dezembro de 2011

ESTUDO INTEGRADO DE PALINOFÁCIES COM CISTOS DE DINOFLAGELADOS  
FÓSSEIS (DINOCISTOS) DE ZONA CLIMÁTICA TROPICAL EM SEDIMENTOS  
QUATERNÁRIO DE ÁGUAS PROFUNDAS DA BACIA DE CAMPOS, RJ-BRASIL

Antonio Donizeti de Oliveira

Orientadores: Prof. Dr. João Graciano Mendonça Filho  
Prof. Dr. Marcelo de Araujo Carvalho

Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito necessário à obtenção do título de Doutor em Ciências (Geologia).

Aprovada por:

---

Presidente: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Dolores Wanderley (UFRJ)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Mariângela Menezes (UFRJ-MUSEU)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Mirian Araújo Carlos Crapez (UFF)

---

Prof. Dr. Lázaro Luiz Mattos Laut (UNIRIO)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cláudia Gutterrez Vilela (UFRJ)

Rio de Janeiro  
Dezembro de 2011

Oliveira, A.D.

Estudo integrado de palinofácies com cistos de dinoflagelados fósseis (dinocistos) de zona climática tropical em sedimentos quaternário de águas profundas da Bacia de Campos, RJ-Brasil / Antonio Donizeti de Oliveira. - - Rio de Janeiro: UFRJ / IGEO, 2011.

xviii, 286 p.: il.

Orientadores:

Prof. Dr. João Graciano Mendonça Filho e Prof. Dr. Marcelo de Araujo Carvalho

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, IGEO, Programa de Pós-graduação em Geologia, 2011.

1. Palinofácies 2. Palinologia 3. Dinocistos 4. Quaternário 5. Bacia de Campos

## AGRADECIMENTOS

- Ao meu orientador Prof. Dr. João Graciano Mendonça Filho pela confiança, paciência e auxílio ao longo de toda execução deste trabalho;
- Ao meu co-orientador Prof. Dr. Marcelo de Araújo Carvalho pela fé na minha capacidade e auxílio em todas as etapas deste trabalho;
- A Dra. Joalice de Oliveira pela amizade e auxílio na confecção e interpretação dos gráficos de palinofácies;
- A eterna gratidão a Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Maria Paula Delicio pela amizade e incentivo na área de Paleontologia.
- A eterna gratidão aos Geólogos M.Sc. Cecília Cunha Lana e M.Sc. Jarbas Guzzo, da Petrobras, pela amizade e incentivo aos primeiros passos aos estudos dos microfósseis com aplicação na área do petróleo.
- Ao Dr. Wolfran Walter Brenner (GEOMAR / Universidade do Oeste do Pará-UFOPA) por me iniciar na área de Processamento Palinológico e identificação de microfósseis de parede orgânica em especial o cistos de dinoflagelados (DINOCISTOS) do Quaternário;
- A Agência Nacional do Petróleo - ANP pelo auxílio através da bolsa;
- A Dra. Elizabete Pedrão Ferreira e Dra. Mirian Crapez pelo tempo disponibilizado para troca de ideias e dúvidas;
- A minha “Fofinha de Ouro” Jaqueline Torres de Souza por todos os anos de companheirismo e dedicação ao aprendizado de processamento organopalinofaciológico e palinológico;
- As minhas “Fofinhas orientandas” e amigas Jaqueline Torres de Souza, Gisele Giseé Furukawa e Jéssica Brito Gonçalves pela paciência e auxílio no processamento palinológico, na confecção das tabelas e estampas;
- A todos os estagiários que por mim passaram;
- A amiga Dra. Taís Freitas pelo auxílio na correção, companheirismo e horas de descontração essenciais ao desenvolvimento deste trabalho;
- Aos amigos Thiago dos Santos Barbosa, Danielle Boareto Medeiros, Renata Brenand Chagas, Alexandre Sant’Ana, Luciana de Oliveira, Lydia Maria do Nascimento pelo auxílio e socorro na preparação das amostras de palinofácies e palinologia;

- Aos meus companheiros de trabalho Dra. Elisamara Sabadini, Dr. Frederico Sobrinho da Silva e Dra. Sinda Beatriz Vianna Carvalhal Gomes por toda ajuda na parte estatística deste trabalho;
- A amiga Janaina Ferreira pelo apoio e incentivo no curso deste trabalho;
- A Cristina B. Pinto da Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Geologia pela presteza e amizade;
- Minha eterna gratidão:
- Aos meus companheiros e “Amigos” de morada Eugênio da Silva, Onerino Gregório e a Soraia Vinhal Gonçalves, pela amizade, paciência e companheirismo;
- Aos meus Bons Companheiros da República Casanova em Ouro Preto e “República dos Mineiros de Ouro Preto” no Rio de Janeiro;
- A todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho, minha eterna gratidão e;
- Principalmente aos meus pais **Euridece de Souza Oliveira** e **Paulino de Oliveira**; também a minha grande “Amiga e Companheira de Trabalho” que tanto me ajudou e ajuda desde o início dessa “caminhada” na área da pesquisa, **“Jaqueline Torres de Souza”**, minha eterna gratidão.

“CADA FRACASSO ENSINA AO HOMEM O QUE ELE PRECISA APRENDER”

CHARLES DARWIN

“FAZER UMA TESE É DIVERTIR-SE, E UMA TESE É COMO UM PORCO, DELA TUDO SE APROVEITA”

UMBERTO ECO

## RESUMO

### ESTUDO INTEGRADO DE PALINOFÁCIES COM CISTOS DE DINOFLAGELADOS FÓSSEIS (DINOCISTOS) DE ZONA CLIMÁTICA TROPICAL EM SEDIMENTOS QUATERNÁRIO DE ÁGUAS PROFUNDAS DA BACIA DE CAMPOS, RJ-BRASIL

Antonio Donizeti de Oliveira

Orientadores: Prof. Dr. João Graciano Mendonça Filho  
Prof. Dr. Marcelo de Araujo Carvalho

Resumo da Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito necessário à obtenção do título de Doutor em Ciências (Geologia).

Neste trabalho foi realizada a integração da análise de Palinofácies com a de Palinologia e Cistos de Dinoflagelados Fósseis (Dinocistos) em nível de espécies. O estudo foi realizado com amostras de testemunho do período Quaternário da bacia de Campos, Brasil, talude médio com lâmina d'água de 1287 metros, idade aproximada de 165 mil anos A.P. O Testemunho GL-77 engloba as duas últimas Fases Glaciais e as duas últimas Fases Interglaciais com base em dados bioestratigráficos de foraminíferos planctônicos e bentônicos. O testemunho foi comparado aos dados de isótopos de oxigênio e carbono de outro testemunho próximo ao estudado. Três grupos principais da matéria orgânica palinológica fazem parte dessa análise: Grupo Fitoclasto, Grupo Matéria Orgânica Amorfa e Grupo Palinomorfo. Além de dados relativos dos componentes organopalinológicos, dados absolutos e relativos de dinocistos, também foram comparados. Análise estatística das assembleias de componentes organopalinológicos, palinológicos e das espécies mais representativas de dinocistos foi realizada. Tais associações puderam contribuir com informações para caracterização do ambiente de deposição em tal testemunho. Pode-se observar que três espécies (*Operculodinium centrocarpum*, *Lingulodinium machaerophorum* e *Tuberculodinium vancampoe*) e o grupo de espécies heterotróficas/mixotróficas foram bem representativos. Duas espécies responderam as variações do isótopo de oxigênio e carbono nessa região tropical na Fase Interglacial com nível de mar mais alto e baixas concentrações de nutrientes, *Lingulodinium machaerophorum* e *Tuberculodinium vancampoe*. Na Fase Glacial (Zona Y) com nível do mar abaixando lentamente e condições de nutrientes mais elevadas a espécie *Operculodinium centrocarpum* foi a mais representativa. A espécie *O.*

*centrocarpum* tem sua abundância relativa e absoluta mais elevada na Fase Climática Glacial em águas mais turbulentas e agitadas para fitoplâncton, bem oxigenadas, comprovada pela ocorrência associada ao Grupo Fitoclasto; a espécie *L. machaerophorum* tem sua abundância relativa e absoluta mais elevada na Fase Climática Interglacial com níveis de mar mais elevado, e condições de nutrientes em estado de ascensão, ocorrência associada ao Grupo Matéria Orgânica Amorfa (MOA), ambientes de águas calmas e estratificadas; a espécie *T. vancampoe* tem sua abundância relativa e absoluta mais elevada na Fase Climática Interglacial em períodos de águas mais aquecidas dentro da Fase Interglacial em condições de disponibilidade de nutrientes baixas. A espécie *T. vancampoe* ocorre associada a dinocistos heterotróficos (*Selenopemphix nephoides*, *Selenopemphix quanta*, espécies agrupadas de *Protoperidinium* spp.) com pigmentação fotossintética (mixotróficos), provavelmente adquirida pelo ambiente estressante, oligotrófico, no nível de mar mais alto da Fase Interglacial em condições de águas mais aquecidas, que coincide com a ocorrência de fitoclastos opacos. Dale (1996) sustenta a opinião que os cistos fósseis de dinoflagelados (dinocistos) estão provando ser indicadores ecológicos muito mais sensíveis do que se tem registro na literatura especializada. Há uma crescente expansão dos estudos para a qual a ecologia de cistos fossilizáveis pode dar garantias de que são úteis para interpretação paleoambiental do Quaternário e aqui veremos que seu estudo integrado a Palinofácies sugerem a paleoecologia dos dinocistos em clima Tropical.

Palavras-chave: Palinofácies, Palinologia, Dinocistos, Paleoecologia, Paleoambiente, bacia de Campos, Quaternário.



## ABSTRACT

### ESTUDO INTEGRADO DE PALINOFÁCIES COM CISTOS DE DINOFLAGELADOS FÓSSEIS (DINOCISTOS) DE ZONA CLIMÁTICA TROPICAL EM SEDIMENTOS QUATERNÁRIO DE ÁGUAS PROFUNDAS DA BACIA DE CAMPOS, RJ-BRASIL

Antonio Donizeti de Oliveira

Orientadores: Prof. Dr. João Graciano Mendonça Filho  
Prof. Dr. Marcelo de Araujo Carvalho

*Abstract* da Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito necessário à obtenção do título de Doutor em Ciências (Geologia).

This work presents the integration of Palynofacies and Palynology, the last one focused in Dinoflagellate Cysts reaching the level of species. The study used samples of well core from the Quaternary of Campos basin, Brazil, medium slope with sheet of water of 1287 meters, with approximate age of 165 thousand years B.P. The Core GL-77 includes the last two Glacial Phases and the last two Interglaciais Phase, according data obtained by biostratigraphy of planktonics and benthic foraminifera. The data of isotopes of oxygen and carbon of another borehole near to the studied one was compared with GL-77. Three main groups of the palynological organic matter are part of this analysis: Phytoclast Group, Amorphous Organic Matter Group and Palynomorph Group. Besides relative data of the palynologic components of organic matter, absolute and relative data of dinocysts, were also compared. Three Statistical Analyses were made for the studied assemblages: organopalynological, palynological and dinocysts (most representative species). Such associations gave an idea of the depositional environment in the studied borehole. We observed that an entire group of species (*Protoperidinium*) and three species (from other groups) were the most representative. Two species reacted to the variations of oxygen and carbon isotopes in that tropical area during the Interglacial Phase, with higher sea level and low concentration of nutrients, *Lingulodinium machaerophorum* and *Tuberculodinium vancampoae*. The species *Operculodinium centrocarpum* had the most representative value during the Glacial Phase (Y Zone), where influences of the oceanic currents and sea level lowering were present. This species (*O. centrocarpum*) has its relative and absolute abundance higher in the Glacial Climatic Phase in more agitated waters, very oxygenated,

proven by the occurrence associated to the Phytoclast Group. The species *L. machaerophorum* has its relative and absolute abundance higher in the Interglacial Climatic Phase, with ascending nutrient levels and higher sea level, occurrence associated to the AOM Group, environment of calm and stratified waters. The relative and absolute abundance of species *T. vancampoae* is higher in the Interglacial Climatic Phase, periods of warmer waters during the Interglacial Phase in conditions of low nutrients availability. The species *T. vancampoae* occurs associated to heterotrophic dinocysts (*Selenopemphix nephoides*, *Selenopemphix quanta*, contained species of *Protoperidinium*) with photossintetic pigmentation (mixotrophic) and distinctive brown wall coloration, probably acquired from the stressful and oligotrophic environment, in the period of highest sea level of the Interglacial Phase, in conditions of warmer waters, that coincides with the occurrence of opaque phytoclast. The dinoflagellate cysts (dinocysts) proved to be a much more sensible as ecological indicator than expected. The ecology of fossil-able cysts can give useful information for Quaternary paleoenvironmental interpretation, which integrated with palynofacies data suggests the paleoecology of dinocysts.

Key-words: Palynofacies, Palynology; Dinocysts; Paleoecology; Paleoenvironmental; Campos basin, Quaternary.

## SUMÁRIO

Agradecimentos .....	v
Resumo .....	vii
Abstract .....	ix
Sumário .....	xi
Lista de Figuras .....	xiv
Lista de Tabelas .....	xix
Lista de Quadros.....	xx
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>4</b>
<b>3 Área de estudo.....</b>	<b>5</b>
<b>3.1 Bacia de Campos.....</b>	<b>5</b>
<b>4 CONCEITUAÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>4.1 Matéria Orgânica Particulada .....</b>	<b>9</b>
<b>4.2 Grupo MOA - Matéria Orgânica Amorfa.....</b>	<b>11</b>
<b>4.3 Grupo Fitoclasto .....</b>	<b>12</b>
<b>4.4 Grupo Palinomorfo .....</b>	<b>13</b>
<b>4.4.1 Subgrupo - Esporomorfo .....</b>	<b>13</b>
<b>4.4.2 Subgrupo - Zooplâncton e Zoomorfo (palinoforaminíferos).....</b>	<b>14</b>
<b>4.4.3 Subgrupo - Microplâncton de Parede Orgânica - Água Doce (algas dos gêneros Botryococcus e Pediastrum) .....</b>	<b>15</b>
<b>4.4.4 Subgrupo - Microplâncton de Parede Orgânica - Marinho (Dinoflagelados) .....</b>	<b>17</b>
<b>4.4.4.1 Classificação .....</b>	<b>19</b>
<b>4.4.4.2 Morfologia de dinoflagelados .....</b>	<b>25</b>
<b>4.4.4.3 Cistos de dinoflagelados resistentes (dinocisto) .....</b>	<b>27</b>
<b>4.4.4.4 Forma do Cisto .....</b>	<b>28</b>
<b>4.4.4.5 Arqueópilo.....</b>	<b>30</b>
<b>4.4.4.6 Processos.....</b>	<b>34</b>
<b>4.4.4.7 Ciclo de vida de dinoflagelados .....</b>	<b>41</b>
<b>4.4.4.8 Floração .....</b>	<b>43</b>
<b>4.4.4.9 Toxicidade .....</b>	<b>46</b>
<b>4.4.4.10 Dinoflagelados estudados em culturas.....</b>	<b>46</b>

4.4.4.11	Protoceratium reticulatum (=Gonyaulax grendleyi).....	47
4.4.4.12	Gonyaulax polyedra .....	48
4.4.4.13	Gonyaulax spinifera e Gonyaulax spinifera complex.....	49
4.4.4.14	Pyrophacus steinii.....	50
4.4.4.15	Protopteridinium sp.....	50
4.5	Paleoecologia .....	51
4.5.1	Temperatura .....	53
4.5.2	Salinidade .....	54
4.5.3	Micronutrientes .....	56
4.5.4	Distribuição inshore-offshore .....	56
4.5.5	Densidade número de cistos/g.....	57
4.5.6	Limite hidrodinâmico.....	57
4.5.7	Limite estuarino-nerítico .....	58
4.5.8	Fluxo das lagunas rumo à plataforma interna.....	58
4.5.9	Ressurgência de plataforma .....	59
4.5.10	Limite nerítico-oceânico.....	59
4.5.11	Mistura de águas neríticas-oceânicas próximas à massa d'água de superfície.....	60
4.5.12	Erosão submarina.....	62
4.6	Paleoceanografia.....	62
4.7	Plataforma Continental.....	64
4.8	Talude Continental.....	65
4.9	Correntes Marinhas .....	66
5	MATERIAI E MÉTODOS.....	70
5.1	Material de estudo .....	70
5.2	Material utilizado .....	78
5.3	Confecção da peneira .....	79
5.4	Preparação das amostras para análise de palinofácies .....	79
5.5	Preparação das amostras para análise de palinologia .....	80
5.6	Preparação das amostras para concentração de dinocistos por acidificação – peneiramento total - bateamento.....	81
5.7	Análise de Palinofácies .....	82
5.8	Análise de Palinologia .....	85
5.9	Análise dos Dinocistos .....	88
5.10	Tratamento estatístico dos dados .....	88

5.10.1	Representação dos dados estatísticos .....	89
6	Resultados .....	90
6.1	Análise de Palinofácies .....	90
6.1.1	Descrição das Palinofácies .....	98
6.1.2	Tratamento Estatístico dos Dados de Palinofácies .....	106
6.2	Análise de Palinologia .....	116
6.2.1	Tratamento Estatístico dos Dados de Palinologia .....	123
6.3	Análise de Dinocistos .....	131
6.3.1	Tratamento Estatístico dos Dados de Dinocistos .....	140
7	Discussão .....	165
7.1	Palinofácies.....	165
7.2	Palinologia .....	180
7.3	Dinocisto .....	185
8	Conclusão .....	211
9	REFERÊNCIAS .....	213
10	ANEXOS .....	232

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização da bacia de Campos (modificado de Viana & Faugères, 1998 in Menezes, 2002).....	5
Figura 2. Carta estratigráfica da bacia de Campos (Rangel et al., 1994). ....	7
Figura 3. Esquema mostrando as estruturas que compõem a teca, em vista ventral e dorsal dos Peridinióides (Evitt, 1985).....	27
Figura 4. Esquema do cisto gonialacóide em vistas dorsal e ventral (adaptado de Evitt, 1985).....	28
Figura 5. Esquema do cisto peridinióide em vistas dorsal e ventral (adaptado de Evitt, 1985). .....	29
Figura 6. Esquema do cisto ceratióide em vistas dorsal e ventral (adaptado de Evitt, 1985). .	30
Figura 7. Arqueópilo tipo Gonialacóide: Pré-cingular simples: tipo P; Apical + pré-cingular: tipo tA + P; Apical simples: tipo tA; Arqueópilo Epicistal: saída das séries de placas pré-cingular e apical da célula (Fensome et al., 1996).....	31
Figura 8. Arqueópilo Peridinióide: Cisto peridinióide com numeração das paraplasas; Cisto com arqueópilo Intercalar simples: tipo 2a; Intercalar simples com opérculo aderente a placa apical e Intercalar simples com opérculo aderente placa pré-cingular (tipo Intercalar = 2a); Intercalar comosto: tipo 3I (placas 1a; 2a e 3a).....	32
Figura 9. Figura à esquerda: Cisto peridinióide com a tabulação numerada; figura à direita: Arqueópilo tipo Peridinióide - Composto: tipo (3I) livres + (3Pa) três pré-cingulares aderentes ao cingulo (3I+3Pa); Composto: quatro apicais e três intercalares livres: tipo (4A+3I); Composto: apical e intercalar aderentes: tipo (tAtIa); Composto: três intercalar e três pré-cingular aderentes, abre-se uma fenda: tipo (3I3Pa) (Williams, 1971; Fensome et al., 1993, 1996).....	33
Figura 10. Cistos Proximado, Proximocorado e Corado, com base no comprimento dos processos em relação ao diâmetro do corpo central do cisto (Adaptado de Sarjeant, 1982)....	35
Figura 11. Diagrama ilustrando a relação entre a teca celular (a esquerda) e o cisto corado (a direita) de <i>Hystrichosphaeridium</i> (Evitt, 1985).....	36
Figura 12. Tipos de paratabulação e posição dos processos nas paraplasas. ....	37
Figura 13. Aspectos ornamentais e estruturas dos processos de dinocisto.....	37
Figura 14. Aspectos ornamentais e estruturas dos processos de dinocistos. ....	38
Figura 15. Tipos de ornamentação externa na parede dos cistos.....	39
Figura 16. Ciclo de vida dos dinoflagelados (Arai & Lana, 2004). ....	42

Figura 17. Distribuição dos dinocistos no ambiente marinho (modificado de Brinkhuis, 1992). .....	45
Figura 18 Localização da área (Adaptado de Machado et al., 2004). .....	71
Figura 19. Descrição litológica do Testemunho GL77, a partir da descrição fornecida pela Unidade de Serviços submarinos/Geologia Marinha (US-SUB/GM) – PETROBRAS, segundo Sanjinés (2006) (cores arbitrárias).....	72
Figura 20. Carta bioestratigráfica elaborada a partir Zonas encontradas para o testemunho analisado (Sanjinés, 2006).....	75
Figura 21. Gráfico da variação do Isótopo de Oxigênio (A); variação do Isótopo de Carbono (B), em idade de mil anos A.P. e da variação do Isótopo de Oxigênio em profundidade (modificado de Tokutake, 2005; Sanjinés, 2006).....	77
Figura 22. Folha de contagem dos componentes orgânicos particulados para análise de palinofácies.....	84
Figura 23. Folha de contagem para análise de palinologia.....	87
Figura 24. Variações percentuais dos três principais Grupos da Matéria Orgânica em relação à profundidade (cm) - Testemunho GL-77.....	93
Figura 25. Diagrama ternário mostrando as variações percentuais dos três principais Grupos da Matéria Orgânica: as esferas verdes representam o predomínio do Grupo Fitoclasto, as esferas vermelhas representam o predomínio do Grupo MOA e as esferas azuis o predomínio do Grupo Palinomorfo do Testemunho GL-77. ....	94
Figura 26. Diagrama ternário com os campos de palinofácies definidos pelos valores percentuais dos três principais Grupos da Matéria Orgânica do Testemunho - GL-77 (Tyson, 1995; Mendonça Filho et al., 2010; 2011).....	95
Figura 27. Percentual de distribuição dos subgrupos do Grupo Fitoclasto em relação ao total da Matéria Orgânica - <b>Testemunho - GL-77</b> . ....	99
Figura 28. Percentual de distribuição dos subgrupos de Fitoclastos Não-opacos Não- Bioestruturados, em relação ao total da Matéria Orgânica - Testemunho - GL-77.....	100
Figura 29. Percentual de distribuição dos subgrupos de Palinomorfos Marinhos em relação ao total da Matéria Orgânica - Testemunho - GL-77. ....	102
Figura 30. Percentual de distribuição dos subgrupos de Palinomorfos Continentais em relação ao total da Matéria Orgânica - Testemunho - GL-77. ....	103
Figura 31. Percentual de distribuição dos subgrupos de MOA em relação ao total da Matéria Orgânica - Testemunho - GL-77. ....	105

Figura 32. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento Modo-R, segundo o maior grau de similaridade dos componentes da matéria orgânica em relação à sua origem.....	107
Figura 33. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento modo-Q, para as similaridades entre as amostras em relação à profundidade. ....	107
Figura 34. Percentual de distribuição dos subgrupos de Palinomorfos Continentais, Marinhos e Palinoforaminíferos em relação ao total de componentes da análise palinológica - Testemunho - GL-77. ....	121
Figura 35. Percentual de distribuição dos subgrupos Palinomorfos Continentais (esporomorfo; microplâncton de água doce) e Marinhos (Dinocistos) e Zoomorfos (Palinoforaminífero) em relação ao total de componentes da análise palinológica - Testemunho - GL-77.....	122
Figura 36. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento Modo-R, segundo o maior grau de similaridade dos palinomorfos em relação à sua origem.....	124
Figura 37. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento modo-Q, de acordo com a distribuição estratigráfica (profundidade em cm).....	124
Figura 38. Valores percentuais das Associações Palinológicas: Associação A (dinocisto total e palinoforaminífero) e Associação B (esporomorfos, Botryococcus e Pediastrum).....	128
Figura 39. Valores absolutos das espécies Operculodinium centrocarpum, Lingulodinium machaerophorum, Nematospaeropsis labyrinthus e Tuberculodinium vancampoe do Testemunho - GL-7. ....	137
Figura 40. Valores absolutos das espécies agrupadas de pequenos Spiniferites spp.; S. mirabilis; total de cistos de Impagidinium e o total de Cistos heterotróficos-Testemunho GL-77.....	138
Figura 41. Valores absolutos das espécies de dinocistos Spiniferites spp.; Spiniferites mirabilis; espécies agrupadas do gênero Impagidinium e cistos heterotróficos com escalas próximas da maior abundância de cada um dos gráficos.. ....	139
Figura 42. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento Modo-R, segundo o maior grau de similaridade entre as espécies de dinocistos, em relação ao paleoambiente. ....	141
Figura 43. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento modo-Q, de acordo com as variações climáticas e disponibilidade de nutrientes ao longo do testemunho.....	142
Figura 44. Valores percentuais das Associações de Dinocistos: Associação A (dinocisto heterotrófico; Spiniferites mirabilis; total de Impagidinium e Tuberculodinium vancampoe). ....	146



Figura 45. Valores percentuais das Associações de Dinocistos: Associação B ( <i>Lingulodinium machaerophorum</i> e <i>Nematosphaeropsis labyrinthus</i> ) e Associação C ( <i>Operculodinium centrocarpum</i> ). .....	147
Figura 46. Carta bioestratigráfica elaborada a partir das Zonas interpretadas para o testemunho analisado (Sanjinés, 2006). .....	149
Figura 47. Gráficos da distribuição dos palinomorfos continentais nas Zonas Climáticas (W, Y e Z) e suas Subzonas (W2, W1, X3, X2, X1, Y5, Y4, Y3, Y2 e Y1). .....	151
Figura 48. Gráfico da distribuição das espécies autotróficas mais representativas nas Zonas (W, Y e Z) e suas Subzonas (W2, W1, X3, X2, X1, Y5, Y4, Y3, Y2 e Y1). .....	152
Figura 49. Gráfico da distribuição da abundância absoluta das espécies autotróficas mais representativas nas Zonas (W, Y e Z) e suas Subzonas (W2, W1, X3, X2, X1, Y5, Y4, Y3, Y2 e Y1). .....	153
Figura 50. Gráfico da distribuição da abundância absoluta das espécies de dinocistos heterotróficos nas Zonas (W, Y e Z) e suas Subzonas (W2, W1, X3, X2, X1, Y5, Y4, Y3, Y2 e Y1). .....	154
Figura 51. Correlação do gráfico da variação isotópica do oxigênio do Testemunho estudado por Tokutake (2005), com os picos de ocorrência de <i>O. centrocarpum</i> (setas marrons); <i>L. machaerophorum</i> (setas verdes) e <i>T. vancampoae</i> (setas vermelhas). .....	156
Figura 52. Correlação do gráfico da variação isotópica do carbono do Testemunho estudado por Tokutake (2005), com os picos de ocorrência de <i>O. centrocarpum</i> (setas marrons); <i>L. machaerophorum</i> (setas verdes) e <i>T. vancampoae</i> (setas vermelhas). .....	157
Figura 53. Gráfico da variação isotópica de oxigênio (d18O) e de carbono (d13C) relacionado com o gráfico de abundância absoluta de <i>O. centrocarpum</i> (as linhas tracejadas de cor laranja estão relacionadas aos picos de ocorrência do dinocisto). .....	159
Figura 54. Detalhe mostrando a ocorrência de um pico de <i>Operculodinium centrocarpum</i> na concentração de amostras do testemunho. ....	161
Figura 55. Gráfico da variação isotópica relacionado com a abundância absoluta de <i>Lingulodinium machaerophorum</i> . .....	162
Figura 56. Gráfico da variação isotópica relacionado com a abundância absoluta de <i>Tuberculodinium vancampoae</i> . .....	163
Figura 57. Detalhe dos picos de <i>Operculodinium centrocarpum</i> , <i>Lingulodinium machaerophorum</i> e <i>Tuberculodinium vancampoae</i> no intervalo de concentração da amostragem. ....	164

Figura 58. Gráficos dos dados relativos dos Principais Grupos da Matéria Orgânica; Zonas e Subzonas Climáticas.....	168
Figura 59. Gráficos dos dados relativos dos subgrupos dos fitoclastos e suas ocorrências nas Subzonas Climáticas.....	169
Figura 60. Localização do Testemunho B de Tokutake (2005) e do Testemunho GL-77 (modificado de Sanjinés, 2006).....	173
Figura 61. (a) Nível do mar ameaçador: Corrente do Brasil enfraquecida; taxa de sedimentação alta; fluxo de gravidade e movimento de massa (MM) em migração para o talude; (b) máxima parada e subida do nível relativo do mar; ativação da Corrente do Brasil; erosão ao longo do talude; (c) o mais alto nível relativo do mar: excursão da CB no talude; correntes de plataforma em intensa atividade, agravamento dos depósitos de areia e as Biozonas Climáticas (modificado de Viana & Faugères, 1998; Vicalvi, 1999).....	176
Figura 62 Forma nutricional de dinoflagelados mixotróficos em regiões com reduzidas disponibilidade de nutrientes (modificado de Jeong et al. 2010). .....	190
<i>Figura 63 Diagrama que ilustra a evolução da circulação das massas oceânicas do Quaternário dentro de “zonas de divisão de afunilamento” em três episódios (a, b, e c), correspondendo a diferentes níveis do mar no Brasil da posição atual. Os números indicam velocidades atuais hipotéticas em cm/s. X indica a direção do fluxo para a página, o círculo cheio indica a direção do fluxo para o leitor. As setas indicam a direção de transporte de carga. Uma corrente ao longo da costa, instalada à passagem da plataforma quebra – talude, é sugerida durante o Último Máximo Glacial. Escala horizontal de 1cm: 3km. (Modificado de Viana &amp; Faugères, 1998). .....</i>	195

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tabela de descrição litológica do testemunho GL 77.....	73
Tabela 2. Número de amostras para análise de Palinofácies - Testemunho GL-77.....	90
Tabela 3. Valores percentuais dos três principais Grupos da Matéria Orgânica - Testemunho GL-77. ....	91
Tabela 4. Valores percentuais dos subgrupos da matéria orgânica em relação ao total de Matéria Orgânica - Testemunho GL-77. ....	96
Tabela 5. Associações de Palinofácies geradas no tratamento estatístico Modo-R. ....	106
Tabela 6. Resultados da análise de agrupamento Modo-R e Modo-Q com 6 Associações de Palinofácies e 13 intervalos. ....	107
Tabela 7. Número de amostras utilizadas para a análise de Palinologia do Testemunho GL-77. ....	116
Tabela 8. Valores percentuais de Palinologia; Intervalos Climáticos (Zonas) e Fases Climáticas. ....	119
Tabela 9. Associações Palinológicas geradas no tratamento estatístico Modo-R. ....	123
Tabela 10. Análise de agrupamento Modo-Q – Palinologia. ....	125
Tabela 11. Número de amostras analisadas para o estudo de dinocistos do Testemunho GL-77. ....	131
Tabela 12. Valores absolutos da contagem de Dinocistos; Intervalos Climáticos (Zonas) e Fases Climáticas. ....	133
Tabela 13. Associações de Dinocistos gerada no tratamento estatístico Modo-R. ....	140
Tabela 14. Análise de agrupamento Modo-Q – Dinocistos.....	143
Tabela 15. Associações e Intervalos de Palinofácies, Palinologia, Dinocistos, Zonas, Fases Climáticas e Litologia das amostras. ....	208

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1. Classificação da matéria orgânica particulada - Grupo MOA, Grupo Fitoclasto e Grupo Palinomorfo - (Tyson, 1995; Mendonça Filho, 1999; Mendonça Filho et al., 2010; 2011).....	10
Quadro 2. Relação dos cistos de dinoflagelados segundo sua resistência a disponibilidade de oxigênio (modificado de Zonneveld & Susek, 2007; Zonneveld et al., 2008).....	189

## 1 INTRODUÇÃO

O presente estudo integra interpretações de palinofácies (organocomposicional) e palinológica, as quais englobam estudos e identificações das seguintes associações: a) matéria orgânica particulada (Fitoclastos-matéria orgânica lenhosa; MOA-matéria orgânica amorfa e Palinomorfos - componentes de parede orgânica); b) das assembleias palinológicas e c) das assembleias de cistos de dinoflagelados (considerando gênero e espécie).

Os conceitos que envolvem toda a análise da matéria orgânica sedimentar baseiam-se, principalmente, na interação da biosfera com a geosfera, e conferem um caráter multidisciplinar para esse estudo, com o envolvimento de diferentes especialidades tais como ciências geológicas (TYSON, 1987, 1995; MENDONÇA FILHO, 1999; MENDONÇA FILHO *et al.*, 2010; 2011), biológicas (LOEBLICH III, 1984), paleoecológica (WALL *et al.* 1977; DALE 1996; HEAD, 1996) e ambientais (TYSON, 1995; MENDONÇA FILHO *et al.*, 2010).

O conceito de palinofácies foi introduzido por Combaz (1964) e sua definição pode ser entendida como o estudo palinológico do total de componentes da matéria orgânica contida em um sedimento após a remoção da matriz sedimentar (mineral), pela acidificação com HCl (ácido clorídrico) e HF (ácido fluorídrico).

De acordo com Tyson (1995), a análise de palinofácies é o estudo palinológico de ambientes deposicionais e do potencial de rochas geradoras de hidrocarbonetos, baseado na assembleia total de componentes da matéria orgânica particulada, sendo definida como “um corpo de sedimento contendo uma assembleia distinta de matéria orgânica palinológica que reflete um grupo específico de condições ambientais, podendo ser associada com um potencial de geração de hidrocarbonetos característico”.

O objetivo da palinofácies é a integração de todos os aspectos da assembleia de componentes orgânicos particulados como: identificação dos componentes palinológicos individuais; classificação dos grupos e subgrupos do querogênio; determinação das proporções relativas particularmente, tamanho, forma e estado de preservação destes componentes. Segundo Mendonça Filho *et al.*, (2010; 2011), de posse das informações sobre a origem, grau de preservação e tendência de distribuição de cada componente orgânico que caracterizam as associações de palinofácies, o pesquisador poderá obter respostas no âmbito da Sedimentologia, dos estudos de Sequências Estratigráficas, Micropaléontologia e da Geoquímica Orgânica, além da possibilidade de ser utilizada em outros estudos relacionados às Geociências. Portanto, os dados das associações de palinofácies poderão:

- Determinar a magnitude e locação de *inputs* terrígenos (relação proximal-distal);
- Determinar polaridade deposicional (eixos *onshore-offshore*);
- Identificar as tendências de raseamento-aprofundamento;
- Identificar as tendências regressivas-transgressivas no contexto da Estratigrafia de Sequências;
- Caracterizar e subdividir fácies sedimentares uniformes;
- Fornecer uma caracterização paleoambiental;
- Determinar as fácies orgânicas propícias à geração de hidrocarbonetos.

Já o estudo paleopalínológico que trata dos palinomorfos (em especial dos microfósseis de parede orgânica) nos possibilitará uma melhor compreensão da relação óxica-anóxica, proximal distal, maior ou menor fluxo continental para dentro do oceano de acordo com as Fases Climáticas.

A última análise diz respeito as espécies de cistos de dinoflagelados que ocorrem nesta área de clima tropical e qual as espécies, assembléias e associações de dinocistos correspondem a determinados paleoambiente de acordo com sua paleoecologia.

Trabalho com a identificação de dinocistos, um dos pioneiros, mas já realizado pelo autor na mesma bacia, em testemunho diferente. Já o presente trabalho tem como novidade a integração com a palinofácies.

Uma das problemáticas, que vem sendo pesquisada pelo LAFO é a recuperação dos componentes palinológicos no processamento de sedimentos do período Quaternário. Tal processamento tende a diferenciar-se do processamento tradicional para outros períodos. Juntar partes de etapas de processamentos (e.g. WOOD *et al.*, 1996, BRENNER, 1998; MATSUOKA & FUKUYO, 2000) foram adaptadas pelo autor para material do período Quaternário da Bacia de Campos para recuperação de dinocistos (OLIVEIRA, 2003; OLIVEIRA *et al.*, 2004) e readaptadas pelo mesmo autor para a integração com a palinofácies para este trabalho. Há o questionamento sobre o processamento usado para períodos mais recentes (período Quaternário) não serem compatíveis com os processamentos para períodos mais antigos, antes do período Quaternário. Uma das alternativas para o trabalho foi evitar o uso de oxidantes fortes, tempos demasiadamente longos nos ácidos fortes (além de 18 horas para o ácido clorídrico e de 24 horas para o repouso no ácido fluorídrico), além de não descartar o líquido sobrenadante da palinofácies e o não uso da centrífuga.

A correlação por biozona climática com as ocorrências absolutas/relativas, as assembléias e por final as associações determinadas estatisticamente mostraram algumas hipóteses na paleoecologia dos dinocistos, a preferência climática de três espécies (*Operculodinium centrocarpum*, *Lingulodinium machaerophorum* e *Tuberculodinium vancampoe*) de acordo com dados de isótopos de oxigênio e carbono. A hipótese de ver essas três espécies do período Quaternário respondendo perfeitamente a

variação climática e a disponibilidade de nutrientes parece ser um primeiro passo para futuros estudos em regiões de climas tropical onde podemos ver essas espécies respondendo as variações climáticas.

## 2 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho foi caracterizar o conteúdo orgânico e determinar a variação organofaciológica de uma seção sedimentar quaternária (Pleistoceno-Holoceno) da Bacia de Campos, Rio de Janeiro, através de técnicas de microscopia (Palinofácies e Palinologia) para estudos paleoambientais. Baseado nos conceitos e análises aplicados neste estudo e na integração dos resultados das análises de palinofácies e palinologia, considera-se ainda, como objetivos secundários:

- Melhorar a recuperação dos cistos de dinoflagelados em processamento organopalinológico (para análise em palinofácies e palinologia);
- Analisar qualitativamente as assembleias de palinomorfos marinhos do grupo dos cistos de dinoflagelados e suas afinidades com suas respectivas células móveis recentes;
- Determinar o estado e processos de preservação dos componentes orgânicos;
- Determinar as relações paleoambientais, através de análises estatísticas multivariadas;
- Interpretar o paleoclima, a paleoceanografia, a paleossalinidade e a paleoprodutividade relacionados às fases glaciais e interglaciais;
- Identificar as assembleias de palinomorfos;
- Correlacionar as curvas obtidas das análises organopalinológicas e palinológicas à curvas de variação isotópicas de Oxigênio ( $\delta^{18}\text{O}$ ) e de Carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ );
- Disponibilizar os resultados das assembleias de dinocistos do Quaternário para um Banco de Dados da Bacia de Campos, como contribuição à construção de um modelo sedimentológico, paleoceanográfico e paleoecológico a ser aplicado nos intervalos de rochas reservatório e geradoras de hidrocarbonetos;
- Análise paleoambiental através da: determinação da magnitude e locação de *inputs* terrígenos (relação proximal-distal, em relação ao sedimento gerador) e da determinação da polaridade deposicional; identificação das tendências relativas da profundidade e regressão-transgressão em sequências estratigráficas e, assim, os limites das sequências deposicionais; distinção entre os diferentes ambientes deposicionais: marinho aberto, marinho restrito (anóxico-disóxico), etc.



### 3 ÁREA DE ESTUDO

#### 3.1 Bacia de Campos

A bacia de Campos localiza-se na porção sudeste da Margem Continental Brasileira, situando-se na costa sul dos Estados do Espírito Santo e norte do Rio de Janeiro, entre os paralelos 21° e 23° 30' sul de latitude. Está limitada a norte com a bacia do Espírito Santo pelo Alto de Vitória e ao sul com a bacia de Santos pelo Alto de Cabo Frio (RANGEL *et al.*, 1994; WINTER *et al.*, 2007.) . Possui uma área de aproximadamente 100.000 km<sup>2</sup>, se considerar a cota batimétrica de 3400 metros (limite leste da bacia com o Platô de São Paulo, VIANA & FAUGÈRE, 1998; Figura 1).

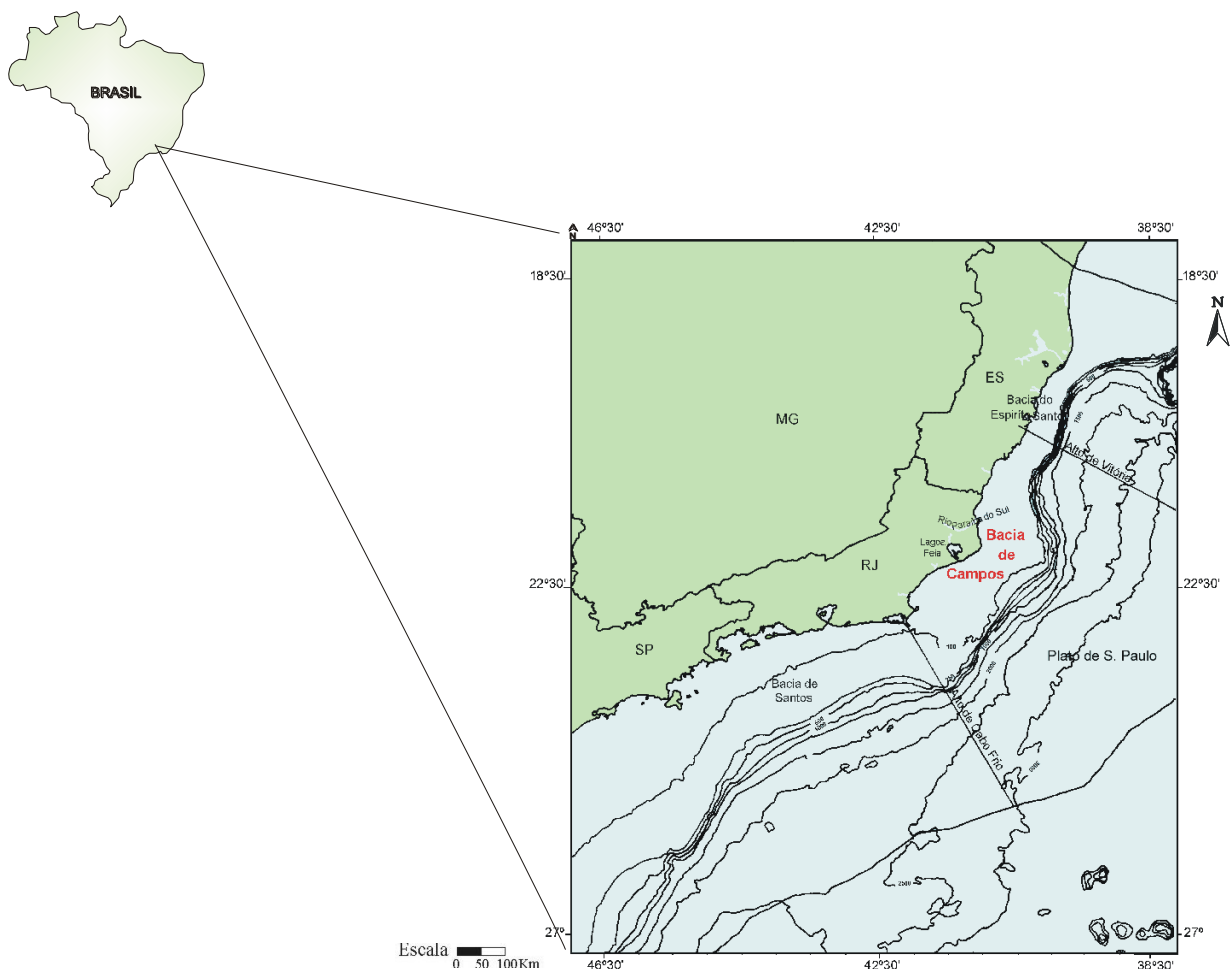


Figura 1. Mapa de localização da bacia de Campos (modificado de Viana & Faugères, 1998 in Menezes, 2002).

A origem e evolução da bacia de Campos, como das demais bacias da Margem Continental Brasileira, está relacionada à ruptura do supercontinente Gondwana, com a separação das placas africana e sul-americana e a consequente formação do Oceano Atlântico. O rompimento do supercontinente foi facilitado devido à reativação de linhas de fraqueza de

terrenos pré-cambrianos. Mohriak *et al.* (1990) propuseram um modelo baseado no movimento divergente com adelgaçamento crustal e ajuste isostático vertical de blocos, caracterizado por uma fase inicial controlada por falhas, seguida por uma fase de subsidência tectônica.

As principais fases de sedimentação da bacia ocorreram dentro de diferentes estágios tectônicos:

- Fase Rifte;
- Fase Transicional ou Evaporítica;
- Fase Drift.

A primeira carta estratigráfica da bacia de Campos foi elaborada por Schaller (1973). Seguiram-se atualizações com foco em litoestratigrafia (e.g. RANGEL *et al.*, 1994) e com foco em cronoestratigrafia (WINTER *et al.*, 2007) onde foram mapeadas as principais seqüências deposicionais. No presente estudo foi adotada a carta estratigráfica de Rangel *et al.* (1994), sendo a bacia subdividida em sete formações e a deposição relacionada a dois grupos (Seqüências Rifte e Seqüências da Margem Passiva) de terceira ordem: um relacionado à tafrografia continental inicial e outro moldado em condições oceânicas crescentes (Figura 2).

- Seqüências Rifte: correspondem duas seqüências deposicionais da fase rifte (K-20 e K-30 e compreendem o intervalo de idade do Neocomiano-ao Eoaptiano) e duas seqüências deposicionais da fase transicional (K-40 e K-50 englobando o Andar Alagoas).
- Seqüências da Margem Passiva: compreende nove seqüências deposicionais da fase drifte (K-60, K-70, K-80, K-90/K-110, K-120/T-20, T-30, T-40, T-50, T-60). A seção sedimentar estudada no presente trabalho corresponde a seqüência deposicional T-60 (Holoceno-Neomioceno).

A descrição litológica da T-60 corresponde a seqüência deposicional N60 de Winter *et al.* (2007). Esta seqüência é composta pelo predomínio de margas, nas porções muito profundas e distais da bacia, além de arenitos de fluxos turbidíticos densos, argilitos e diamictitos.

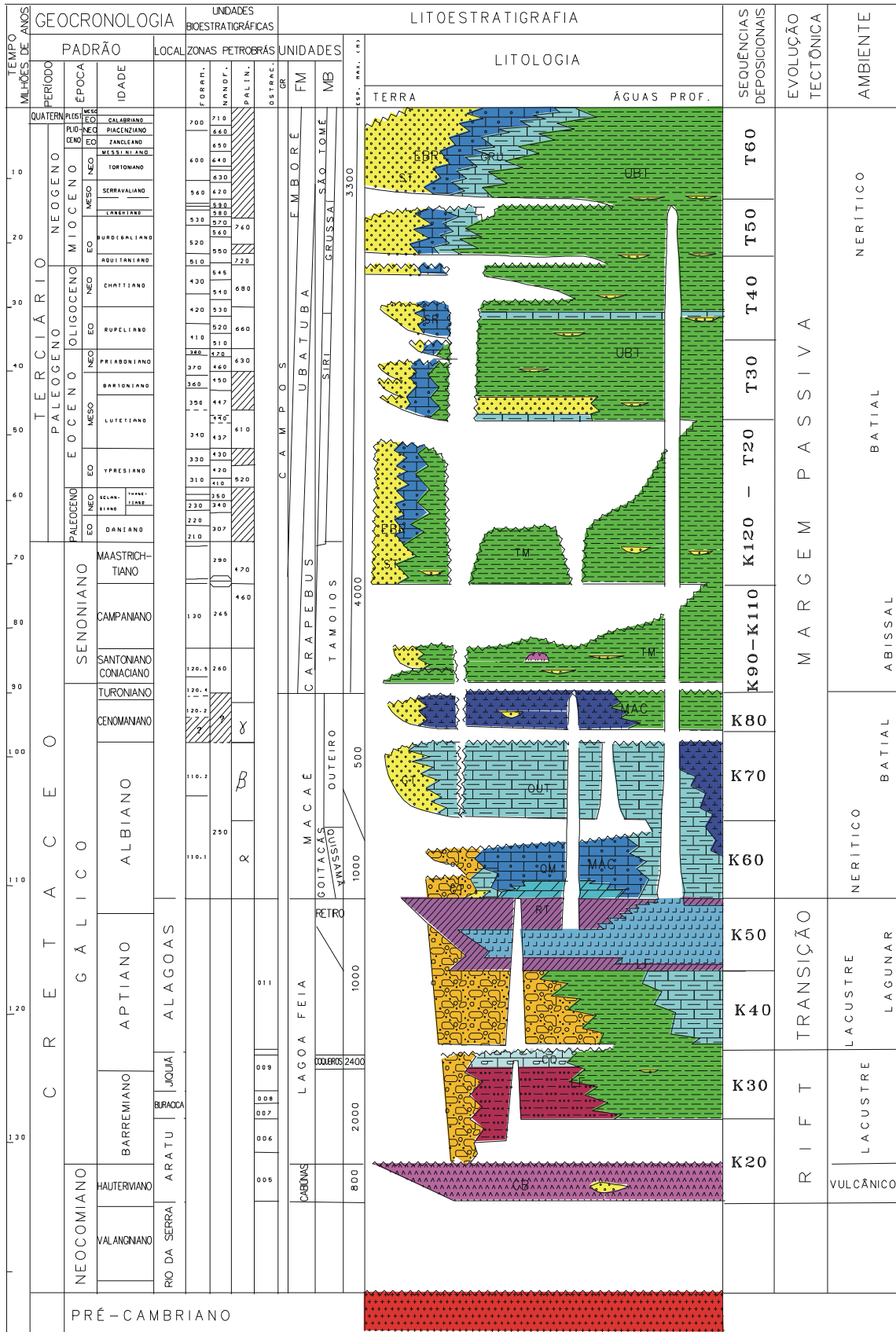


Figura 2. Carta estratigráfica da bacia de Campos (Rangel et al., 1994).

Vários pesquisadores vêm desenvolvendo estudos na área da bacia de Campos (VICALVI, 1997; 1999; CADDAH *et al.*, 1998; VIANA & FAUGÈRES, 1998; VIANA *et al.*, 1998a, 1998b; MACHADO *et al.*, 2004); várias monografias de graduação (MACIEL, 2008; SOUZA, 2009; LAPLACE *et al.*, 2010); dissertações de mestrado (MENEZES, 2002; OLIVEIRA, 2003; TOKUTAKE, 2005; SANJINÉS, 2006) e teses de doutorado (VICALVI, 1997).

Através desses trabalhos citados percebe-se a complexidade que envolve a análise ambiental para tal bacia. O caráter multidisciplinar relacionado a sedimentologia, paleoclimatologia, paleoceanografia e micropaleontologia e, suas sinergias foram de vital importância para um melhor entendimento deste estudo.

Caddah *et al.* (1998), Viana & Faugères (1998), Viana *et al.* (1998a,b) estudaram a sedimentologia e oceanografia da bacia de Campos. Os sedimentos são compostos por areias siliciclásticas e bioclásticas que ocupam a plataforma interna e mediana.

Viana *et al.* (1998a), em sua área de estudo, indica que as lamas e areias da plataforma são derivadas da descarga do Rio Paraíba do Sul, desde o início da plataforma interna. A moderna plataforma externa é dominada por sedimentos classificados de arenosos siliciclásticos e, secundariamente, carbonáticos.

No talude superior, entre o cânion de Itapemirim e São Tomé, onde a Corrente do Brasil atinge suas velocidades mais altas, foram coletados *piston core* da borda do talude superior, entre profundidades de 150 e 300m. Os pistons cores revelaram a presença de areias siliciclásticas grossas extremamente limpas, menos arredondadas, com menos estruturas e presença de nódulos de algas vermelhas (CADDAH *et al.*, 1998).

Devido às condições paleoclimáticas os principais episódios de transporte de sedimentos arenosos da plataforma externa para o talude superior e médio ocorreram durante o início do Holoceno. Depósitos de movimentos de massa, escorregamento (*slumps*) e camadas de fluxo de detritos (*debris flow*), estão relacionados a períodos de abaixamento do nível relativo do mar (CADDAH *et al.*, 1998; Machado *et al.*, 2004).

Menezes (2002) realizou estudos palinofaciológicos e organogeoquímicos em dois poços da Bacia de Campos, e caracterizou um paleoambiente proximal (flúvio-deltaico) e distal ( fácies de talude e bacia marginal), através de componentes orgânicos.

## **4 CONCEITUAÇÃO**

### **4.1 Matéria Orgânica Particulada**

A caracterização da origem dos precursores (são os antecessores) botânicos e restos de microrganismos, bem como, a determinação da abundância relativa e do grau de preservação dos diferentes constituintes, conjuga técnicas de microscopia sob luz branca transmitida e fluorescência em lâminas organopalinológicas, ou seja, lâminas contendo o concentrado de matéria orgânica particulada (ou palinológica). Para tanto, é importante utilizar um sistema de classificação dos grupos e subgrupos da matéria orgânica particulada que forneça o máximo de informação sobre as variáveis envolvidas e que enfatize os fatores que são mais relevantes para os objetivos do estudo em particular. Permitindo a identificação de qualquer variação quantitativa que poderia estar relacionada aos principais controles na distribuição da matéria orgânica e, assim, utilizar esses fatores na determinação do significado paleoambiental indicando o uso apropriado da nomenclatura para observação do matéria orgânica particulada sob luz branca transmitida (TYSON, 1995; MENDONÇA FILHO, 1999; MENDONÇA FILHO *et al.*, 2002; 2010; 2011) (Quadro 1).

Quadro 1. Classificação da matéria orgânica particulada - Grupo MOA, Grupo Fitoclasto e Grupo Palinomorfo - (Tyson, 1995; Mendonça Filho, 1999; Mendonça Filho et al., 2010; 2011)

GRUPOS & SUBGRUPOS		DESCRIÇÃO		
MATÉRIA ORGÂNICA AMORFA	<b>"MOA"</b> Material orgânico derivado de ataque microbiológico		Material não estruturado e com formato variado; cor: amarela-laranja-vermelho; laranja-marrom; cinza, algumas vezes com inclusões de palinórfos, fitoclasto, pirita. Pode exibir ou não colorações de fluorescência	
	<b>Bacteriana (Esteiras microbiais)</b> Material orgânico derivado da produtividade microbiológica		Material amorfo não estruturado, intensamente fluorescente de origem bacteriana. Pode ser fina, 'pelicular' (Combaz, 1980), com impressões de 'crateras' pela dissolução de minerais carbonáticos da matriz inorgânica no processo de isolamento por maceração ácida. Pode apresentar-se também sob a forma de placas densas, compactas, com contornos angulares.	
	<b>Resina</b> Derivado de vegetais terrestres superiores de florestas tropicais e subtropicais		Partícula não estruturada, hialina, usualmente arredondada, homogênea, fluorescente ou não-fluorescente	
FITOCLASTO	Opaco	Equidimensional	Partícula de cor preta de forma quadrática. Sem bioestruturas internas.	
		Alongado	Partícula de cor preta de forma alongada. Comprimento três vezes maior do que a largura. Usualmente não apresenta estrutura interna, porém, os de forma alongada podem, ocasionalmente, apresentar perfurações.	
		Corroído	Partícula de cor preta com contornos difusos e irregulares.	
	Não-Opaco	Derivado de tecidos de vegetais terrestres superiores ou fungos	Hifas de Fungo	Filamentos individuais do micélio da fase vegetativa dos fungos.
			Não-bioestruturado	Partícula de cor marrom não-bioestruturada.
			Cutícula	Partículas de cor amarelo-pálido a marrom claro, delgadas, com estrutura celular, em alguns casos com estômatos visíveis. Ocasionalmente, podem ocorrer materiais cuticulares mais espessos, nesse caso a cutícula está associada às camadas mais internas do vegetal, como por exemplo, córtex ou epiderme.
			Membrana	Partículas de cor amarelo-pálido, comumente transparentes, sem estrutura celular.
			Bioestruturado	Partícula de cor marrom bioestruturada Estriado Listrado Bandado Perfurado
	Ecleréideo	Células que formam o tecido esclerenquimático, com parede secundária espessada e impregnadas de lignina e são encontradas em diferentes partes do vegetal (raiz, caule e folha) e têm a função de sustentação e resistência. Podem ocorrer total ou parcialmente carbonizados por processos de combustão e/ou oxidação. Podem ser classificados como componentes opacos (pretos) ou não-opacos.		
	PALINOMORFO	Esporomorfo	Esporo	Palinomorfo terrestre produzido por pteridófitas, briófitas e fungos Palinomorfo de forma triangular ou circular, apresentando a marca trilete ("Y") ou monolete (uma cicatriz. Ornamentação variada. * Podem ocorrer como mássulas ( <i>Azolla</i> ), aglomerados e tétrades.
Grão de Pólen			Palinomorfo terrestre produzido por gimnospermas e angiospermas Palinomorfo com morfologia complexa a simples, usualmente esférico a subsférico; ornamentação vairada, pode apresentar aberturas * Podem ocorrer como aglomerados e tétrades.	
Microplâncton de água doce		<i>Botryococcus</i>	Algas Chlorococcales	Colônias globulares irregulares; tamanho 30 a 2000µm, algumas vezes com vários lóbulos; laranja-marrom. Carbonífero-Recente
		<i>Pediastrum</i>		Algas verdes coloniais, radialmente simétricas; tamanho 30-200µm em diâmetro com dois chifres no anel mais externo das células. Células internas podem ser de forma irregular com espaços entre elas ou compactadas. Jurássico (?) -Recente
Microplâncton marinho		Dinocistos	Restos de cistos produzidos durante a parte sexual do ciclo de vida da Classe Dinophyceae	Principal característica é a paratabulação que divide a teca do cisto em placas retangulares ou poligonais separadas por suturas. Três morfologias principais: proximados, cavados e corados. Muitas vezes com uma abertura (arqueótipo) através da qual ocorre o encistamento. Jurássico-Recente. Existem espécies atuais de água doce.
		Prasinófitas	Microfóssies produzidos por pequenas algas quadriflageladas (Divisão Phylophyta)	Maioria, como Tasmanites, são esféricas; diâmetro 50 à 2000µm Pré-Cambriano-Recente. Existem espécies atuais de água doce.
		Acritarcos	Algas sem status taxonômico, afinidade incerta e de origem provavelmente polifilética e a maioria está relacionada a cistos de algas fotossintéticas, microscópicas	São eucariontes e unicelulares de pequena dimensão (5 à 150µm) Constituídos de cavidade central, circundada por uma parede de camada simples ou múltipla de esporopoliina. Possuem simetria, forma, estrutura e tipo de desenvolvimento da ornamentação bem variados. Surgem no Pré-Cambriano, com auge no Ordoviciano-Devoniano e quase extintos no Permo-Carbonífero. No Meso-Cenozóico exibem baixa diversidade. Algumas formas de água doce têm sido observadas do Permiano ao Recente
Zoomorfo		Palinoforaminífero	Película interna quitinosa que reveste a a carapaça de foraminíferos	Revestimento orgânico interno de testas de microforaminíferos recuperados na preparação de amostras para análises de palinofácies e palinologia. Exibe coloração bege, marrom claro a marrom escuro. Os principais morfótipos, baseados no arranjo das câmaras, são representados por câmaras simples, unisseriais, bisseriais, espiralados e compostos.
		Escolecodonte	Elementos dispersos do aparelho bucal de anelídeos poliquetas	Peça bucais, compostas por quitina. Ordoviciano inferior- Recente.
		Quitinozóario	Vesículas em formato de fracos ou pequenas garrafinhas ocas (30 a 2000µm), afinidade incerta	Constituem um grupo extinto de organismos marinhos dotados de testas orgânicas de quitina. Ordoviciano-Devoniano
Outros	Ex: <i>Spongiophyton</i> , Zooclastos (Graptólitos, Ovos de copépoda)			

## 4.2 Grupo MOA - Matéria Orgânica Amorfa

O Grupo da Matéria Orgânica Amorfa, tradicionalmente referida como MOA, compreende todo componente orgânico particulado sem estrutura, incluindo matéria orgânica amorfa, derivada de bactérias, fitoplâncton, resinas de vegetais superiores e agregados orgânicos degradados (*e.g. pellets fecais* de zoomorfos). Outros materiais amorfos produtos de vegetais superiores também estão incluídos nesse grande grupo (BUSTIN, 1988). Porém, segundo Tyson (1995), não é considerado MOA no seu “*sensu*” usual.

Segundo Mendonça Filho *et al.* (2010; 2011) o estado de preservação da MOA é importante na determinação de condições deposicionais e na caracterização do potencial de geração de hidrocarbonetos, podendo ser avaliada com técnicas de microscopia sob fluorescência.

MOA exibindo intensa coloração de fluorescência é característica de áreas de elevada preservação de matéria orgânica devido às condições redutoras, especialmente em áreas de alta produtividade primária. Em áreas afastadas de atividade flúvio-deltaica intensa (ambientes de baixa energia) também apresentam elevados percentuais, uma vez que ocorre processo de diluição por esporomorfos e fitoclastos (TYSON, 1987; 1989; 1993; 1995; BUSTIN, 1988; MENDONÇA FILHO *et al.*, 2010; 2011). Porém, segundo Tyson (1993) por vezes, em fácies deltaicas proximais de baixa energia, pode ser possível que algum material amorfo presente seja o produto da degradação de vegetais superiores.

O parâmetro de intensidade de fluorescência da MOA é controlado pelas condições redox dentro do qual ocorreu sua deposição, condições disóxico-anóxicas preservam os componentes lábeis (ricos em hidrogênio) da matéria orgânica amorfa. A fluorescência, como um todo, é parcialmente controlada pela fonte planctônica e os tipos de partículas inclusas é um critério relevante para interpretações paleoambientais. Os demais critérios que podem ser considerados na classificação do tipo de material orgânico amorfo sob luz branca transmitida são: cor, heterogeneidade, forma e relevo, coesividade, conteúdo de pirita e associação típica (TYSON, 1995; MENDONÇA FILHO *et al.*, 2010; 2011)

De acordo com Jones (1987), o predomínio de MOA com intensas colorações de fluorescência, associada a elevados valores de índice de hidrogênio, são indicativos de fácies orgânica depositada sob uma coluna d’água anóxica persistente que usualmente ocorrem em ambientes lacustres, bem como, folhelhos marinhos e ambientes carbonáticos.

### 4.3 Grupo Fitoclasto

Fitoclasto corresponde aos fragmentos de tecidos derivados de vegetais superiores. Os fitoclastos são primeiro divididos em não-opacos (de coloração amarelada a marrom escuro) e opacos (pretos), o quadro 1 mostra com detalhes os subgrupos do Grupo Fitoclasto.

Tecidos cuticulares e membranas também fazem parte do Grupo Fitoclasto. As cutículas são partículas delgadas de coloração de amarelo pálido a marrom claro, sob luz branca transmitida, representando a camada mais externa da epiderme das folhas dos vegetais, em alguns casos com estômatos visíveis. Ocasionalmente, podem ocorrer materiais cuticulares mais espessos, nesse caso a cutícula está associada às camadas mais internas da folha, como por exemplo, epiderme e mesófilo. E as membranas são partículas sem estrutura celular, que sob luz branca transmitida, apresentam-se amarelo-pálidas, transparentes e sob fluorescência apresentam coloração amarela intensa (TYSON, 1995; MENDONÇA FILHO *et al.*, 2010; 2011).

Ainda dentro do subgrupo dos fitoclastos opacos ocorrem os esclereídeos carbonizados, células do tecido esclerenquimático com parede secundária espessada e impregnadas de lignina. Existem vários tipos e formas de esclereídeos, porém o tipo comumente identificado é o astroesclereídeo, devido à sua forma de estrela. Esses tecidos carbonizados são originados por processos de carbonização pré-deposicionais, ocorrem em baixa abundância relativa e seu transporte é feito pelo vento (fumaça) até o sítio de deposição, ou seja, esse componente pode ocorrer tanto *in situ*, em regiões próximas à área-fonte, quanto em porções mais distais da bacia (MENDONÇA *et al.*, 2007; MENDONÇA FILHO *et al.*, 2007; 2010; 2011).

Vários critérios para descrição dos fitoclastos são utilizados para trabalhos detalhados de palinofácies, tais como tamanho, autofluorescência, angularidade. Até mesmo a abundância desse grupo de componentes e sua associação com outros grupos devem ser levadas em consideração. Associações com moderados a elevados percentuais de fitoclastos estão condicionadas às tendências de preservação seletiva (tendência proximal-distal) e à sedimentação seletiva (relacionada às condições hidrodinâmicas). Esses fatores controlam não só as variações na abundância relativa do Grupo Fitoclasto, como também, as modificações ocorridas no conteúdo do tipo de fitoclasto presente na assembleia de componentes orgânicos particulados. A maior parte da matéria orgânica terrestre é depositada próxima à desembocadura dos rios e permanece na plataforma interna. No entanto, quantidades significativas podem alcançar a plataforma externa somente quando a descarga dos rios é alta,



ou quando a plataforma é estreita e cortada por cânions, onde há alta frequência de correntes de turbidez (HABIB, 1982; TYSON, 1995; MENDONÇA FILHO, 1999; MENDONÇA FILHO *et al.*, 2010; 2011). Um alto suprimento de fitoclastos pode diluir todos os outros componentes orgânicos e refletir características proximais, onde a deposição ocorre próximo à flora-mãe, porém a abundância de material alóctone também pode estar relacionada a processos de retrabalhamento de plataforma. Portanto, uma identificação e classificação detalhada do Grupo Fitoclasto é necessária para compreender tanto o processo de preservação seletiva, quanto à relação proximal-distal dos aportes de matéria orgânica terrestre em sítios deposicionais marinhos.

Menezes (2002), estudando a palinofácies de sedimentos pleistocênicos do talude continental da bacia de Campos, determinou assembleias de componentes da matéria orgânica com predomínio de fitoclastos, principalmente cutículas, com características de deposição em fácies proximais (flúvio-deltaica) à fácies de talude e de bacia marginal.

#### **4.4 Grupo Palinomorfo**

O Grupo Palinomorfo refere-se a todo componente de parede orgânica resistente a acidificação com HCl (ácido clorídrico) e HF (ácido fluorídrico), sendo dividido em: Esporomorfos, Microplâncton de parede orgânica (água doce ou marinho) e Zoomorfos. É o grupo que ocorre em menor abundância dentre os três principais grupos morfológicos da matéria orgânica particulada, a abundância relativa de palinomorfos é primeiramente controlada pela extensão da diluição por fitoclastos ou matéria orgânica amorfa (TYSON, 1993; MENDONÇA FILHO *et al.*, 2010; 2011).

Esse amplo grupo abrange desde elementos continentais, produzidos por plantas terrestres ou mesmo por organismos dulciaquícolas, até organismos francamente marinhos, fazendo com que os palinomorfos sejam encontrados praticamente em todos os ambientes. A diversidade de origem, tanto de natureza ecológica como biológica, propicia que os palinomorfos apresentem larga abrangência temporal, ocorrendo desde o Proterozoico até os dias de hoje, sempre indicando formas características em cada época do tempo geológico (ARAI & LANA, 2004).

##### **4.4.1 Subgrupo - Esporomorfo**

Estão representados pelos esporos de Briófitas e Pteridófitas e pelos grãos de pólen de Gimnospermas e Angiospermas.

Segundo Mendonça Filho *et al.* (2010; 2011), em trabalhos de palinofácies, as interpretações devem incluir parâmetros relacionados à natureza, morfologia de esporos e grãos de pólen e a relação com o tipo de sedimento hospedeiro (equivalência hidrodinâmica). Como por exemplo, a presença de tétrades e aglomerados que estão sempre associadas a ambientes deposicionais próximos à área-fonte e com rápida taxa de sedimentação. E a abundância relativa de esporomorfos em relação aos demais palinomorfos (especialmente fitoplâncton) reflete principalmente a proximidade de fontes terrestres e a produtividade do fitoplâncton. Além disso, nas associações com outros palinomorfos, os esporomorfos são utilizados para a complementação de dados paleoambientais, paleoecológicos e paleogeográficos.

A abundância relativa e diversidade de esporomorfos presentes nos sedimentos são influenciadas pelas mudanças do nível relativo do mar, pela extensão da plataforma e pelas diferenças nas distâncias de transporte (GROOT *et al.*, 1965). Uma assembleia de esporomorfos relativamente diversificada ocorre em baías interdistributárias e ambientes do tipo lagunar. E o predomínio de esporos de Pteridófitas indica deposição próxima às margens da baía (DENISON & FOWLER, 1980; BUSTIN, 1988; WHITAKER *et al.*, 1992).

Em ambientes plataformais, o declínio absoluto do aporte de esporomorfos e o aumento da representatividade do microplâncton marinho de parede orgânica, levam ao decréscimo dos percentuais de esporomorfos. Entretanto, a abundância de dinocistos (cistos de resistência de dinoflagelados) declina com o aumento da profundidade em direção *offshore*, geralmente alcançando o máximo em regiões de talude continental. Além disso, em regiões oceânicas ou em bacias permanentemente estratificadas, frequentemente ocorrem elevados percentuais (baixa abundância absoluta) de esporomorfos geralmente pequenos, de parede pouco espessa e grãos de pólen sacados, devido aos efeitos de eutrofização que inibem a produtividade de dinocistos (WALL *et al.*, 1977; HABIB, 1982; TYSON, 1993; MELIA, 1984).

#### **4.4.2 Subgrupo - Zooplâncton e Zoomorfo (palinoforaminíferos)**

O zooplâncton abrange a porção animal (*metazoários*) do plâncton. Os mais numerosos são os crustáceos e, dentre estes, principalmente, os copépodes (PARSONS *et al.*, 1984). No entanto, praticamente o zooplâncton representa todos os filos de invertebrados marinhos, ao menos durante alguma etapa do ciclo de vida.

O termo palinoforaminífero foi criado com o objetivo de descrever revestimentos orgânicos internos de microforaminíferos recuperados a partir da preparação de amostras de rochas sedimentares para estudos palinológicos (PANTIC & BAJAKTAREVIC, 1988). Isto é, constitui a parte preservada após a total dissolução da matriz carbonática por processos de maceração ácida do material. Correspondem à película interna de composição quitinosa e coloração marrom que reveste internamente a carapaça de foraminíferos e os principais morfogrupos, baseados no arranjo das câmaras, são representados por câmaras simples, unisseriais, bisseriais, espiraladas e compostas (TYSON, 1995; MENDONÇA FILHO *et al.*, 2010; 2011).

A distribuição de palinoforaminíferos é primeiramente controlada pelo desenvolvimento de foraminíferos. Palinoforaminíferos são maiores e mais pesados do que os outros palinomorfos e são, geralmente, menos abundantes em termos de números de indivíduos por volume de amostra. Somente uma parte da população de foraminíferos presentes na amostra irá produzir esta película orgânica interna e são os componentes minoritários da assembleia de componentes da matéria orgânica, normalmente menos de 1% e raramente ultrapassam 5% (TYSON, 1993; MENDONÇA FILHO *et al.*, 2010; 2011).

Nas bacias sedimentares brasileiras, o registro de palinoforaminíferos, em seções marinhas cretáceas e cenozoicas, é relativamente comum. Segundo Stancliffe (1996), os palinoforaminíferos têm sido recuperados em rochas do Permiano ao Recente.

Sua presença, segundo alguns autores, indica condições marinhas normais (MARTINEZ-HERNANDEZ *et al.*, 1980; COURTINAT, 1989). Segundo MELIA (1984), a abundância desta película orgânica interna diminui com o aumento da lâmina d'água já que, em teoria, estas se originam mais de foraminíferos bentônicos do que de planctônicos.

Também se incluem no subgrupo zoomorfo outros microfósseis, tais como, escolocodontes e quitinozoários (MENDONÇA FILHO *et al.*, 2010; 2011).

#### **4.4.3 Subgrupo - Microplâncton de Parede Orgânica - Água Doce (algas dos gêneros *Botryococcus* e *Pediastrum*)**

São algas verdes da Divisão Chlorophyta, Ordem Chlorococcales.

O gênero *Botryococcus* apresenta distribuição do Ordoviciano ao Recente e consistem de colônias globulares, mais ou menos esféricas, com células cônico-cilíndricas, densamente unidas e envoltas por mucilagem, irradiando-se e ramificando-se a partir do centro da colônia,

com tamanho variando entre 5-60µm (BATTEN *et al.*, 1996).

Esta alga ocorre em colônias com forma botrioidal e coloração de amarelo-brilhante a amarelo-laranja sob fluorescência e, sob luz branca transmitida, pode apresentar-se de coloração desde translúcida, passando pelo castanho e, podendo algumas vezes, exibir coloração escura, que nesses casos, podem somente ser reconhecidas sob fluorescência (WHITAKER *et al.*, 1992).

Formas atuais florescem em lagos de água doce, lagoas e tanques (charcos) temporários e toleram certa salinidade (organismos eurihalinos). Embora tanto as formas fósseis como as atuais possuam diversos compostos orgânicos, as paredes das colônias que são preservadas, consistem de ceras derivadas de hidrocarbonetos, além da esporopolenina. As células mortas, algumas vezes, acumulam-se para formar um depósito de óleo. Esta alga formadora de óleo está associada com a formação de óleos (TYSON, 1995; BATTEN *et al.*, 1996).

O gênero *Pediastrum* (Jurássico (?) - Recente) apresenta várias espécies viventes até o presente. Embora seja colonial do tipo cenóbio, pois o número de células é fixo à origem do organismo. Os cenóbios são circulares, em forma de estrela, constituídos de 8, 16 ou 32 células individuais. O cenóbio é celulósico, razoavelmente delicado e, ao mesmo tempo, resistente à biodegradação e é provável que as paredes devam estar impregnadas com alguma substância adicional relacionada à esporopolenina. Análogos atuais são verdes e flutuam em lagoas, pântanos, lagos, rios e tanques. Seu crescimento depende da intensidade de luz que recebe, temperaturas amenas e quantidade de nutrientes da água. *Pediastrum* fóssil é um indicador de condições de deposição de água doce a salgada. Fatores atribuídos a tais respostas incluem turbidez, química da água, nutrientes e pH. Estudos de formas fósseis junto com análogos atuais são úteis para confirmar a importância dessa alga como um potencial indicador do ambiente para sedimentos do Quaternário, especialmente nos estudos de mudanças hidrológicas associadas com a evolução de sistemas alagados, inclusive lagunas. (BATTEN, 1996).

De acordo com Tyson (1995) o fóssil de algas do gênero *Pediastrum* parece ser o mais abundante em lagos tropical e subtropical permanentes, de baixa salinidade. Uma assembleia com essas algas pode também estar associada a lagos eutróficos anóxico-disóxicos.

*Botryococcus* e *Pediastrum* podem ocorrer conjuntamente, porém indicam preferências ecológicas distintas. A salinidade parece ser um fator significativo para ocorrência desses componentes, pois algas do gênero *Botryococcus* suportam grandes variações no teor da salinidade, são algas eurohalinas (DEL PAPA *et al.*, 2002). Sendo registradas também em fácies temporariamente hipersalinas (HUNT, 1987). Enquanto as

algas do gênero *Pediastrum* são associadas a condições estenohalinas, suportam menos variações no teor de salinidade. A utilização da razão *Botryococcus/Pediastrum* é de grande importância para interpretações paleoambientais, pois a ocorrência e a abundância relativa de cada gênero dependem dos fatores que controlam o desenvolvimento desses organismos (TYSON, 1995; MENDONÇA FILHO *et al.*, 2010; 2011).

A percentagem de algas dos gêneros *Botryococcus* e *Pediastrum* em sedimentos marinhos pode ser indicativa da proximidade relativa de áreas fonte flúvio-deltaicas e redeposição a partir dessas áreas. *Botryococcus* e *Pediastrum* aumentam sua capacidade de flutuação, sendo transportados de áreas deltaicas para a plataforma, onde são componentes minoritários da assembleia de componentes da matéria orgânica particulada (TYSON, 1993).

#### **4.4.4 Subgrupo - Microplâncton de Parede Orgânica - Marinho (Dinoflagelados)**

Dentre os palinomorfos marinhos, vamos destacar aqui o grupo dos cistos de dinoflagelados, conhecidos por *Dinocistos*, e por ser também, um dos objetivos deste trabalho, daremos uma importância maior a esse subgrupo.

Os dinoflagelados surgiram no final do período Triássico e tiveram seu auge no Cretáceo. Em consequência da abundante ocorrência associada à alta diversidade e existência de elevado número de fósseis-guias eficientes, existem aproximadamente 583 gêneros e 3785 espécies de dinoflagelados fósseis no registro geológico (WILLIAMS *et al.*, 1998).

Os dinoflagelados, pelo que se conhece através de espécies viventes, são protistas predominantemente marinhos, produzindo tecas celulósicas, em sua fase planctônica do ciclo de vida e cistos orgânicos na fase bentônica. Somente os cistos de dinoflagelados (dinocistos), são fossilizáveis e preservados nos sedimentos e nas rochas sedimentares (FENSOME *et al.*, 1993).

Além do grande potencial biocronoestratigráfico, recentemente, os dinoflagelados vêm sendo utilizados em análises estratigráficas integradas a interpretações ambientais (LANA, 1997).

O período Quaternário é caracterizado principalmente pela alternância climática dos estágios glacial e interglacial. Essa variação climática tem forte influência sobre o nível relativo do mar, mudanças nas direções das correntes oceânicas, temperatura da superfície da água, turbulência, salinidade da superfície da água, densidade que, conseqüentemente, levam

a variações nas assembleias de fitoplânctons e conseqüentemente nos cistos de dinoflagelados, que sofrem influência de vários fatores ambientais como: 1) intensidade luminosa; 2) temperatura; 3) salinidade; 4) pressão hidrostática; 5) densidade; 6) correntes oceânicas; 7) marés e ondas; 8) pH da água; 9) gases dissolvidos e 10) micronutrientes. Todos estes fatores ambientais possuem características diferentes em cada região do planeta, fazendo com que os organismos reajam de diferentes maneiras. A combinação dos fatores ambientais em determinadas localidades é que vão definir o desenvolvimento das espécies e assembleias do grupo (WALL *et al.*, 1977; EVITT, 1985; FENSOME *et al.*, 1996; DALE, 1996, 2001a).

A pesquisa com cistos de dinoflagelados está mais direcionada ao hemisfério norte e muito pouco se sabe, sobre eles, em áreas tropicais abaixo do Equador, como é o caso do material deste estudo. A dificuldade em se conseguir sedimentos marinhos para estudo é um dos principais obstáculos. A parceria nas pesquisas entre as universidades e as indústrias de petróleo tem sido uma importante saída para a pesquisa.

O grupo fitoplâncton, mais precisamente, o subgrupo dos microplânctons que sintetizam parede orgânica, também são estudados por meio de cultura (WALL *et al.*, 1977). Visto que o período Quaternário comporta espécies fósseis que apresentam afinidades com os organismos que vivem até os dias atuais, por analogia, pode-se ter um modelo de como esses organismos viviam em Eras passadas, chegando-se, assim, à sua paleocologia (DALE, 1996).

Algumas espécies de dinoflagelados viventes, que são capazes de produzir cistos fósseis, são espécies de extrema importância para o desenvolvimento da pesquisa em várias áreas. Essas espécies são utilizadas para se conhecer melhor os fatores ambientais que fazem com que elas produzam determinados dinocistos de acordo com as mudanças no ambiente e assim, pode-se utilizá-las para entender o passado, são elas: *Lingulodinium polyedrum* (= *Gonyaulax polyedra*), *Pyrophacus steinii*, *Gonyaulax spinifera*, *G. spinifera* complex, *G. grindleyi* (= *Protoceratium reticulatum*), que produzem cistos de resistência como *Lingulodinium machaerophorum*, *Tuberculodinium vancampoeae*, *Spiniferites mirabilis*, *S. ramosus* e *Operculodinium centrocarpum*, respectivamente (WALL *et al.*, 1977; DALE, 1996; HEAD, 1996).

Portanto, a ideia fundamental do presente trabalho é entender o modelo de clima passado e presente, como base para avaliação do desenvolvimento de possíveis mudanças para o futuro.

A análise da matéria orgânica particulada e palinológica foi realizada integrada com a ocorrência de dinocistos, em nível de espécie, para um melhor entendimento do paleoambiente. O estudo desse testemunho contribuiu, consideravelmente, para a

paleoecologia e o paleoambiente devido à sua riqueza de dados organopalinológicos e palinológicos e, por apresentar, coerência na sequência de palinomorfos.

#### 4.4.4.1 Classificação

De acordo com Taylor (1990), esta divisão inclui 4.000 espécies, das quais a metade é fóssil, distribuídas em 550 gêneros e, quase  $\frac{3}{4}$  destes, são fósseis. E segundo Sournia *et al.* (1991), 70% são marinhas, constituindo 20% do total do fitoplâncton marinho.

A classificação que está mais de acordo com o conjunto de dados disponíveis, a qual, é amplamente aceita é a de Fensome *et al.* (1993), corroborado por Taylor (1999).

Classificação segundo Fensome *et al.* (1993):

CLASSE DINOPHYCEAE - organismos fotossintetizantes ou não. Essa Classe é subdividida em várias Subclasses e em onze Ordens (Desmocapsales, Dinophysiales, Gonyaulacales, Gymnodiniales, Nannoceratopsiales, Peridinales, Phytodinales, Prorocentrales, Ptychodiscales, Suessiales e Thoracosphaerales).

CLASSE BLASTODINIPHYCEAE - organismos parasitas não fotossintetizantes de peixes e invertebrados, com apenas uma Ordem - Blastodiniales.

CLASSE NOCTILUCIPHYCEAE - organismos fagotróficos, com apenas a Ordem Noctilucales.

CLASSE SYNDINIOPHYCEAE - parasitas marinhos, não fotossintetizantes de outros dinoflagelados, onvertebrados e ovos de peixes, com apenas a Ordem Syndiniales.

Os dinoflagelados estão entre os mais primitivos dos eucariotos e foram considerados como intermediários entre procariotos e eucariotos, com dimensões de 5-2000µm (ARMSTRONG & BRASIER, 2005). Porém, segundo Sieburth *et al.* (1978), são considerados microplâncton com dimensões entre 20-200µm.

A maioria dos dinoflagelados é distinguida por um “*dinokaryon*” (uma forma especial de núcleo eucarioto, com cromossomos condensados). Seus pigmentos carotenóides, dinoxantina e peridina, conferem a estes organismos uma coloração, muitas vezes, semelhante ao fogo, característica esta que faz com que a superproliferação de algumas espécies seja conhecida como “maré vermelha” ou, mais recentemente denominadas de Florações de Algas Nocivas (FAN) (LOEBLICH III, 1984; ARMSTRONG & BRASIER, 2005).

Durante períodos de escassez de nutrientes, em condições que não permitam o crescimento contínuo da população, os dinoflagelados podem produzir cistos e, o aumento significativo no número de células desses organismos em um curto período de tempo, pode provocar o fenômeno de “maré vermelha” ou floração de algas nocivas (FAN), como já mencionado (DALE, 1996, 2001a).

São aproximadamente cinco ou mais espécies de dinoflagelados viventes que são cultivadas para experimentos em laboratórios nos dias de hoje capazes de produzir cistos fósseis, como: *Lingulodinium polyedrum*, *Pyrophacus steinii*, *Gonyaulax spinifera*, *Gonyaulax spinifera* complex, *Protoceratium reticulatum* que produzem cistos de resistência como *Lingulodinium machaerophorum*, *Tuberculodinium vancampoae*, *Spiniferites mirabilis*, *Spiniferites ramosus* e *Operculodinium centrocarpum*, respectivamente (HEAD, 1996).

Os dinoflagelados sofrem a influência de vários fatores ambientais: 1) a intensidade luminosa; 2) a temperatura; 3) a salinidade; 4) a pressão hidrostática; 5) a densidade; 6) as correntes oceânicas; 7) as marés e ondas; 8) o pH da água; 9) os gases dissolvidos; 10) os micronutrientes (DALE, 1996; HEAD, 1996; MUDIE & HARLAND, 1996; WALL *et al.*, 1977). Todos estes fatores ambientais exibem características diferentes em cada região do planeta, dessa forma, fazendo com que os organismos reajam de diferentes maneiras. O nutriente parece ser o principal fator para o desenvolvimento do grupo no hemisfério sul (DALE, 1996 FENNEL *et al.*, 2003). A pesquisa com cistos de dinoflagelados está mais direcionada ao hemisfério norte e muito pouco se sabe em áreas tropicais abaixo do Equador (DALE, 1996).

Quanto à nutrição, esses organismos podem ser autotróficos ou heterotróficos. Os organismos denominados autotróficos são capazes de sintetizar seu próprio alimento. Os dinoflagelados autotróficos (também chamados fotossintetizantes) são, comumente, caracterizados por apresentarem clorofilas “a” e “c<sub>2</sub>”, β-caroteno, uma ou mais substâncias fotossintetizantes, como xantofila, peridina, dinoxantina e neodinoxantina (ARMSTRONG & BRASIER, 2005; FENSOME *et al.*, 1993, 1996). Segundo Dale (2001a), o principal fator ambiental para a produção de organismos autotróficos é a luminosidade, pois esses organismos necessitam de luz para realizar a fotossíntese, seguido da disponibilidade de nutrientes no meio.

Os organismos heterotróficos (não fotossintetizantes), não são capazes de produzir seu próprio alimento e, dependem de ambientes ricos em organismos produtores para serem



consumidos, como as diatomáceas e, até mesmo, pequenos dinoflagelados. Eles podem viver abaixo da zona fótica, chamada zona epipelágica (DALE, 1996).

Esta divisão por categoria trófica tem sido bastante questionada. Assim, de acordo com Taylor (1987), aproximadamente 50% das espécies de dinoflagelados são fotossintetizantes. Porém, segundo Caron (2000), podem ser facultativamente heterotróficos e capazes de se alimentar fagotroficamente, ingerindo bactérias e pequenas algas planctônicas. Dessa maneira, há muitas controvérsias em relação à nomenclatura, o que leva a submissão desses organismos ao Código Internacional de Nomenclatura Botânica e Código Internacional de Nomenclatura Zoológica.

Brenner & Biebow (2001) dizem que cerca da metade das espécies de dinoflagelados recentes não contêm cloroplastos e, por essa razão, depende de nutrição heterotrófica. Além disso, dinoflagelados com cloroplastos não são, necessariamente, estritamente autotróficos, pois as espécies mais recentes são capazes de ingerir organismos fotossintéticos e são chamadas então, de mixotróficas (capazes de se alimentar tanto por meio autótrofo como heterótrofo), um estágio entre produtores primários e consumidores. Há também casos em que dinoflagelados “roubam” cloroplastos de outras algas e são denominados **cleptocloroplastos** (que são temporariamente retidos por um organismo que o utiliza para produzir diversos metabólitos, tratando-se de algum modo, de uma endossimbiose temporária).

O fitoplâncton se desenvolve preferencialmente em regiões de plataforma continental de baixas a médias latitudes, tendo como principais fatores para sua proliferação a disponibilidade de nutrientes, oxigênio, luminosidade, temperatura e salinidade, os quais são essenciais para seu ciclo de vida (WALL *et al.*, 1977).

Dale (1996) relata que a primeira pesquisa com cistos vivos foi desenvolvida pelo palinólogo, David Wall, no *Woods Hole Oceanographic Institution*, Massachusetts, U.S.A., mostrando os dinoflagelados que produzem cistos fósseis. Wall, estudando espécies de dinoflagelados do Quaternário, percebeu que elas produziam cistos existentes desde o Mioceno, relacionou esses cistos com as fases móveis e identificou as linhagens principais do grupo, através de experimentos por incubação.

Segundo Esteves (1998), a distribuição espacial do fitoplâncton (vertical e horizontal) na coluna d'água não é homogênea, pois sofre influência da disponibilidade de nutrientes e da radiação subaquática e, essa disponibilidade de nutrientes, é controlada por fatores externos como, ventos, precipitação e radiação incidente, que por sua vez, interferem nos fatores

internos controladores da disponibilidade de nutrientes, tais como, turbulência, estratificação da coluna d'água e taxa de decomposição. As variações diárias de radiação solar têm importância nas migrações diárias e, conseqüentemente, na distribuição vertical do fitoplâncton. Este fenômeno, conhecido como **fitotaxia**, é muito comum entre os organismos do fitoplâncton que apresentam movimentos próprios, já a distribuição horizontal é causada pelas correntes oceânicas superficiais, ondas, marés e massas d'águas.

Ainda de acordo com Esteves (1998), a alta abundância (floração) de determinados fitoplânctons, em regiões tropicais, está relacionada principalmente a um equilíbrio de fatores ambientais, tais como, fisiografia da região, morfologia, espessura da coluna d'água, etc. Nessa região, a variação temporal do fitoplâncton, em lugares de coluna d'água rasa, mostrou que a divisão temporal de nichos dos principais grupos de fitoplânctons ocorre em função da distribuição de nutrientes e luminosidade. O autor diz ainda que, as diatomáceas têm seu *bloom* onde há baixa intensidade luminosa e elevada disponibilidade de nutrientes. Por outro lado, as cianofíceas e, menos acentuadamente, os dinoflagelados têm maior crescimento com alta intensidade luminosa e baixa disponibilidade de nutrientes.

Para manter-se na coluna d'água, a flutuabilidade desses organismos depende de um conjunto de fatores como a densidade da água, formato do corpo e batimento dos flagelos. A alta produtividade depende de fatores como luminosidade e disponibilidade de nutrientes (principalmente nitrato e fosfato e há também, a possibilidade do ferro) (FENNEL *et al.*, 2003; FAN, 2008). A poluição também é um fator limitante para a produção do microplâncton. A temperatura é um fator que está relacionado à taxa de crescimento, à densidade e à viscosidade do fitoplâncton, esses fatores afetam a flutuabilidade, o que, indiretamente, prejudica a produção primária (NYBAKKEN, 1997).

A rotação da Terra em torno do seu eixo é responsável pelos ciclos de dia e noite, e a translação (movimento em uma órbita em volta do Sol) originam as estações do ano, que são responsáveis pela produção e produtividade primária. Além desses movimentos, variações na inclinação e na orientação do eixo da Terra e no formato de sua órbita alteram a quantidade de calor incidente em diferentes locais e, segundo a teoria proposta no século 20, pelo físico e matemático sérvio Milutin Milankovitch, afetariam o clima do planeta (em ciclos muito longos), já que a maior ou menor insolação em certos locais influenciaria fatores importantes como a circulação de ar na atmosfera, as correntes marinhas, o volume de gelo e outros (MUDIE & HARLAND, 1996; RUDDIMAN *et al.*, 1986, 1989; OLIVEIRA, 2008).

A inclinação (chamada de "obliquidade") do eixo de rotação da Terra varia entre 21,5° e 24,5° e o período médio dessa variação seria em média de 41 mil anos; esse eixo descreve um

lento giro em torno de um ponto no plano da órbita da Terra – um giro completo desenha no espaço uma figura semelhante a dois cones opostos e unidos pelas pontas (movimento chamado de precessão), tendo um período médio de 23 mil anos e altera a insolação nos hemisférios. O outro movimento varia no formato da órbita da Terra, que pode ser mais circular ou mais elíptico – esse movimento denominado “excentricidade” tem período de 90 a 100 mil anos (MUDIE & HARLAND, 1996; OLIVEIRA, 2008).

Ainda, segundo a teoria de Milankovitch, determinadas combinações ocorreriam aproximadamente a cada 100 mil anos, quando a terra passa por variações na obliquidade, na precessão e na excentricidade (OLIVEIRA, 2008).

Mildenhall *et al.*, (2004) fazem seus estudos da influência da orbitalidade de Milankovitch em registros de assembleia de palinóforos terrestres (grãos de pólen), na Nova Zelândia; e Mudie e Harland (1996) mostram que, em determinadas combinações desses fenômenos, ocorrem expressivos aumentos ou diminuições na quantidade de fitoplâncton com características cíclicas.

Em águas temperadas de regime estático, as mais altas taxas de dinoflagelados na coluna d’água ocorrem nos meses de verão, quando a coluna d’água tem um comportamento mais estável e estratificado. Dessa forma, os dinoflagelados podem ser associados a organismos de ambientes calmos, adaptados aos ambientes com gradientes verticais fortes e condições de estratificação da coluna d’água. Sua mobilidade permite eficiência para a fotossíntese, com a luz disponível e o maior acesso a nutrientes, assegurando uma vantagem competitiva sazonal sobre as diatomáceas, que tendo o corpo mineralizado, são mais pesadas, imóveis e durante a estratificação afundam para camadas inferiores mais ricas em nutrientes e com intensidade luminosa mais baixa (zona afótica) (MARGALEF, 1978; MARGALEF *et al.*, 1979).

Tanto dinoflagelados como dinocistos autotróficos podem apresentar fluorescência e segundo Brenner & Biebow (2001), o material fluorescente de organismos fotossintetizantes (autotróficos) pertence quimicamente aos grupos de lipídeos, lignina ou celulose e aqueles dos organismos heterotróficos, à quitina e/ou peptídeos. Substâncias não fluorescentes, ou somente castanho-avermelhadas, fracamente fluorescentes, são taninos/flobafenos, melaninas e produtos da condensação dos ácidos húmicos, que estão presentes em palinoforaminíferos, hifas de fungo, esporos de fungo e escolocodontes. Nenhuma dessas substâncias pode ser detectada em cistos de dinoflagelados não fluorescentes.

Os cistos com parede orgânica apresentam autofluorescência de coloração verde-amarelada; sob luz branca transmitida, são bem claros, translúcidos. Os cistos que apresentam coloração de castanha avermelhada a marrom sob luz branca transmitida, não apresentam fluorescência. Ademais, cistos não-autofluorescentes são destruídos pela solução fraca de peróxido de oxigênio em poucos minutos, enquanto que os palinoforaminíferos, hifas de fungo, esporos e escolecodontes resistem a tal tratamento por horas, ou, até mesmo, dias, demonstrando uma clara diferença química entre cistos não fluorescentes e outros microfósseis de parede orgânica (BRENNER & BIEBOW, 2001).

Não há trabalhos que relacionam o modo nutricional mixotrófico a fluorescência do seu cisto. O comportamento do dinocisto mixotrófico pode ou não apresentar fluorescência? O que ocasiona a fluorescência de determinados cistos de cor castanha?

#### 4.4.4.2 Morfologia de dinoflagelados

Alguns dos dinoflagelados se distinguem dos outros organismos unicelulares essencialmente por apresentarem:

1. *teca* (carapaça, armadura): envoltório de certos organismos unicelulares, formado de placas celulósicas;
2. *tabulação*: arranjo das placas celulósicas;
3. dois *flagelos*: um envolve o corpo da célula longitudinalmente e o outro na região posterior, em posição transversal, perpendicular ao primeiro;
4. *cíngulo*: sulco equatorial da teca no qual se insere o flagelo transversal; o cíngulo divide a teca em *epiteca* (parte superior da teca) e *hipoteca* (parte inferior da teca);
5. *sulco* (sulcus): sulco da teca no qual se insere o flagelo longitudinal;
6. vista *ventral* - lado que contém os orifícios por onde saem os flagelos do protoplasma (poros flagelares);
7. vista *dorsal* - lado oposto ao ventral;
8. região *apical* (ápice - chifre apical) - região acima da depressão equatorial, quando a célula é observada “de cima”;
9. região *antapical* (antápice - chifre antapical) - na região posterior, quando a célula é observada “por baixo”.

É comum observar uma assimetria tanto em tecas como em cistos, dessa maneira, considera-se o lado esquerdo maior (que nos organismos do grupo Peridinióide, é o lado que apresenta o chifre com maiores dimensões) (FENSOME *et al.*, 1996).

A forma da célula pode ser muito variada dentro de um único gênero, mas inclui a forma esférica, subesférica, ovóide, bicônica, fusiforme, retangular, poligonal e discoidal.

A parede da célula móvel pode ser **flexível e desarmada** ou **rígida e blindada**. No caso da flexível e desarmada, está incluída uma película protéica, contendo cavidades aplainadas perto da superfície. Na parede de célula do tipo rígida e blindada, estas cavidades estão cheias

de placas de celulose fibrosa, formadas próximas à própria teca (EVITT, 1985; FENSOME *et al.*, 1996; ARMSTRONG & BRASIER, 2005).

O arranjo destas placas, conhecido como **tabulação do Dinoflagelado**, também pode estar refletido nos dinocistos e, essa tabulação é evidente dentro de algumas espécies.

A maioria dos dinoflagelados exibe dois flagelos para propulsão em seu ciclo de vida, um transversal e outro longitudinal. A célula móvel é equipada por um flagelo semelhante a um chicote, na posição longitudinal e outro, semelhante a uma tira, na posição transversal. Os dois flagelos surgem de poros no final da região anterior na superfície ventral (EVITT, 1985) (Figura 4).

Pode ser observado também na figura 4, que cada uma das duas depressões na célula contém os flagelos, geralmente imbutidos em depressões na superfície da célula. Um deles ocupa uma depressão na posição mais equatorial transversal, chamada **cíngulo**, o outro ocupa a depressão longitudinal no lado ventral, chamada **sulco**. A metade da célula anterior ao cíngulo é chamada **epiteca** e a posterior a este, **hipoteca**. Sustentando o sulco há o lado **ventral** e, o oposto, é o **dorsal**. Muitas células de cistos são dorso-ventralmente comprimidas, de forma que estas duas vistas representadas na figura 4, normalmente, são as mais ilustrativas. O sulco se estende em uma direção posterior e pode terminar em uma depressão flanqueada por um ou dois chifres antapicais. O outro anterior, ou apical, frequentemente pontiagudo produz um chifre apical. A forma **Ceratióide** pode produzir um chifre apical na região anterior e um ou dois chifres pós-cingular (FENSOME *et al.*, 1993, 1996).

O significado funcional da forma da célula e a tabulação ainda são pouco compreendidos. Como as formas planctônicas mantêm sua posição na água, através de propulsão flagelar ativa, em locais flutuantes passivos, as células de dinoflagelados tendem a ser mais ágeis do que outros organismos planctônicos (ARMSTRONG & BRASIER, 2005).

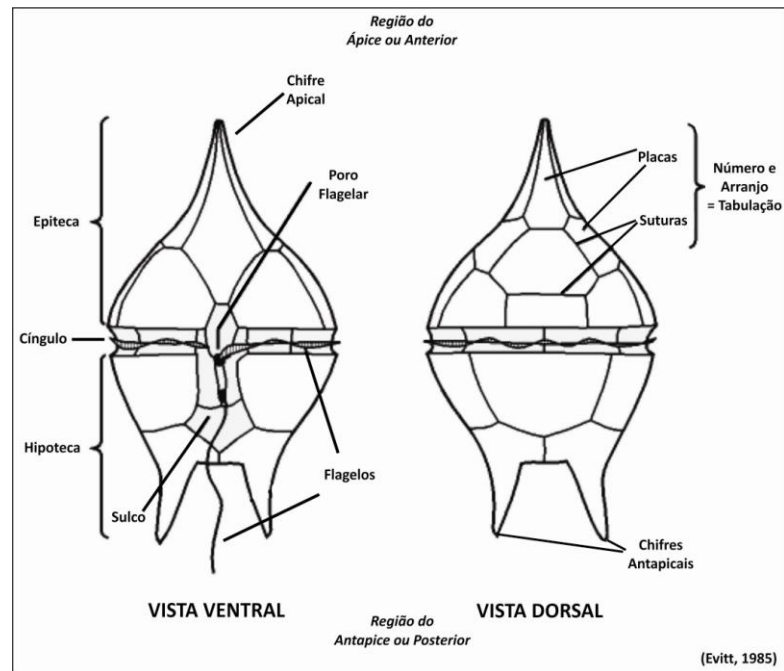


Figura 3. Esquema mostrando as estruturas que compõem a teca, em vista ventral e dorsal dos Peridinióides (Evitt, 1985).

#### 4.4.4.3 Cistos de dinoflagelados resistentes (dinocisto)

Cistos são células de parede espessa e resistentes que suportam condições ambientais desfavoráveis.

Durante períodos de baixos níveis de nutrientes, sob condições que não permitam o crescimento contínuo da população, os dinoflagelados podem produzir cistos de parede orgânica temporários para proteger o material genético, outra parte dos dinoflagelados pode produzir cistos mais resistentes que podem permanecer no sedimento como fósseis, outra parte não produz cistos fazendo parte apenas do estado planctônico. Essa parede de resistência dos cistos de resistência é composta por uma substância química resistente a ação dos ácidos, semelhante à esporopolenina (que ocorre nos esporos e grãos de pólen), sendo que, nos dinocistos, é chamada de **dinosporina**. (FENSOME *et al.*, 1993; 1996; KOKINOS & ANDERSON 1995; KOKINOS *et al.*, 1998; MARRET & ZONNEVELD, 2003).

Segundo Dale (1983), as principais funções dos cistos de resistência são: 1) acumulação da carga genética da população; 2) proteção contra fatores ambientais adversos; 3) propagação no ambiente e 4) dispersão das espécies através das correntes marinhas. O autor encontrou 57 espécies e 26 tipos de cistos e sugere que as formas de cistos, podem ser localmente, a metade do *taxa* móvel de dinoflagelados.

Para identificar as espécies de dinocistos é preciso observar a forma do cisto (esférica, ovóide, elíptica, etc.); a posição do arqueópilo (apical, pré-cingular, intercalar, epicistal); o tamanho relativo dos processos (proximado, próximo-corado, corado); a paratabulação (o que chamamos de tabulação e placas nos dinoflagelados; nos dinocistos passa a chamar-se paratabulação e, conseqüentemente, paraplacas); os tipos de processos (intratabular, penitabular, sutural, gonial, intergonial) e a ornamentação (se apresentam parede lisa ou ornamentada) (EVITT, 1985; FENSOME *et al.*, 1996).

#### 4.4.4.4 Forma do Cisto

Os dinoflagelados que produzem cistos fossilizáveis no Período Quaternário são os gêneros ainda vivos: *Gonyaulax* - forma Goniaulacóide (Figura 5); *Peridinium* - Peridinióide (Figura 6) e *Ceratium* - Forma Ceratióide (Figura 7), segundo Evitt (1985).

Forma goniaulacóide vista dorsal: também com forma esférica, ovoide, etc., apresenta uma protuberância na série apical. Geralmente, sem a série intercalar na região anterior e, comumente, com arqueópilo simples pré-cingular 3''. Também podem apresentar arqueópilo composto apical ou combinado com apical + pré-cingular (Figura 8).

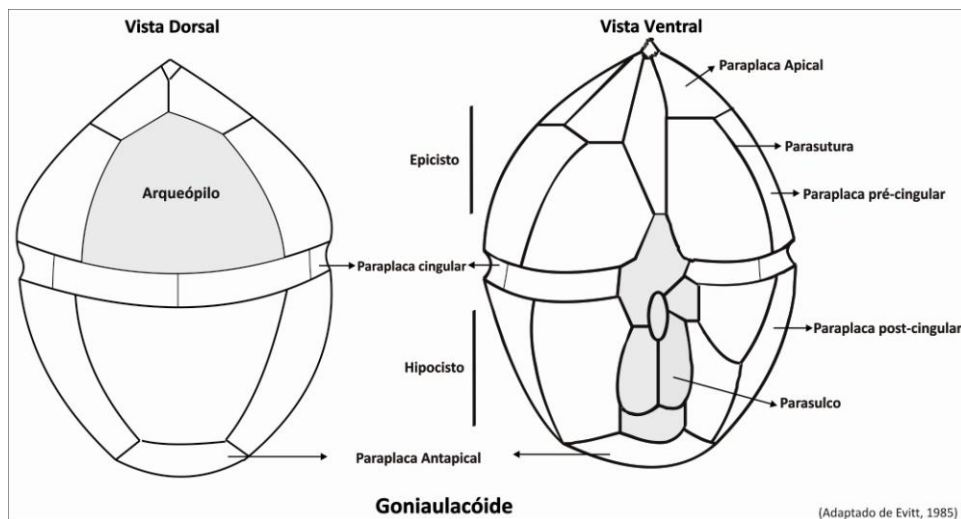


Figura 4. Esquema do cisto goniaulacóide em vistas dorsal e ventral (adaptado de Evitt, 1985).

Forma peridinióide vista dorsal: em destaque arqueópilo simples (tipo 2a) na série intercalar (1a, 2a, 3a); chifres antapicais desiguais, sendo o maior no lado esquerdo (Figura 6).



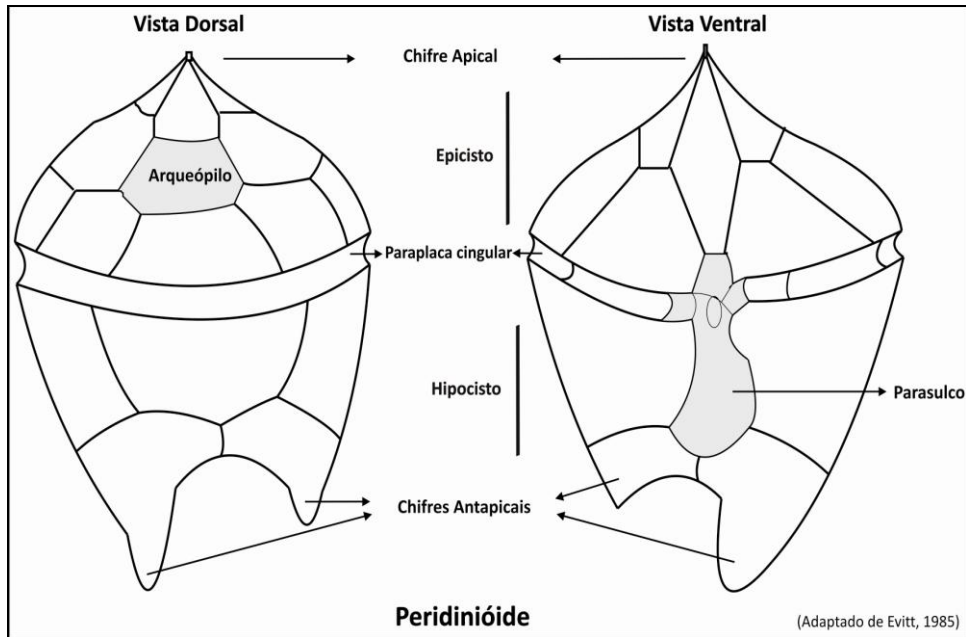


Figura 5. Esquema do cisto peridinióide em vistas dorsal e ventral (adaptado de Evitt, 1985).

Forma ceratióide vista dorsal: com um chifre apical, um chifre na série pós-cingular (mas pode apresentar dois chifres pós-cingular um oposto ao outro) e um antapical (ocasionalmente pode apresentar dois chifres antapicais). O chifre apical [tipo tA (1'-4')] e a série apical se destacando o arqueópilo será do tipo apical. Geralmente, não apresentam a série anterior intercalar e o arqueópilo é pré-cingular. Definido, ocasionalmente, por uma paratabulação com estruturas parasuturais ceratióide (Figura 7) (EVITT, 1985).

Na região da epiteca localizam-se as séries apicais e precingulares; a série cingular, no cingulo; a pós-cingular e a antapical na região da hipoteca. As placas intercalares anteriores e posteriores adicionais dos ceratióides, também podem se desenvolver entre as séries e os sulcos sustentam placas sulcáveis pequenas, que podem ser de valor taxonômico (EVITT, 1985).

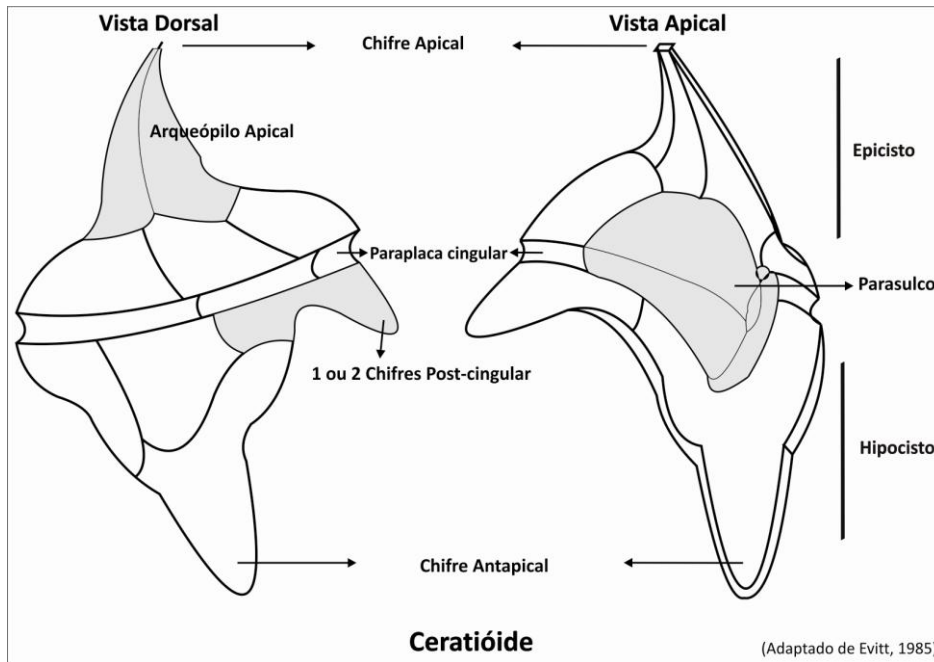


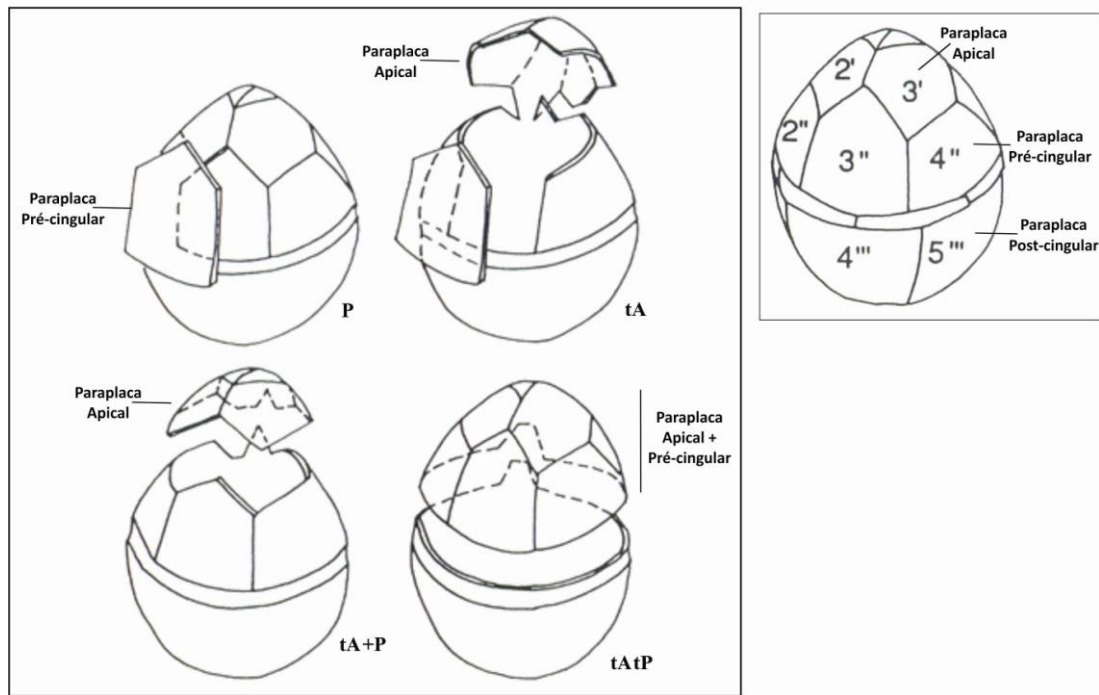
Figura 6. Esquema do cisto ceratióide em vistas dorsal e ventral (adaptado de Evitt, 1985).

A tabulação recorre ao arranjo de placas nas células móveis rígidas blindadas e possui, de acordo com o Sistema Kofoidiano de nomenclatura, seis séries transversais: apical (‘), anterior intercalar (a), pré-cingular (‘‘) pós-cingular (’’’) posterior intercalar (p) e antapical (‘’’’) (FENSOME *et al.*, 1993, 1996). Este sistema de nomenclatura é objetivo e puramente descritivo e não insinua homologia entre placas em diferentes táxons.

#### 4.4.4.5 Arqueópilo

O **arqueópilo** é um orifício originado pelo destacamento de uma ou mais paraplacas do cisto por onde a célula emerge durante o excistamento, após seu período de encistamento. O ciclo de vida tem continuidade através desse “buraco de fuga” por onde o protoplasma sai. Este é formado pela remoção de uma ou mais paraplacas, ou até mesmo uma série de paraplacas inteiras. Se a paraplaca do arqueópilo não se separa, o **opérculo**, totalmente do cisto, encontra-se um arqueópilo e um opérculo associado e, este opérculo, pode ser ou não articulado. A forma e posição do arqueópilo são constantes dentro de um gênero (ARMSTRONG & BRASIER, 2005; FENSOME *et al.*, 1996) (Figuras 8, 9 e 10). Essa particularidade é de fundamental importância para a bioestratigrafia e determinação do paleoambiente.

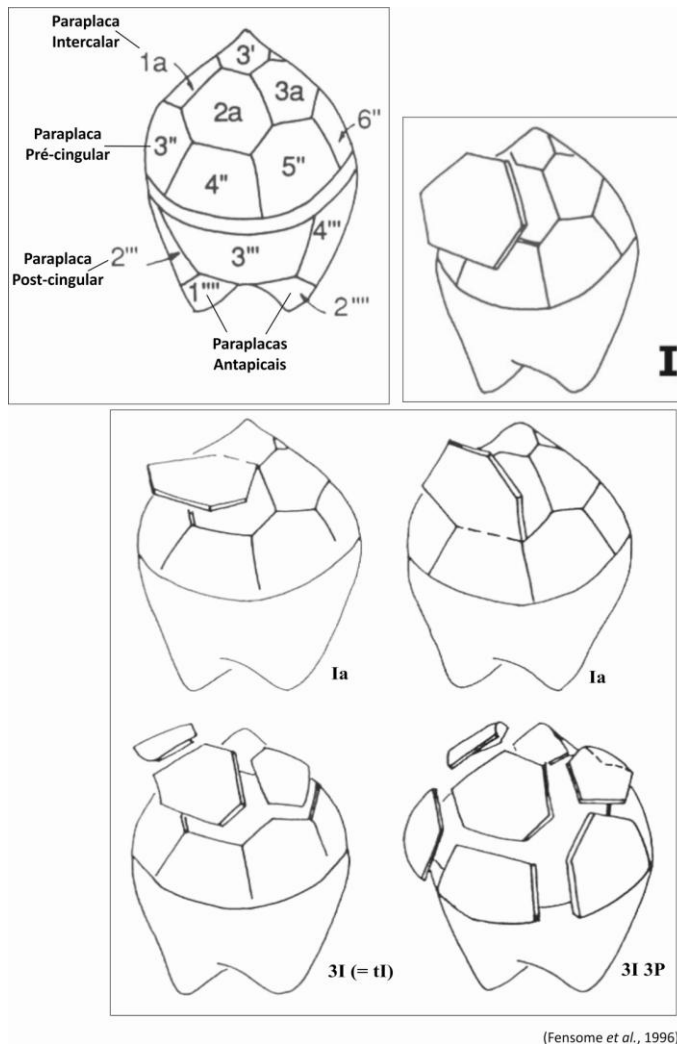
## Tipo Goniaulacóide



(Fensome *et al.*, 1996)

Figura 7. Arqueópilo tipo Goniaulacóide: Pré-cingular simples: tipo P; Apical + pré-cingular: tipo tA + P; Apical simples: tipo tA; Arqueópilo Epicistal: saída das séries de placas pré-cingular e apical da célula (Fensome *et al.*, 1996).

## Tipos Peridinióides



(Fensome et al., 1996)

Figura 8. Arqueópilo Peridinióide: Cisto peridinióide com numeração das paraplacas; Cisto com arqueópilo Intercalar simples: tipo 2a; Intercalar simples com opérculo aderente a placa apical e Intercalar simples com opérculo aderente placa pré-cingular (tipo Intercalar = 2a); Intercalar comosto: tipo 3I (placas 1a; 2a e 3a).

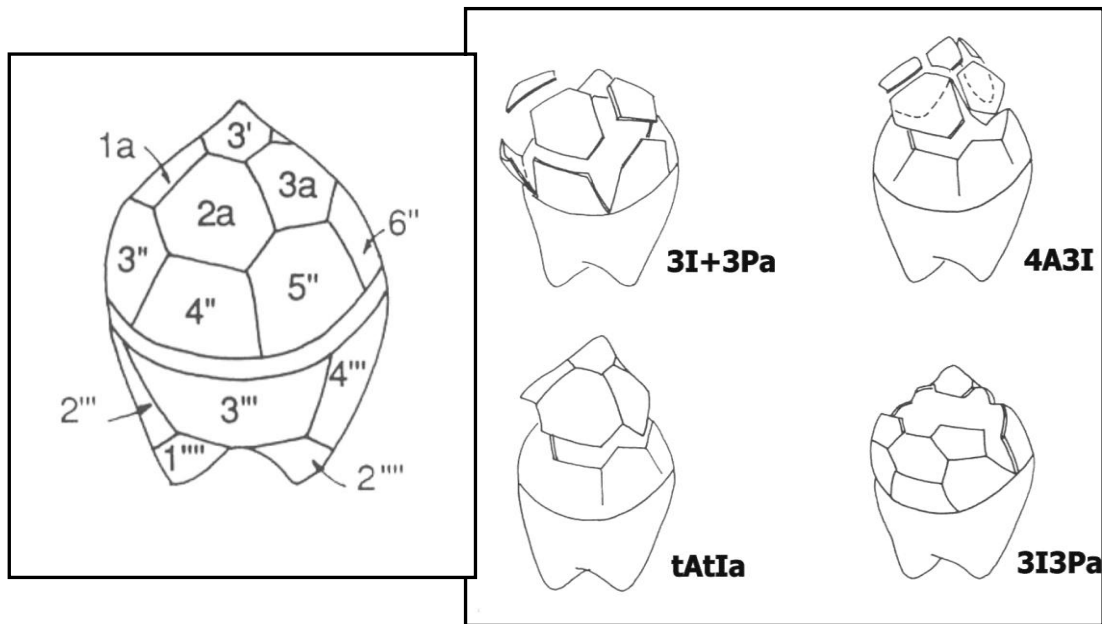


Figura 9. Figura à esquerda: Cisto peridinióide com a tabulação numerada; figura à direita: Archeópilo tipo Peridinióide - Composto: tipo (3I) livres + (3Pa) três pré-cingulares aderentes ao cingulo (3I+3Pa); Composto: quatro apicais e três intercalares livres: tipo (4A+3I); Composto: apical e intercalar aderentes: tipo (tAtIa); Composto: três intercalar e três pré-cingular aderentes, abre-se uma fenda: tipo (3I3Pa) (Williams, 1971; Fensome et al., 1993, 1996).

#### 4.4.4.6 Processos

Os processos são projeções que partem da parede do cisto em direção a teca celulósica que o envolve. A morfologia dos processos é muito importante para identificação de espécies de dinocistos, além de ser um indicativo paleoecológico (FENSOME *et al.*, 1993; 1996).

Estas características podem estar relacionadas à tendência dos goniaulacóides viverem em águas mais aquecidas, fortemente estratificadas, onde a “flutuabilidade” é importante para permanecerem ou voltarem para a **zona fótica**. Alternativamente, a cobertura complexa de alguns grupos pode auxiliar no envolvimento com neve marinha (em alguns pontos do oceano o plâncton é carregado pelas correntes que afundam, abastecendo, assim, a comunidade bentônica). **Mas, o que comumente pode ocorrer, é que o plâncton simplesmente afunde juntamente com outras partículas sólidas e sedimentos trazidos pelos rios, agregados pelo limo e pela mucilagem produzida por bactérias e diatomáceas, formando a chamada neve marinha** (ARMSTRONG & BRASIER, 2005).

#### Os termos com base no comprimento dos processos

São reconhecidos três tipos básicos de cistos: **proximado**, **proximocorado** e **corado**, o que depende do comprimento relativo de qualquer tipo de processo. Cistos proximados se assemelham a teca em tamanho e forma e, provavelmente, formam-se no contato com a parede da teca. Em relação aos dinocistos proximados, eles podem refletir a paratabulação, o parasulco por sua aproximação com a parede celulósica da célula móvel (ARMSTRONG & BRASIER, 2005; EVITT, 1969; SARJEANT, 1982; SARJEANT, *et al.*, 1987).

A definição original desses morfotipos foi influenciada por uma hipótese genética, que relacionou os comprimentos de processos à separação entre a superfície interna da teca e o local de formação da parede dos cistos (SARJEANT, 1982).

Sarjeant (1982) redefiniu as condições proximado e corado em relação ao comprimento do processo como uma percentagem do diâmetro do corpo central (<10% e >30%); o intermediário seria classificado como “proximocorado” (Figura 11).

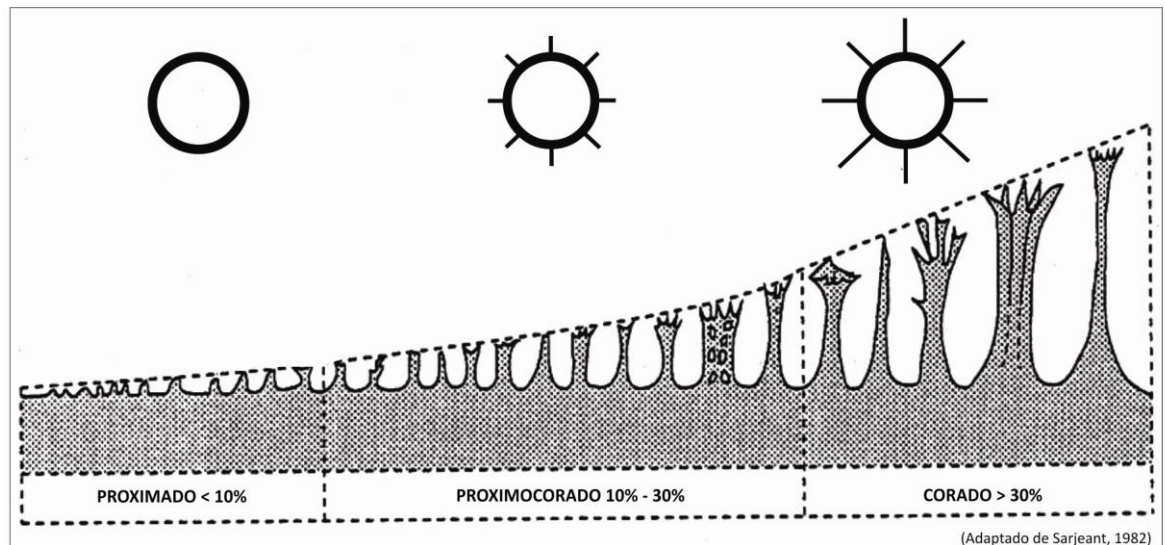


Figura 10. Cistos Proximado, Proximocorado e Corado, com base no comprimento dos processos em relação ao diâmetro do corpo central do cisto (Adaptado de Sarjeant, 1982).

A classificação mais comum reconhecida de morfotipos de dinocistos foi introduzida por Downie & Sarjeant (1966), na qual se distinguem os cistos entre **proximado, corado e proximocorado**.

- **Cisto proximado:** os processos não são significativos, menos que 10% do diâmetro do corpo, (semelhantes a espinhos muito pequenos);
- **Cisto corado:** os processos são longos, mais que 30% do diâmetro do corpo;
- **Cisto proximocorado** apresenta o comprimento do processo entre 10 – 30% do diâmetro do corpo.

Segundo Sarjeant *et al.* (1987), nenhum cisto corado (com processo intratabular) é produzido por dinoflagelados modernos, embora formas modernas do gênero *Spiniferites* possuam processos gonais que são de comprimento corado e, assim, mostram um comportamento hidrodinâmico bastante semelhante aos das antigas formas (mas não necessariamente um padrão de distribuição semelhante).

Armstrong & Brasier (2005) dizem que, os processos dos cistos corados e suas formas cavadas, podem ser mecanismos para minimizar o afundamento de espécies oceânicas. Se os cistos de tais formas afundassem abaixo da zona fótica, antes do excistamento, reduziriam as suas chances de sobrevivência.

Cisto proximocorado é um tipo intermediário entre proximado e corado. Apresentam processos com uma equivalência entre 10 a 30% do diâmetro do corpo, com ornamentação. Os tipos de processos entram em contato com a parede da teca e, em algumas espécies, estão

centrados na placa e podem ser numerados de uma maneira semelhante à dos cistos proximados. Os tipos de processos podem estar unidos por membranas, trabéculas e filamentos, que dão a impressão de uma camada adicional (EVITT, 1985; SARJEANT, 1982; SARJEANT, *et al.*, 1987; ARMSTRONG & BRASIER, 2005;) (Figura 12).

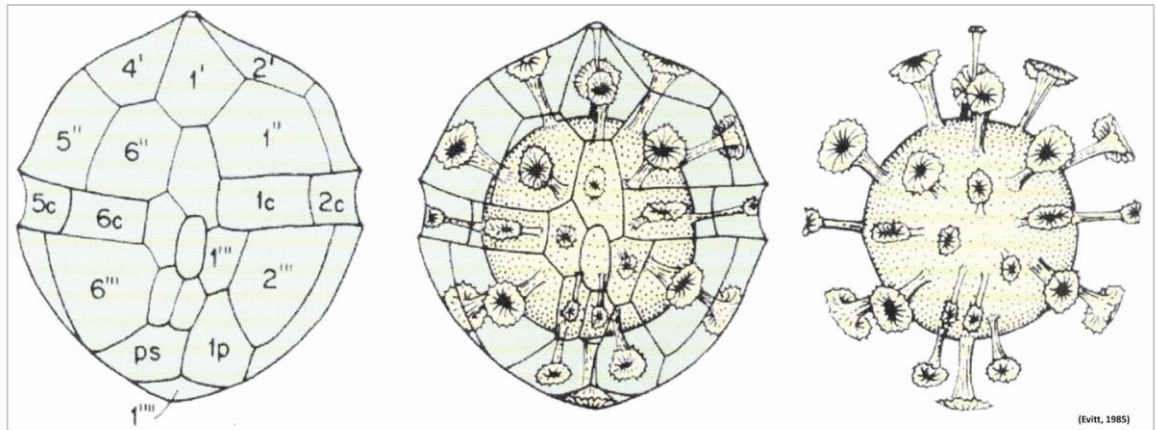


Figura 11. Diagrama ilustrando a relação entre a teca celular (a esquerda) e o cisto corado (a direita) de *Hystrichosphaeridium* (Evitt, 1985).

Os cistos podem ser lisos ou podem sustentar grânulos, cumes, entalhes, cristas elevadas ou desenvolver espinhos curtos, processos ou chifres. Os processos podem ser centrados na placa ou apresentarem um conjunto dessas formas. A ornamentação tabular é sutural, se definir limites da placa ou intertabular, se definir as partes centrais das placas. Os processos localizados na interseção dos limites das paraplacas são chamados **gonais** e os que se localizam, ao longo dos limites, são os **intergonais** (EVITT, 1985) (Figura 13).

Em sedimentos recentes, a morfologia de cisto pode estar relacionada diretamente à salinidade. Por exemplo, o gênero *Spiniferites* apresenta forma arredondada em condições marinhas normais e forma cruciforme em condições de baixos teores de salinidade, no hemisfério norte. Já o gênero *Operculodinium* possui espécies com número reduzido de processos em ambientes com baixos teores de salinidade. Por estas razões, em assembleias fósseis, é improvável que exista uma relação simples entre os cistos e células móveis (ARMSTRONG & BRASIER, 2005).

Os processos de dinocistos apresentam variada morfologia, como forma dos processos (Figura 14), ornamentação distal dos processos (Figura 15) e, apresentam também, variada ornamentação externa da parede (Figura 16) (EVITT, 1985; MONTEIL *et al.*, 1993).



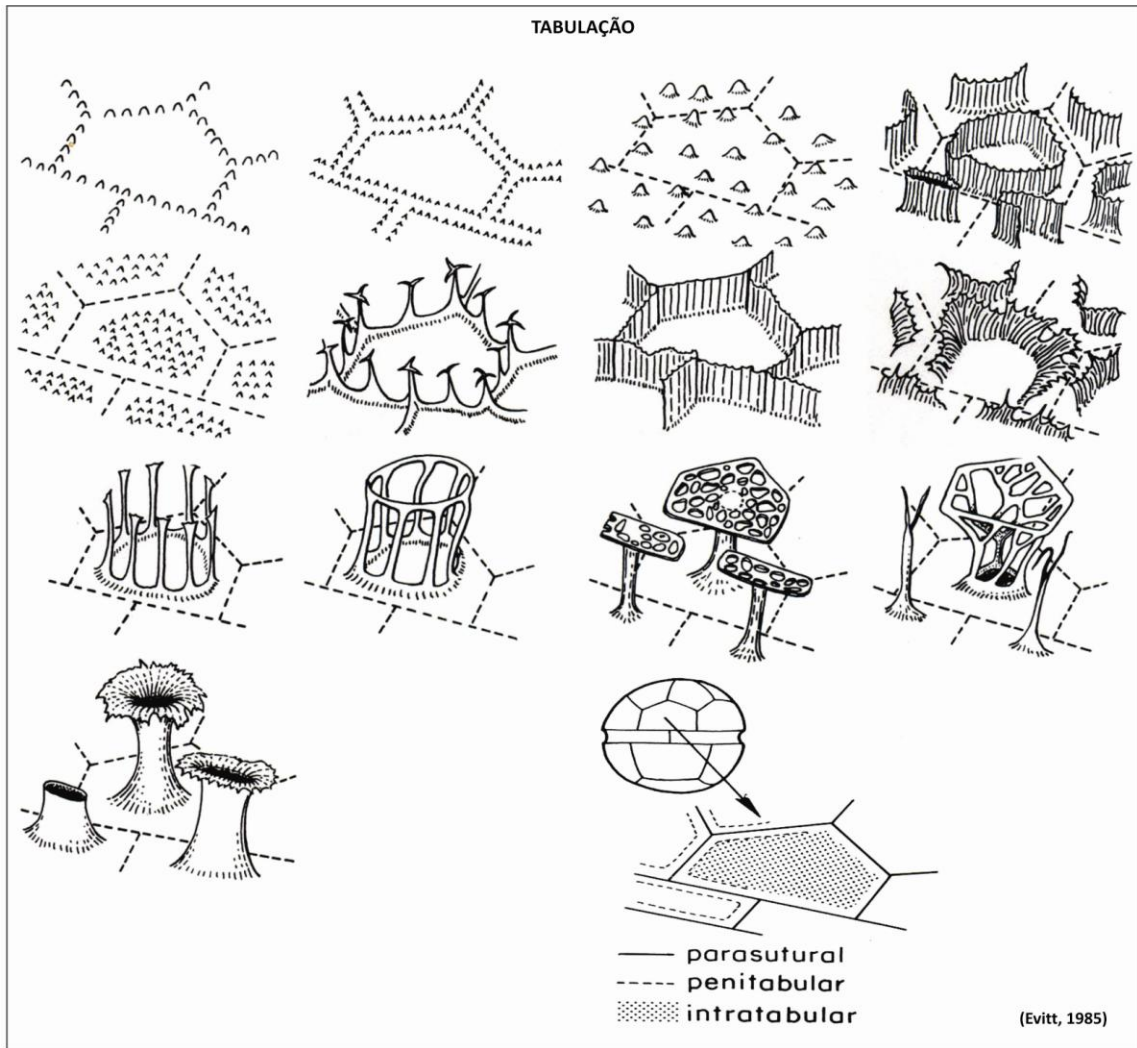


Figura 12. Tipos de paratabulação e posição dos processos nas paraplacas.

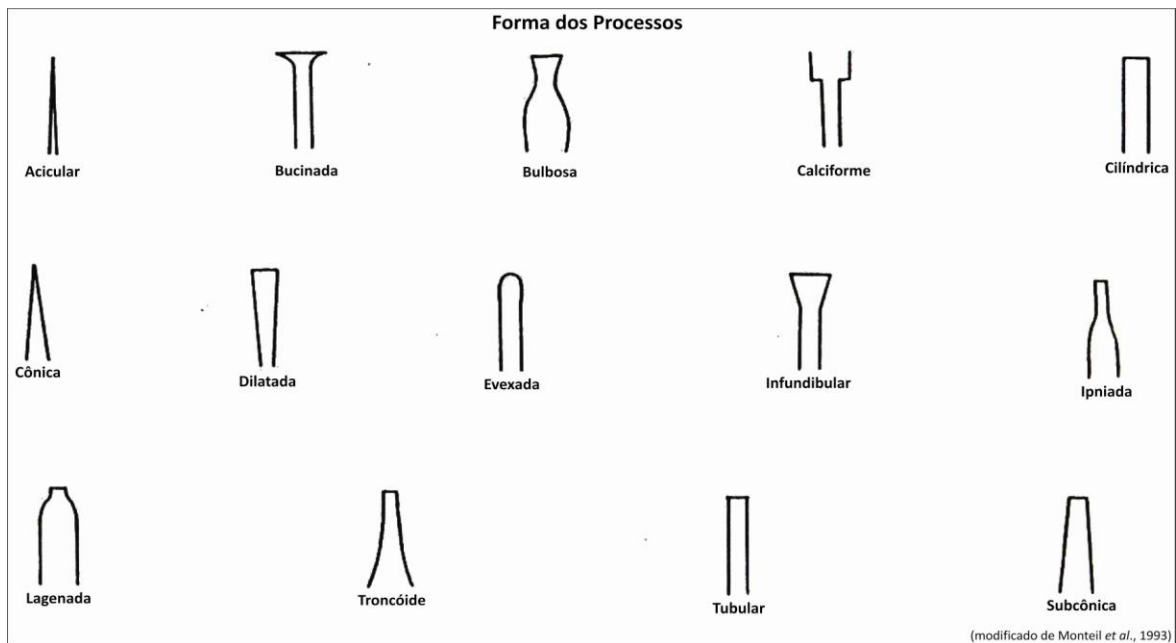


Figura 13. Aspectos ornamentais e estruturas dos processos de dinocisto.

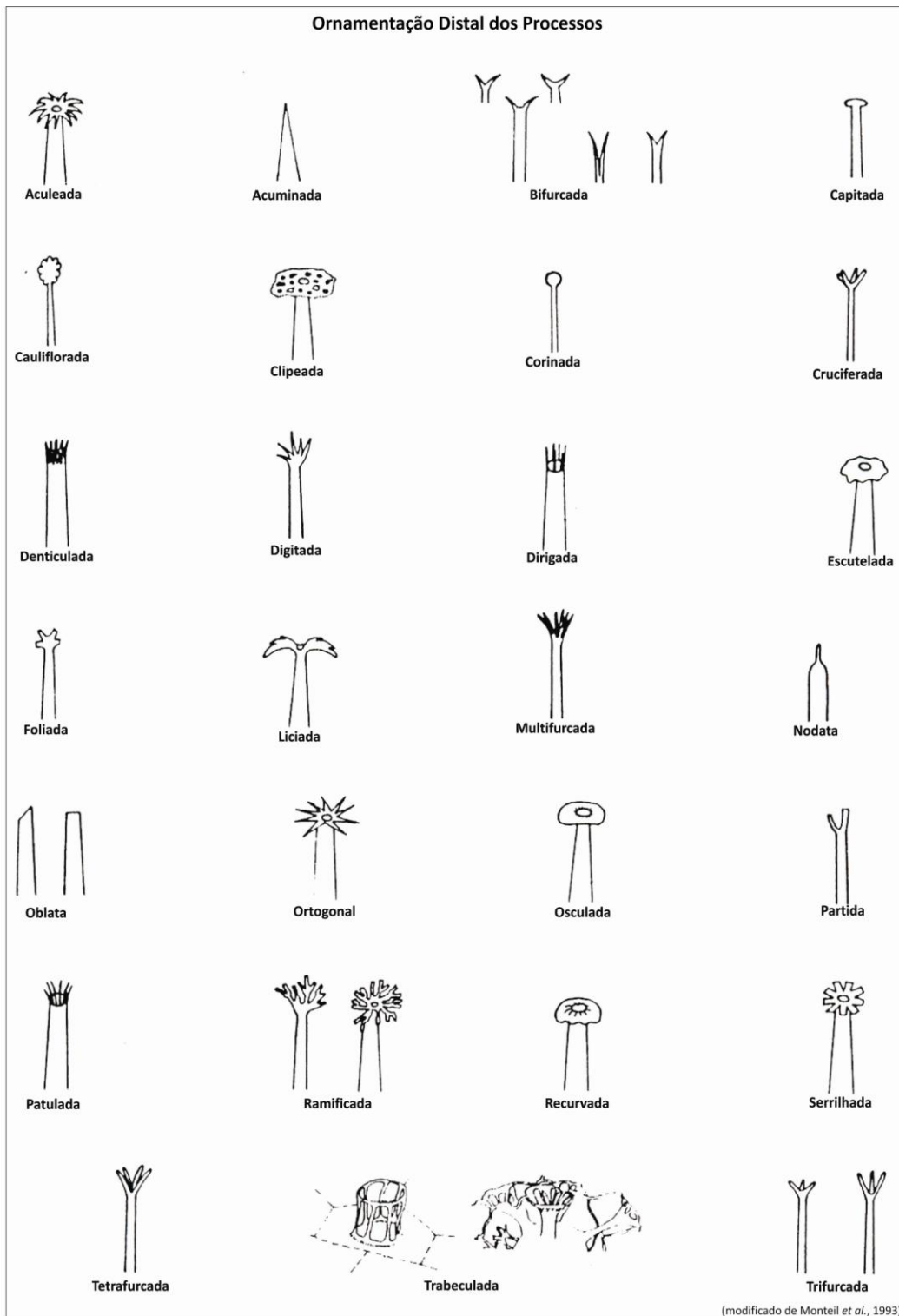


Figura 14. Aspectos ornamentais e estruturas dos processos de dinocistos.

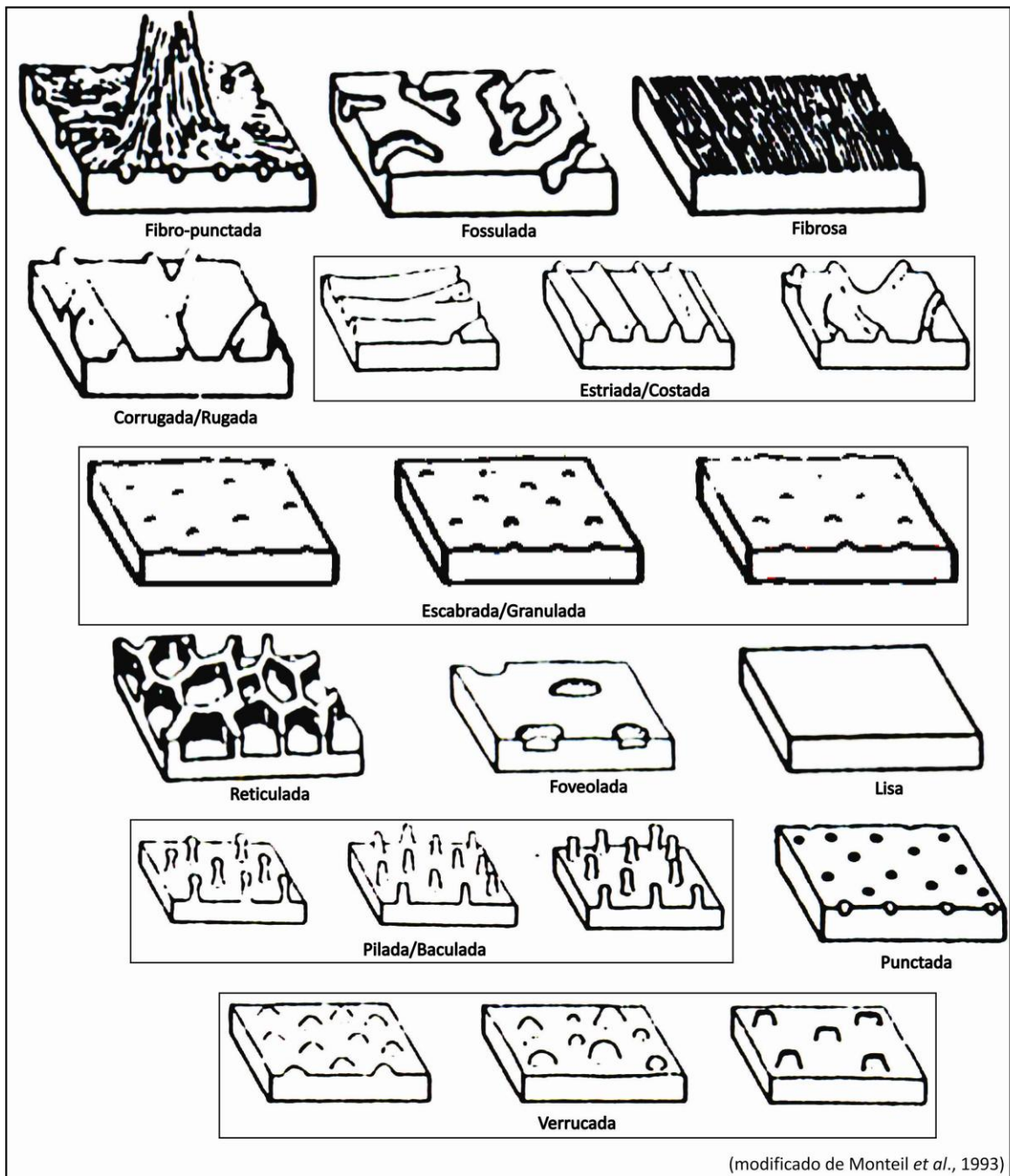


Figura 15. Tipos de ornamentação externa na parede dos cistos.

Dale (1983) verificou que a produção de cistos por dinoflagelados meroplancctônicos geralmente acontece no início do verão ou início do outono. Esses intervalos correspondem aos períodos de maior mudança da estabilidade da coluna d'água, quando a estratificação da água está se formando ou está se desfazendo. Porém, o mesmo autor notou que os fatores ambientais, tais como, diminuição da temperatura; alta densidade da população; baixa disponibilidade de nutrientes, e baixa intensidade luminosa podem ser importantes para os processos que influenciam o organismo a interromper a reprodução vegetativa (assexuada) e

passar para a sexuada e, conseqüentemente, o encistamento. Mas, no entanto, esses processos são ainda pobremente compreendidos.

Porém, em ambientes *nearshore* (nerítico interno), que são relativamente instáveis, 20% das espécies de dinoflagelados locais podem produzir cistos (ANDERSON *et al.*, 1985; ; TYSON, 1995; DALE, 1996).

**Somente 10% de todas as espécies vivas de dinoflagelados são formadoras de cistos e, talvez, menos de 70% (desses 10%) podem produzir cistos que se preservam como fósseis, os outros 30% são cistos temporários (cistos que não se preservam, pois não possuem parede constituída de dinosporina) (EVITT, 1985; DALE, 1976; WALL *et al.*, 1977).**

**É conhecido que a proporção de espécies meroplancônicas nas mesmas águas varia entre 26% a 66% da população total de dinoflagelados. Dentro desse percentual de espécies meroplancônicas que produzem cistos, somente algumas produzem esse cisto, como, por exemplo, *Protoceratium reticulatum* (= *Gonyaulax grindleyi*) produz de 50-85% de cistos de *Operculodinium* e o *Gonyaulax spinifera* no mesmo local, produz de 0,2-3,0% de cistos de *Spiniferites* (DALE, 1976; DODGE & HARLAND, 1991).**

O regime de mistura turbulenta é o único controle mais importante na composição do fitoplâncton, pois determina ambas as distribuições (cistos e dinoflagelados móveis), que utilizam nutrientes disponíveis e intensidade de luz, e isso é expresso claramente nos dinoflagelados. **Espécies de dinoflagelados modernos (Quaternário), que produzem cistos fossilizáveis, representam provavelmente uma adaptação aos regimes hidrográficos instáveis e imprevisíveis, que são típicos de ambientes de águas rasas ao longo da margem continental e ao redor de ilhas oceânicas.** A abundância e a diversidade dos cistos parecem ser mais altas dentro de latitudes temperadas - sazonais, em ambientes instáveis e a diversidade desses cistos sempre é mais alta em sedimentos de plataforma, independentemente da latitude (WALL *et al.*, 1977).

Matsuoka (1999) comenta que a água rica em nutrientes (nitrogênio, fósforo e carbono), turva e saturada em sílica, pode provocar florações de fitoplâncton como o do grupo das diatomáceas e atrair predadores como os dinoflagelados heterotróficos. Outro meio de atrair os heterotróficos seria a insaturação da água em sílica e forte estratificação com a floração dos autotróficos, assim, servindo como presas para os heterotróficos.

Matsuoka (2001) e Dale (2001b) fazem uma importante discussão em relação aos cistos de dinoflagelados como indicadores de eutrofização na Baía de Tóquio, uma comparação entre

a concentração dos cistos autotróficos e heterotróficos. Sarjeant *et al.* (1987) sugerem que a produção de cistos deveria ser maior no fim do verão e início do outono. Porém, a formação de cistos, embora menos frequente, também acontece nas latitudes tropicais, onde muitos desses fatores mostram variações muito pequenas.

Muitas pesquisas têm se dedicado ao estudo da célula móvel por incubação para identificar os diferentes morfotipos de cistos que elas produzem. As diferentes nomenclaturas atribuídas aos cistos de dinoflagelados provêm, muitas delas, de uma mesma célula móvel. Estudos como de Wall *et al.* (1977), Dale (1996), Head (1996), Ellegard (2000) e Rochon *et al.* (2009) relacionam o cisto à sua afinidade com a teca.

O trabalho de Rochon *et al.* (2009) relata a produção de 12 a 16 tipos de cistos pela célula móvel *Goniaulax spinifera*. A célula móvel *G. spinifera*, de acordo com o ambiente em que se desenvolve, pode produzir as espécies de cistos: *Spiniferites elongatus*, *S. membranaceus*, *S. mirabilis*, *S. ramosus* e etc.

#### 4.4.4.7 Ciclo de vida de dinoflagelados

O ciclo de vida dos dinoflagelados foi primeiramente descrito em 1938 por Diwald (Evitt, 1985). E pode ser dividido em uma fase assexuada (multiplicação vegetativa), que se dá pela divisão binária e uma fase sexuada (gametogênica). A reprodução sexuada ou está ausente ou é pobremente compreendida.

No primeiro ciclo reprodutivo, não há a formação de cistos e está representado pela reprodução assexuada (diplóide) da célula móvel e de gametogênese (haplóide). Quando a célula está prestes a formar o cisto, ocorre grande número de divisões vegetativas, originando gerações de células haplóides móveis (tecas vegetativas), pode ocorrer um grande aumento populacional e, se o ambiente estiver em condições muito favoráveis, pode ocorrer uma superproliferação de células móveis originando as florações (*blooms*). Com o ambiente definido, as células haplóides passam a se comportar como gametas e se fundem para originar zigotos celulósicos diplóides, desenvolvendo dois flagelos; as antigas tecas são perdidas na fusão que é completada em 24 horas. O zigoto diplóide (ou planozigoto) sintetiza uma nova teca que cresce através das bandas suturais, com dimensões maiores que as das tecas vegetativas. Após um período de baixa atividade celular, cerca de 15 dias, o zigoto perde os flagelos tornando-se imóvel. O protoplasma se contrai, descolando-se da teca e sintetizando as membranas do cisto, esta fase é denominada **encistamento**. As placas da teca se rompem,

soltando-se do cisto e sendo perdidas ou sofrendo ação de bactérias e sendo destruídas (Dale, 1983) (Figura 17).

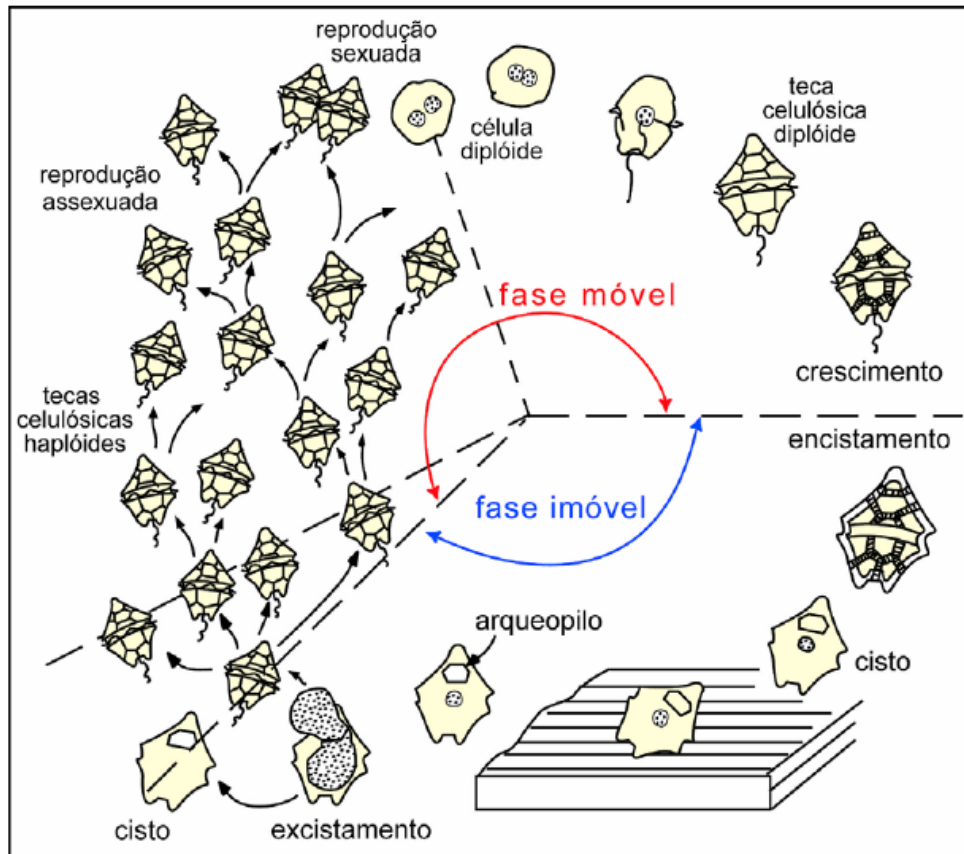


Figura 16. Ciclo de vida dos dinoflagelados (Arai & Lana, 2004).

O cisto, assim formado, comporta-se como uma partícula sedimentar e passa a fazer parte do assoalho oceânico ou lagos ou pode ser barrado pela pinoquina dos oceanos. Eles podem alcançar o assoalho marinho em áreas costeiras dentro de duas semanas (ANDERSON *et al.*, 1985; HEISKANEN, 1993).

Tendo alcançado o assoalho marinho, o restante dos cistos inativos, repousam por um período de 12 horas ou mais de seis meses, chamado período de “inatividade obrigatória”. Os cistos dormentes residem em um ambiente escuro e anóxico (ANDERSON *et al.*, 1987; KEAFER *et al.*, 1992). Tais condições parecem não causar nenhuma ameaça aos cistos durante seu período normal de descanso (DALE, 1983).

Após o período de “inatividade obrigatória”, o cisto pode permanecer dormente, dependendo de vários fatores físico-químicos que inibem ou ativem o desenvolvimento do

cisto em algumas espécies, esta fase é denominada **excistamento** (ANDERSON *et al.*, 1987).

Por outro lado, em outras espécies, fatores como a presença de sulfetos e a liberação de oxi-hidróxidos férricos e fosfatos, condições de redução de oxigênio, podem agir como estimulantes (TAYLOR, 1987). O aumento na temperatura da água pode influenciar, direta ou indiretamente, o excistamento, principalmente em latitudes temperadas, onde o aquecimento, correlacionado à estratificação, conseqüentemente, alteram a composição química da coluna d'água.

Sob condições favoráveis do ambiente, o protoplasma se excista e o ciclo é completado quando o protoplasma se divide em quatro novas células haplóides que desenvolvem tecas e flagelos (WALL *et al.*, 1977; HARLAND, 1983).

Dale (1996) sugere que estas formas posteriores mantêm uma população vegetativa residual pequena e que essas “sementes”, desenvolvam *blooms* durante períodos mais favoráveis. Somente 14% dos dinocistos recuperados de armadilhas de sedimentos no fundo do mar são de parede orgânica e a maioria dos dinocistos oceânicos é, aparentemente, de forma calcária, que deve excistar-se antes de alcançar o assoalho marinho.

Pesquisas recentes no Atlântico Norte mostram que somente espécies do gênero de parede orgânica *Impagidinium* (antigo *Leptodinium*) têm distribuição oceânica (WALL *et al.*, 1977).

#### 4.4.4.8 **Floração**

Sabe-se que respostas paleoambientais dependem de assembleias de dinocistos, formada de acordo com as condições ambientais. As condições superficiais das massas d'água originaram as associações com duas ou mais espécies de dinoflagelados. Outro aspecto é a relação do ambiente proximal-distal, por exemplo, em ambientes plataformais internos, Dale (1976) comenta que as tecas de espécies meroplantônicas (formadoras de cistos) variam entre 26% a 66% da população de dinoflagelados total e que nem sequer esses dinoflagelados alcançam a mesma meta. Por exemplo, em algumas espécies com 50-85% dos indivíduos de *Gonyaulax grindleyi* (= grupo *Protoceratium reticulatum*) podem produzir cistos (*e.g.* *Operculodinium*), considerando que em outros (*e.g.* *Gonyaulax spinifera*) o valor correspondente pode ser somente de 0,2-3,0% (DODGE & HARLAND, 1991).

O regime de turbulência é um importante controle na abundância do fitoplâncton, pois determina a distribuição de nutrientes e a luminosidade na coluna d'água. Em um estudo pioneiro sobre dinoflagelados modernos, produtores de cistos fossilizáveis, Wall *et al.* (1977) estabeleceram que eles representam uma adaptação, provavelmente, aos regimes de hidrografia instáveis e imprevisíveis, que são típicos de ambientes de águas rasas ao longo das margens continentais e ao redor de ilhas oceânicas.

Em águas temperadas, as ações de células móveis de dinoflagelados autotróficos são mais altas durante o verão, quando a coluna d'água é fortemente estratificada de maneira estável (TYSON, 1995). Assim, as células móveis podem ser interpretadas, essencialmente, como exploradoras de ambientes calmos, condições de estratificações, adaptadas a ambientes com gradientes verticais fortes (MARGALEF *et al.*, 1978).

Bennouna *et al* (2002) encontra uma concentração de *Lingulodinium polyedrum* de **79x10<sup>3</sup> células/litro** na região norte do continente africano, ao longo d Marrocos e Saara Ocidental; Kudela *et al.* (2005) relata a ocorrência de bloom de **milhões de células/litro** em regiões de ressurgência no norte e sul da costa da África na corrente de Benguela.

A mobilidade da célula móvel permite a utilização eficiente da luz disponível e maior acesso a nutrientes, dessa forma, assegurando uma vantagem competitiva sazonal em cima das diatomáceas, que sendo pesadamente mineralizadas e não móveis afundam fora da camada misturada durante a estratificação e em condições de nutrientes depletados (MARGALEF, 1978). A produção de cistos por dinoflagelados meroplânctônicos, geralmente, acontece ou no fim da primavera a começo do verão; ou fim do verão para outono (DALE, 1983). Estes intervalos correspondem aos períodos de maior mudança em estabilidade na coluna d'água, quando a estratificação ou está se formando ou está se desfazendo.

Já sabemos que a produção de cistos é realizada em poucos dias (DALE, 1983). Seu crescimento pode continuar depois da desintegração da teca. Sua gravidade específica, alta em relação à célula móvel, resulta em uma sedimentação relativamente rápida, e a ausência de turbulência faz com que os cistos alcancem o assoalho oceânico em regiões plataformais dentro de duas semanas (ANDERSON *et al*, 1985). Segundo Pfester & Anderson (1987), os cistos ficam inativos por um período de 12h ou 6 meses; ou dezenas de anos (DALE, 2001a). A anoxia foi observada para inibir o crescimento completamente em algumas espécies



(ANDERSON *et al.*, 1987). O aumento na temperatura da água é o fator principal direto ou indireto na cronometragem do excistamento pelo menos em latitudes temperadas (DALE, 1983), em parte, porque o aquecimento da água é relacionado com a estratificação da coluna d'água e mudanças resultantes na química da água (TYSON, 1995).

A formação de cistos é muito menos comum entre dinoflagelados oceânicos (WALL *et al.*, 1977; DALE, 1983; DODGE & HARLAND, 1991). Dale (1996) sugere que esse fitoplâncton mantém uma população vegetativa residual pequena (WALL *et al.*, 1977; HARLAND, 1983, STOVER *et al.*, 1996) (Figura 18).

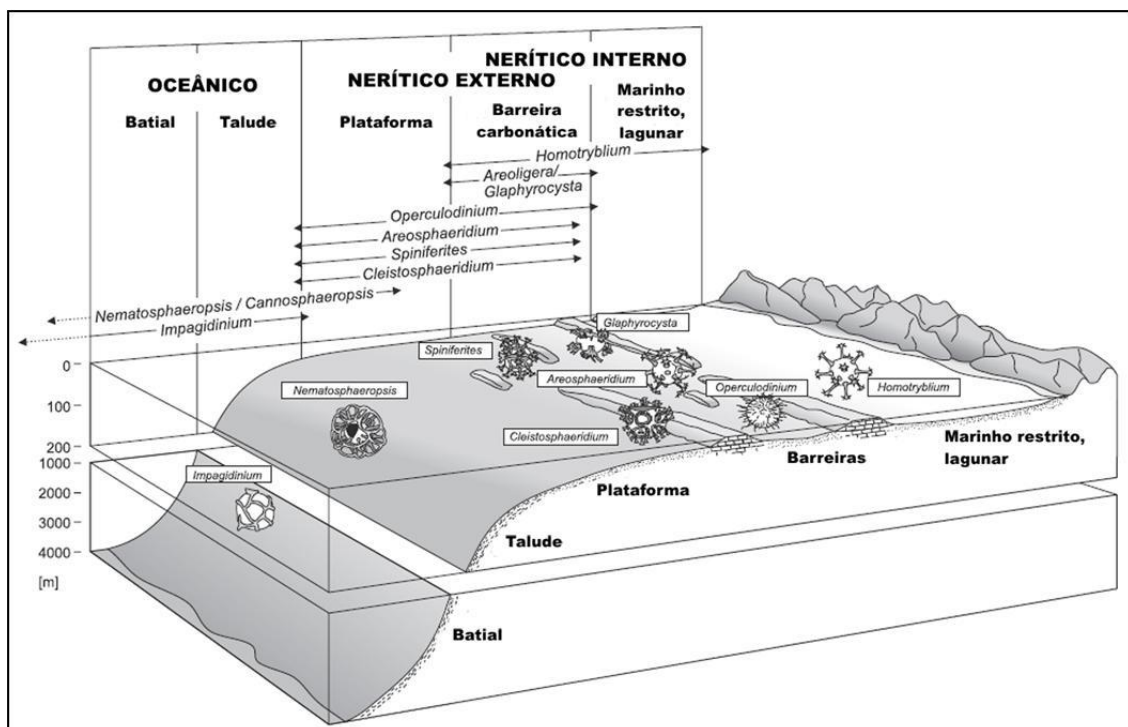


Figura 17. Distribuição dos dinocistos no ambiente marinho (modificado de Brinkhuis, 1992).

São os dinoflagelados como os das espécies *Protoceratium reticulatum*, *Lingulodinium polyedrum* (= *Gonyaulax polyedra*), *Pyrophacus steinii*, *Gonyaulax spinifera*, *Gonyaulax spinifera* complex, *Gonyaulax scridley*. Esses dinoflagelados produzem cistos de resistência como *Operculodinium centrocarpum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Tuberculodinium vancampae*, *Spiniferites mirabilis*, *Spiniferites ramosus* e *Nematospaeropsis labyrinthus*, respectivamente (MUDIE & HARLAND, 1996).

#### 4.4.4.9 Toxidade

Os dinoflagelados potencialmente tóxicos e florações de algas nocivas (FAN) vêm sendo estudados por vários autores (BENNOUNA *et al.*, 2002; MILES *et al.*, 2006; KUDELA, 2006; FREHI *et al.*, 2007; GUERRRINE *et al.*, 2007; MORTON *et al.*, 2007) assim como seus cistos de resistência (DALE, 2001a,b; ZONNEVELD *et al.*, 2007, 2008; WALL *et al.*, 1977). Armstrong & Kudela (2006) e Guerrini *et al.* (2007) estudaram a produção de YESSOTOXIN em dinoflagelados dos grupos *Gonyaulax spinifera*, *Gonyaulax polyedra*, *Protoceratium reticulatum* e espécies de *Protoperidinium*. Sendo que algumas das espécies desses grupos podem ser causadoras da maré vermelha.

Algumas espécies do grupo *Gonyaulax spinifera* foram estudadas intensivamente, em laboratório, por reproduzirem-se em abundância, causando condições de águas anóxicas (marés vermelhas ou amarelas). Muitos desses cistos libertam toxinas que são prejudiciais ou letais, causando afugentamento ou “Intoxicação Paralisante por Molusco (PSP)” ou “Intoxicação Diarreica por Molusco (DSP)” (DALE, 1996).

#### 4.4.4.10 Dinoflagelados estudados em culturas

Vários estudos (e.g. WALL *et al.*, 1977; DALE, 1996; ZONNEVELD *et al.*, 2001) relacionam os cistos fósseis de dinoflagelados com sua célula móvel. *Gonyaulax spinifera* complex é considerado a afinidade biológica microplancônica, ou dinoflagelado, que possui a parede celulósica formada por séries de placas, essas placas celulósicas são refletidas da mesma forma em seu cisto, quando sintetizados. Rochon *et al.* (2009) diz que esse dinoflagelado é responsável pela produção, por exemplo, das espécies de cistos de *Spiniferites bulloideus* e *Spiniferites mirabilis*, cuja paratabulação (nome dado à placa no cisto), é semelhante à da célula móvel.

E é dentro da Ordem Gonyaulacales, Família Gonyaulacaceae Lindemann (1928), que se encontra esta espécie de cisto com tipo de tabulação goniaulacóide do sistema de tabulação Koffoid. A paraplaça que se destaca do cisto, para que o protoplasma volte para a coluna d'água e se reproduza assexuadamente, é responsável por uma nova geração de dinoflagelados (TAYLOR, 1987).

Dale (1976, 1983) sugere que o número de células móveis de dinoflagelados sejam bem maiores do que o número de cistos encontrados no sedimento. Sabe-se que as proporções

de espécies meroplanctônicas (células com duas fases no ciclo de vida, planctônicas e bentônicas) nas mesmas águas variam entre 26% a 66% da população de dinoflagelados total.

Em alguns gêneros, entre 50-80% dos indivíduos móveis produzem cistos, como no gênero *Operculodinium*. Por outro lado, outros gêneros, como *Spiniferites*, o valor correspondente, no mesmo local, pode ser de apenas 0,2-3,0% (DODGE & HARLAND, 1991).

Wall *et al.* (1977) relatam que podem ser correlacionadas tendências para distribuição *inshore* para *offshore* e climáticas para cistos em sedimentos, assim como para a distribuição da comunidade planctônica (dinoflagelados), em águas de superfície em que as componentes físico-químicas variem. Este amplo tipo de correlação entre a distribuição ambiental marinha e a climática foi primeiramente notada por Williams (1971), que propôs que essa correlação limita a distribuição de cistos e suas associações, de acordo com os diferentes tipos de massa d'água. Portanto, os diferentes táxons atingem sua alta abundância relativa nos sedimentos onde a água de superfície é diferente.

Wall *et al.* (1977) dizem que o regime de mistura turbulenta é o único controle mais importante na composição do fitoplâncton, porque determina ambas as distribuições (cistos e dinoflagelados), que se utiliza de nutrientes disponíveis e intensidade de luz. Isto é expresso claramente nos dinoflagelados. Os autores observaram também, que espécies de dinoflagelados modernos, que produzem cistos fossilizáveis, é resultado de uma adaptação, provavelmente, aos regimes hidrográficos instáveis e imprevisíveis, típicos de ambientes de águas rasas ao longo da margem continental e também, ao redor de ilhas oceânicas. Por exemplo, áreas de altas concentrações anuais de cistos, no sistema fronteiro do estuário (haloclina), dividem as massas d'água de rios da baía Chesapeake, no oeste dos Estados Unidos, fazendo com que haja concentração de dinoflagelados e de seus cistos nesta região.

#### 4.4.4.11 *Protoceratium reticulatum* (=Gonyaulax grendleyi)

Segundo Evitt (1985), a espécie do gênero de dinoflagelado *Protoceratium reticulatum* (=Gonyaulax grendleyi, produtor do cisto *Operculodinium centrocarpum*), pertence ao grupo dos 10% das atuais que produzem cistos. De acordo com Wall *et al.* (1977), é considerada uma espécie cosmopolita, oportunista e talvez.

Nos últimos anos, o *Protoceratium reticulatum* tem sido estudado por vários pesquisadores em meios de cultura para avaliar o seu habitat e em relação à sua produção de toxinas. Em geral, essa produção de toxina está relacionada à temperatura, salinidade e

limitação de nutrientes como fosfato, ferro, cobalto e selenium (GUERRINE *et al.*, 2007; PAZ *et al.*, 2004, 2006; RODRÍGUEZ *et al.*, 2009).

A combinação entre a disponibilidade de nutrientes e temperatura da água parece ter uma forte relação com a ocorrência da toxicidade do *P. reticulatum*. Porém, esta espécie, pode ser menos tóxica em águas mais frias e com teores baixos de salinidade (PAZ *et al.*, 2006). Guerrini *et al.* (2007) comentam que o dinoflagelado tóxico *P. reticulatum* está, comumente presente, no Mar Adriático.

*P. reticulatum* é produtora da yessotoxina (YTX) e suas análogas. Estudos em culturas revelaram que, a limitação de nutrientes, salinidade e temperatura provoca o aumento da YTX. E o meio pobre em fosfato também afeta o crescimento da célula e favorece o acúmulo da toxina. Já em culturas pobres em nitratos ocorre um maior controle de liberação da toxina (GUERRINI *et al.*, 2007; MITROVIC *et al.*, 2004; MORTON *et al.*, 2007; PAZ *et al.*, 2006; RHODES *et al.* 2006).

Dale (2001a) relata que esta mesma espécie é responsável pela Intoxicação Diarréica por Molusco (DSP).

#### 4.4.4.12 *Gonyaulax polyedra*

O dinoflagelado *Gonyaulax polyedra* é o produtor do cisto *Lingulodinium machaerophorum*. *G. polyedra* é uma importante espécie cosmopolita de águas mais aquecidas, de clima temperado para equatorial, sendo uma forte candidata a formar florações de algas nocivas (“marés vermelha” ou FAN) em regiões temperadas associada à ressurgência (DALE, 2001a).

Estudos de Kudela *et al.* (2005) revelaram que *G. polyedra* também produz toxinas (DSP - Intoxicação Diarréica por Molusco; YESSOTOXINA e ICHTIOTOXINA), de acordo com determinada temperatura, salinidade e disponibilidade de nutrientes. Segundo o mesmo autor, o cruzamento de dinoflagelados tóxicos com os não tóxicos, pode induzir toxicidade nestes últimos.

Dale (2001a) reconhece que esta espécie também é responsável pela Intoxicação Diarréica por Molusco (DSP).

Souza (2009) realizou estudo sobre dinocistos potencialmente tóxicos e sua associação com outros dinocistos encontrados em três poços na bacia de Campos, que mostram riqueza das espécies *Lingulodinium machaerophorum* e *Operculodinium centrocarpum*.

Crespo *et al.* (2006) também relacionam concentrações de plâncton e leitões de cistos com os curtos períodos entre ressurgência e *downwelling*, onde ocorrem fortes estratificações na coluna d'água, ocasionando sistemas fronteiros de temperatura, salinidade e disponibilidade de nutrientes.

Em anos recentes *Lingulodinium polyedrum* tem formado florações em águas quentes e estratificadas adjacentes à ressurgências e *offshore*. E quando os fatores ambientais favorecem o sistema de ressurgência ou *downwelling*, a transição dos períodos, que ocorrem na primavera e outono, em curto prazo, causa uma variabilidade no ciclo ressurgência-*downwelling*, favorecendo florações (KUDELA *et al.*, 2005). Além disso, essa espécie ocorre como membro conspícuo do plâncton em águas neríticas, um tanto enriquecidas em nutrientes e associadas a sistemas de ressurgência.

#### 4.4.4.13 *Gonyaulax spinifera* e *Gonyaulax spinifera* complex

Nenhuma das seis espécies do importante cisto do gênero *Impagidinium* que domina assembleias de cistos oceânicos em sedimentos modernos ainda foi relacionada com uma fase tecada e a tentativa de cultivar cistos de *Impagidinium* foi mal sucedida por Dale (1992).

As afinidades biológicas assumidas deste gênero com o grupo de *Gonyaulax spinifera* estão baseadas em semelhança morfológica entre *Impagidinium* e *Spiniferites* e espera confirmação. Exemplos dos quais espécies de dinocistos diferentes dão origem aparentemente às mesmas espécies com base na teca móvel (por exemplo, *Gonyaulax spinifera* complex) e vice-versa, pode sinalizar identificação questionável do dinocisto ou da teca, ou ambos (HEAD, 1996). O mesmo autor comenta que a variabilidade intraespecífica dos dinocistos é um fator complicado e inclui exemplos onde uma ordem de morfotipos de dinocistos diferentes representam simplesmente fases de desenvolvimentos diferentes das mesmas espécies.

Para isto foi mostrado experimentalmente com o dinoflagelado *Lingulodinium polyedrum* através de Kokinos & Anderson (1995), mas estudo cuidadoso de morfogenia de dinocistos tem que ainda ser feito para outras espécies (HEAD, 1996).

Rochon *et al.* (2009) estudaram recentemente o dinoflagelado *Gonyaulax spinifera* complex produtor de 12 a 16 tipos de dinocistos e notaram um padrão similar ao do dinoflagelado *Lingulodinium polyedrum*. E que a luminosidade também é um fator limitante

para esta espécie autotrófica. Ocorre em massas d'água plataformais ricas em nutrientes e teor de salinidade alta, superior a 28,9<sup>0</sup>/<sub>00</sub>.

#### 4.4.4.14 *Pyrophacus steinii*

O dinoflagelado *Pyrophacus steinii* é produtor do cisto da espécie *Tuberculodinium vancampoae* e é reconhecido como sendo de águas temperadas quentes para tropicais. Estudos mostram que o *P. steinii* produz dinocistos bastante diferentes de acordo com a intensidade de luz e ele tem potencial para prosperar em camadas de água de superfície como também nas partes mais fundas da zona fótica. Seus processos longos aparece somente na maturidade, assim como no *L. machaerophorum* (ZONNEVELD & SUSEK, 2007).

Wall & Dale (1971) mostraram que essa espécie de dinoflagelado produz dinocistos com arqueópilo hipocistal. Estudos de Wrenn & Damassa (1989) sugerem que a posição do arqueópilo desta espécie varia com o teor de salinidade e que pode haver mais de um ecotipo ou espécie (*P. steinii* v. *steinii* e *P. steinii* v. *vancampoae*).

Zonneveld & Susek (2007) estudaram o efeito da temperatura, salinidade e luminosidade na produção e morfologia dos cistos de *P. steinii* (*T. vancampoae*) e fizeram comparações com outras culturas como as de *Lingulodinium polyedrum* e *Protoceratium reticulatum* em relação aos efeitos ambientais. Os autores sugerem que o dinocisto produzido pelo dinoflagelado *P. steinii* não responde a variação morfológica através da variação de salinidade como os dinoflagelados que produzem os dinocistos *O. centrocarpum* e *L. machaerophorum* e sim a um elemento químico dissolvido nos oceanos, o tálcio. A observação dos autores mostra que eles tem uma maior tendência de serem heterotáticos do que homotáticos. Sua abundância mais alta foi observada em culturas que sofreram interferência de uma moderada luminosidade.

#### 4.4.4.15 *Protoperidinium* sp.

A célula móvel do *Protoperidinium* sp. é considerada um microplâncton de parede orgânica, sem pigmentação fotossintética e exige combinações orgânicas externas para suplementar sua capacidade não fotossintética. Quase todas as espécies de *Protoperidinium* sp. produzem dinocistos com arqueópilo intercalar tipo 2a, paredes de coloração marron, morfologia simples e ornamentada (HEAD, 1996), sem fluorescência (BRENNER & BIEBOW, 2001).

#### 4.5 Paleocologia

Em seu estudo Salgado-Labouriau (2007) comenta que não é uma espécie-guia ou uma forma-guia que nos dará informações ecológicas ou climáticas e sim, uma comunidade de espécies, que originam um conjunto coerente de formas fósseis, denominada assembleia. É a assembleia que permite a reconstrução ambiental por comparação com as comunidades modernas e que aponta as mudanças ecológicas e/ou climáticas ao longo do tempo.

Vários são os sinais ecológicos reconhecidos nas assembleias de cistos de dinoflagelados atuais, mostrando como esses sinais são diretamente aplicados como modelo de interpretação para paleoambientes do período Quaternário e esboçam as implicações de processamento paleopalinológico. Os resultados mais recentes, nas últimas décadas, foi uma evolução no desenvolvimento de modelos globais na distribuição de dinocistos (DALE, 1996).

Um dos princípios da Geologia, que o presente pode fornecer a chave para o passado, também foi aplicado na palinologia marinha, onde a importância crescente de cistos de dinoflagelados fósseis em bioestratigrafia, nos últimos 30 anos, estimulou pesquisas ligadas aos cistos vivos. O ponto principal, em termos globais, foi o entendimento dos fatores que produzem as assembleias de dinocistos (DALE, 1996). E é cada vez mais evidente que a distribuição de dinocistos é fortemente influenciada pelo ambiente.

Atualmente, os dinoflagelados, formam uma parte principal do plâncton dos oceanos, especialmente, a forma autotrófica “blindada” (composta por placas celulósicas), que disputam uma posição proeminente nas cadeias alimentícias do reino marinho. E as formas autotróficas prosperam em áreas de correntes de ressurgência, que são ricas em nutrientes como nitrato e fosfato, até mesmo ferro e, raramente, são encontrados vivos abaixo de 50m de profundidade, devido à sua necessidade de luz (ARMSTRONG & BRASIER, 2005).

Segundo Dale (1996) a radiação solar não penetra mais do que poucas centenas de metros nos oceanos, sendo absorvida nos primeiros 10m. Por esse motivo, o grupo do fitoplâncton que pertence aos dinoflagelados atuais, é abundante na zona fótica, principalmente, os autotróficos, onde se apresentam em seu estado móvel. Eles concentram-se, de preferência, em profundidades entre 20 e 70m em águas claras e nos primeiros 10m em condições de águas turvas. A locomoção através dos flagelos é empregada para levá-los a maiores profundidades durante o dia para evitar o comprimento de luz ultravioleta, que é nociva e retirando-os das maiores profundidades durante a noite para trazê-los à superfície.

Hoje em dia, por meio de medidas de óptica aparente, é possível determinar a intensidade da radiação solar e a sua composição espectral, ou a característica do ambiente de luz subaquático ao longo da coluna d'água. Dessa forma, por exemplo, verificou-se que a “zona eufótica” abrange a zona de profundidade dos corpos d'água onde há luz suficiente para a realização da fotossíntese. As características do ambiente de luz subaquática podem, por sua vez, proporcionar vantagens adaptativas e competitivas na captação de energia eletromagnética por algas, em razão da maior ou menor eficiência de absorção de luz, por diferentes pigmentos fotossintetizantes, na região da radiação fotossinteticamente ativa. Em águas continentais, estuarinas e costeiras, a maior quantidade e a variabilidade de interferentes ópticos tendem a dificultar esse tipo de avaliação remota. Nas águas naturais, os principais componentes do meio hídrico, que influenciam o comportamento da luz, é a água propriamente dita, os detritos (turbidez), o fitoplâncton (clorofila) e a matéria orgânica dissolvida. Tais interferências influenciam a cor e a tonalidade das águas naturais, afetando as propriedades ópticas dos corpos d'água, não só na região espectral visível, como também, na faixa da luz ultravioleta (não visível para os humanos) (NYBAKKEN, 1997; ESTEVES, 1998).

Estudos têm demonstrado que medidas ópticas tornam possível identificar massas d'água em áreas estuarinas e marinhas, deduzir participações ou contribuições referentes à matéria orgânica dissolvida, tipicamente derivada de plantas terrestres, ou produzida internamente em um ecossistema aquático (por exemplo, fitoplâncton), verificar os efeitos da oxidação física (luz solar) e microbiana (degradação biológica), na matéria orgânica dissolvida. Para ecossistemas aquáticos, a importância da matéria orgânica dissolvida pode ser relacionada a múltiplos aspectos. No sentido biogeoquímico, é importante estoque de carbono orgânico, equiparando-se, em termos globais, ao carbono associado à biomassa vegetal terrestre. Metabolicamente, constitui um importante recurso energético e material (alimento) para bactérias e protistas em geral. Além disso, é capaz de reagir quimicamente com nutrientes e poluentes, gerando substâncias que podem afetar a solubilidade, a biodisponibilidade, o transporte e a ciclagem de tais elementos (JERLOV, 1968).

De particular interesse, são duas feições básicas de estratégia de vida dos dinoflagelados, que incluem formas móveis e formas de descanso. A mais característica é a sua capacidade de se mover. O nanoplâncton, cocolitoforídeos, também têm mobilidade organizada e as diatomáceas podem ajustar, aparentemente, até certo ponto a sua posição na coluna d'água, mas os dinoflagelados parecem ser efetivamente móveis. Isto pode ser visto por sua habilidade para regular sua profundidade usando migração diurna dentro da zona



eufótica, assim aumentam a fotossíntese. Semelhantemente, nadando, eles podem concentrar e manter sua posição em determinada profundidade, ao longo de sistemas fronteiros (frentes oceânicas), com águas enriquecidas de nutrientes. Esta estratégia natatória é adequada, particularmente, para águas bem-estratificadas que oferecem a combinação de estabilidade e íngremes gradientes de nutrientes. Tais águas são típicas de muitas regiões costeiras e neríticas, de acordo com as estações do ano (primavera, verão, outono e inverno) e é onde são, frequentemente, encontradas as maiores concentrações de dinoflagelados. Sua mais alta concentração se encontra em zonas de ressurgência, onde ocorrem turbulência e águas ricas em nutrientes (NYBAKKEN, 1997).

Particularmente, através dos estudos de Wall *et al.* (1977), reconhecem-se três tipos principais de sinais ambientais em cistos recentes: 1) temperatura na superfície da água (climático); 2) sistema fronteiro (costeiro/nerítico e nerítico/oceânico) e 3) salinidade. A paleoecologia de dinoflagelados Quaternários e outras algas de parede orgânica são, normalmente, deduzidas por estágio de cistos de descanso. No momento, a relação exata entre populações de estágio móvel e número de cistos não é clara (DALE, 1983; TAYLOR, 1987). Por exemplo, Dale (1976) encontrou somente 26 tipos de cistos em sedimentos de Oslo Fiord, Noruega, embora, fora registradas 56 espécies de células móveis. Segundo Mudie (1992) também na margem canadense oriental, associações de cistos modernos mudam com o caráter das massas de água de superfícies e mostram uma correlação com as correntes intermediárias e as de fundo. Porém, de acordo com Mudie & Harland (1996), as amostras de anéis aquecidos (i.e. redemoinhos gigantes de águas quentes e frias, formadas nos limites das contra correntes) do Oceano Atlântico Norte ocidental, periodicamente erode ou acumula sedimentos na região, e sugere que muitas amostras de superfícies da margem oriental dos E.U.A, em lugar de sedimentos modernos são fases glaciais de sedimentação.

#### **4.5.1 Temperatura**

Os dinoflagelados são considerados organismos termófilos. Para a maior parte das espécies viventes, a isoterma entre 15-16 °C é uma fronteira na distribuição geográfica. São expressivamente mais abundantes e com maior diversidade nas águas tropicais, por ser mais aquecida, mais aquecidas, que nas temperadas, em águas frias (WALL *et al.*, 1977).

É possível distinguirem-se espécies cosmopolitas, polares, temperadas e tropicais, cujas distribuições são controladas pelas grandes faixas latitudinais (WALL *et al.*, 1977; DALE, 1996; MARRET & ZONNEVELD, 2003). Espécies cosmopolitas latitudinais não estão

representadas apenas por espécies oceânicas planctônicas, mas podem incluir formas neríticas e bentônicas, de distribuição circum-global. E uma notável mudança, de alguns graus na temperatura, poderia ser suficiente para causar diferenciação em províncias biogeográficas (DALE, 1976).

Um dos limites de temperatura mais importantes, que controla a distribuição de cistos de dinoflagelados no Hemisfério Norte, ocorre entre os corpos de águas mais frias e de águas mais aquecidas no Oceano Atlântico Norte. Este limite se encontra entre Cape Cod e a Escócia (42-43°N) e entre o Canal Inglês e o sudeste da Noruega (DALE, 1983; TAYLOR, 1987).

Algumas espécies variam de polo para polo, ainda, outras são restringidas às zonas biogeográficas e têm aplicações óbvias em biogeografia e estudos de clima (ARMSTRONG & BRASIER, 2005). Em seu trabalho Dale (1996) descreveu a distribuição de assembleias de dinocistos comparadas às zonas biogeográficas modernas (polar, subpolar, temperada e equatorial) para o Oceano Atlântico.

Quatro grupos de espécies podem ser determinados em relação ao parâmetro temperatura na superfície da água segundo Marret & Zonneveld (2003).

#### 4.5.2 Salinidade

A salinidade é a quantidade total de material salino dissolvido na água do mar. A salinidade média da água do oceano aberto é cerca de 35‰, o que equivale a 35g de sal em um litro de água, com valores variando entre 34-37‰, enquanto que, em zonas costeiras, apresenta valores mais baixos, entre 32-35‰ (NYBAKKEN, 1997; BAPTISTA NETO *et al.*, 2004).

Em uma escala global, os dinoflagelados modernos ocupam lugares que se dividem em zonas como de baixa, média e alta latitude (TAYLOR, 1987). Os dinoflagelados toleram uma extensa gama de teores de salinidade e são encontrados em lagos, lagoas, rios e mares. Certos gêneros como, *Gymnodinium* e *Peridinium* são encontrados em ambientes de água doce e salgada, embora a maioria das espécies seja marinha e mostrem um ótimo crescimento em salinidades entre 10-20 ‰. Recentes experimentos em culturas de dinoflagelados indicam que, para algumas espécies, o tamanho e morfologia do cisto, podem variar consideravelmente com a salinidade. A maior variação ocorre no número, densidade e estrutura dos processos (ARMSTRONG & BRASIER, 2005).

Espécies oceânicas de dinoflagelados vivem em concentrações salinas entre 20<sup>0</sup>/<sub>00</sub> e 30<sup>0</sup>/<sub>00</sub> e muito raramente em concentrações superiores a 40<sup>0</sup>/<sub>00</sub>. Muitas espécies de dinoflagelados são eurihalinas (tolerantes a grandes variações de salinidade), havendo também as estenohalinas (as espécies que não toleram variações na salinidade). A produtividade de dinoflagelados é fortemente inibida em ambientes de baixa salinidade, porém onde ocorre uma descontinuidade da salinidade (sistema fronteiro, águas menos e mais salinas), pode ser uma ótima área para a proliferação destes (WALL *et al.*, 1977; TYSON, 1995).

Muitos estudos ambientais (ELLEGAARD, 2000; GUERRRINI *et al.*, 2007; KUDELA *et al.*, 2005; LONDEIX *et al.*, 2009; MARRET & ZONNEVELD, 2003; MORTON *et al.*, 2007; MUDIE *et al.*, 2002; PAZ *et al.*, 2004; PEÑA-MANJARREZ *et al.*, 2005; PAZ *et al.*, 2006; ROCHON *et al.*, 2009; ZONNEVELD *et al.*, 2007; WALL *et al.*, 1977) associam a alteração da morfologia de certos dinocistos à variação da salinidade.

Ellegaard (2000) comenta que, em períodos de baixos teores de salinidade, na Baía de Bjornsholm, Dinamarca, as associações são dominadas por pequenos cistos de *Spiniferites* spp., com processos curtos, geminados e variadas formas. Outra espécie a sofrer alteração na morfologia é *S. bulloideus*, que pode apresentar os processos reduzidos ou longos, ou dois processos altamente geminados e desenvolvidos na região antapical. Isso foi provado por experimentações de culturas de *Gonyaulax spinifera*.

Variações no comprimento e morfologia do processo foram detectadas em cisto de *Lingulodinium machaerophorum* (= *L. polyedrum*), em estudo de Ellegaard (2000), na Baía de Bjornsholm, Dinamarca. *Lingulodinium machaerophorum*, com processos reduzidos, têm sido classificados como indicativos de salinidade reduzida em vários estudos (WALL *et al.* 1977; DALE, 1996; MERTENS *et al.*, 2009b). Em experimentos de culturas, foram encontrados processos mais curtos em *L. machaerophorum* quando em culturas com salinidades reduzidas de 35 para 20<sup>0</sup>/<sub>00</sub> já, quando a salinidade era de 12-15<sup>0</sup>/<sub>00</sub>, os cistos desenvolveram processos muito curtos ou nenhum processo (ELLEGAARD, 2000). Em uma pesquisa de dinoflagelados no Mar Báltico, *L. polyedrum*, com processos reduzidos, foram encontrados em salinidade de 7-10<sup>0</sup>/<sub>00</sub>, nenhum *L. polyedrum* foi encontrado em salinidade abaixo de 7<sup>0</sup>/<sub>00</sub>, e o número máximo foi encontrado entre 15-25<sup>0</sup>/<sub>00</sub> (DALE, 1996).

Em sedimentos extraídos do Lago Pollen, lago de água doce com uma história marinha na Dinamarca, nenhuma forma com bulbos foi encontrada no período salobro-marinho, embora *L. polyedrum* com processos reduzidos estivessem presentes, mas estes estavam presentes em um período de maior influência de água doce (DALE, 1996).

Harland (1983) descreveu variações entre o comprimento de processos de *Protoceration reticulatum* em material da Newfoundland. De Vernal *et al.* (1989) encontraram quatro variedades de *Operculodinium centrocarpum*, com processos finos e curtos, número reduzido de processos, que são mais comuns em salinidades de 15-30 ‰.

Alguns estudos (DALE, 1996, 2001a, 2001b; ELLEGAARD, 2000; MERTENS *et al.*, 2009b; MUDIE *et al.*, 2001; SHIN *et al.*, 2010; WALL *et al.*, 1977;) relacionam os processos reduzidos de *O. centrocarpum* à salinidade baixa. A dominância de espécies de morfotipo com processos reduzidos, na Baía de Bjornsholm, é caracterizada por processos mais grossos e mais curtos.

#### 4.5.3 Micronutrientes

Os dinoflagelados, assim como os demais fitoplânctons, são fortemente dependentes das disponibilidades de nutrientes, principalmente, de nitratos e fosfatos dissolvidos na água marinha (WALL *et al.*, 1977; MARTIN, 1996; NYBAKKEN, 1997). Aportes excessivos de nutrientes por descargas fluviais e/ou ressurgências, reciclando nutrientes depositados no fundo, aumentam a probabilidade de ocorrência de florações (*blooms*), podendo esta ser mais acentuadas por ações antrópicas (DALE, 2001a).

Matsuoka (1999), Dale (2001a, 2001b), Sorrell *et al.* (2006) tratam determinados dinocistos como indicadores de eutrofização, poluição antropológica e impacto ambiental (*L. machaerophorum*; espécies de *Protoperidinium* spp). Os dinoflagelados, assim como os demais componentes do fitoplâncton, são dependentes das quantidades de nitratos e fosfatos dissolvidos, sendo que, a ausência destes últimos, é um fator limitante ao seu desenvolvimento.

#### 4.5.4 Distribuição inshore-offshore

Wall *et al.* (1977) afirmam que mudanças na composição de espécies de assembleias, que se desenvolveram na direção inshore-offshore, são de dois tipos: 1) algumas espécies estavam limitadas na distribuição para assembleias offshore (elas não ocorreram em sedimentos inshore da plataforma continental mais externa); 2) todas as assembleias mostraram mudanças proporcionais em composição de espécies, indo de ambientes nearshore para offshore. Em relação ao primeiro, todas as cinco espécies do gênero *Impagidinium* (*I. aculeatum*, *I. patulum*, *I. paradoxum*, *I. sphaericum*, *I. striatum*) foram restringidas para sedimentos de plataformas mais externas, talude e elevação continental. No tocante ao

segundo, espécies diferentes atingiram os seus cumes em abundância, em qualquer zona de sedimentação estuarina, plataforma estreita, talude superior ou região abissal ou dentro de qualquer combinação contígua dessas. Por exemplo, *Tuberculodinium vancampoae*, *Operculodinium israelianum*, *Spiniferites ramosus*, *Spiniferites membranaceus*, *Spiniferites bulloideus*, *Spiniferites bentorii* e *Lingulodinium machaerophorum* alcançaram suas respectivas abundâncias máximas em estuários ou zonas de plataformas internas e mais estreitas. O *Operculodinium centrocarpum* teve sua máxima abundância em zonas de sedimentação de plataformas estreitas e talude superior. A espécie *Nematosphaeropsis labyrinthus* teve seu respectivo cume em zona de talude continental e elevação continental (WALL *et al.*, 1977).

#### **4.5.5 Densidade número de cistos/g**

Sobre densidade de espécimem, Wall *et al.* (1977) estabeleceram para suas amostras, em termos de direção inshore-offshore, a concentração de cistos por grama em estuários de  $1,06 \times 10^3$  cistos/g em estuários;  $1,82 \times 10^3$  cistos/g no nerítico interno;  $5,27 \times 10^3$  cistos/g no talude superior, podendo chegar a  $10^4$  cistos/g; 100 cistos/g no nerítico mais interno, não ultrapassando a profundidade de 70m e 100 cistos/g até 200m de profundidade. As densidades dos cistos alcançaram os seus cumes entre 403m e 2.500m e, então, começaram o declínio em direção ao mar, que indica que estas tendências para valores mais altos longe de extremidades da plataforma não continuam ininterruptamente dentro de domínios de meio oceânico.

#### **4.5.6 Limite hidrodinâmico**

O padrão global de distribuição de cistos em sedimentos de fundo pode representar uma quantidade contínua vegetativa com duas tendências predominantes, que são detectáveis porque espécies substituem uma à outra como membro dominante da assembléia local; ou pode alcançar seus picos em abundância individual, embaixo de seu ambiente opcional na superfície de água. Locais onde mudanças importantes acontecem em composições de assembléias em sedimentos de fundo são, coincidentemente, bem próximos com limites hidrodinâmicos no que diz respeito ao padrão de circulação da massa d'água superficial, geralmente, marcado por descontinuidade de temperatura-salinidade (DALE, 1996; DALE, 2001a; HEAD, 1996; MUDIE & HARLAND, 1996; TYSON, 1995; WALL *et al.*, 1977;).

Assim, estes limites são de importância principal à biogeografia de dinocistos e o efeito

neles é a definição da composição da assembléia. A classificação ecológica é, em grande parte, com base em observações de distribuição de dinocistos nos principais limites hidrodinâmicos. Entre limites hidrodinâmicos que são pertinentes aos estudados, dois são excelentes. O primeiro é o limite entre as águas do subsistema estuarino com as da plataforma interna; e o segundo é o limite entre as águas do subsistema plataforma com as águas oceânicas. Eles podem ser referidos com limites estuarinos-neríticos e limites neríticos-oceânicos (WALL *et al.*, 1977).

#### 4.5.7 Limite estuarino-nerítico

As barreiras físicas hidrográficas podem limitar a mistura e troca entre “run-off” terrestre e as águas plataformais, dessa forma, maximizando o impacto ecológico da drenagem de terra em águas rasas do ecossistema marinho. Isto tem o efeito (indiretamente) de criar ambientes especiais, nos quais, alguns táxons com base em cisto atingiram suas abundâncias relativas máximas; estes ambientes incluem lagunas/ilhas de barreira (sistema parálico) (WALL *et al.*, 1977). Dinocistos que foram abundantes incluíram *Spiniferites bulloideus* em Pamlico Sound e região inshore de South Atlantic Bight; *S. membranaceus*, *Lingulodinium machaerophorum* no Golfo de Paria e pequenas baías de Porto Rico; *Operculodinium israelianum* em baías pequenas e ao redor de Porto Rico, as Bahamas e Bermudas (WALL *et al.*, 1977).

#### 4.5.8 Fluxo das lagunas rumo à plataforma interna

As plumagens de águas estuarinas que fluem para fora das lagunas como as descritas por Pease (1969), ao longo da costa de New Jersey, provavelmente, levam com elas sedimentos e material em suspensão que incluem cistos de dinoflagelados. Isto, provavelmente, resulta em frequências crescentes de tipos de dinocistos estuários, como os de zona nerítica interna. Exemplos disso incluíam *Spiniferites bulloideus* em sedimentos de nearshore ao longo da costa de New Jersey e *Tuberculodinium vancampoe* em sedimentos de nearshore ao longo de Ivory Coast, perto de Abidjan, que também é flanqueado por várias lagunas construídas por grandes barras (WALL *et al.*, 1977).

Águas neríticas que entram em estuários, como em muitos estuários ao longo da costa nordeste dos E.U.A. e fjords, na Escandinávia, contêm proporções significantes de águas de plataforma, de mistura vertical ou sistemas estratificados. Seu plâncton inclui assim uma mistura de organismos estuarinos e de neríticos, isto parece ser verdadeiro nas assembléias de

seus dinocistos. Representação relativamente forte de *Operculodinium centrocarpum* em tais ambientes pode ser relacionada a esta influência. Além disso, em sistemas neríticos externos ou com influência nerítica-oceânica, é somada pela presença secundária de *Nematosphaeropsis labyrinthus*.

#### 4.5.9 Ressurgência de plataforma

Wall *et al.* (1977) mostram que a ressurgência costeira de plataforma representa uma condição especial, onde as águas da plataforma são mais frias, mais salinas e mais ricas em nutrientes ou de um ambiente estuarino de uma fonte próxima ao fundo. Os mesmos autores comentam que a ressurgência pode ocorrer em extensões plataformais “neutras”, que estão quase completamente livres de estuários (por ex., muitas áreas da África do Sul ocidental e Peru) ou na proximidade de bocas de rios (por ex., algumas áreas no Golfo de Maine). Em cada situação, o efeito em assembléia de dinocistos foi um enriquecimento em cistos peridinióides, “espécies agrupadas de peridinium”. Esta influência profunda foi vista principalmente na região peruana perto de Pisco, onde os dinocistos peridinióides, em paralelo com a extensão da água de ressurgência, foram encontrados em abundância relativa elevada na plataforma interna.

#### 4.5.10 Limite nerítico-oceânico

A zona *inshore*, geralmente, limita a penetração de águas oceânicas quentes a baixas e médias latitudes e, também, limita a distribuição do plâncton em direção à terra em, biozona climática tropical e subtropical. Por exemplo, Wall *et al.* (1977) comentam que, na região do Middle Atlantic Bight, as águas do talude, em direção à terra, têm um componente oceânico representando o limite *inshore* para a ocorrência de plâncton oceânico do fluxo de biomas do Mar do Golfo de Stream e Mar de Sargasso (GRICE & HART, 1962). Na extensão em direção à terra para a distribuição de dinocistos do gênero *Impagidinium* nesta região, em sedimentos de fundo, pode ser relacionado a este limite de água oceânica em direção à terra, o limite nerítico-oceânico. As assembléias de espécies repousam debaixo das junções das águas de plataforma/talude. A pequena quantidade de informação que está disponível em ocorrência relativa do gênero *Impagidinium* em amostras de plâncton indica que ocorre em águas de talude do Middle Atlantic Bight e, para registro, não foi encontrado em águas

neríticas. Isto indica que o dinocisto do gênero *Impagidinium* tem derivação oceânica que limita sua distribuição em direção ao continente. Essa distribuição é determinada por um ponto da extensão das águas oceânicas penetrando em direção mais interna da plataforma (WALL *et al.*, 1977).

Porém, Wall *et al.* (1977) reconhecem que o mecanismo preciso pelo qual os cistos do gênero *Impagidinium* se estabilizam nos sedimentos pode ser um processo complexo que envolve ambos os ajustes verticais do plâncton e a sua redistribuição adicional ao longo da extremidade da plataforma. Um exemplo curioso, visto que um organismo de origem planctônica deveria ter uma distribuição em sedimentos de fundo que repouse quase que paralelamente às isóbatas. Na região de Middle Atlantic Bight, o limite para as ocorrências do gênero *Impagidinium* está próximo do limite conhecido de um fluxo para dentro de águas salinas a, aproximadamente, 100m de profundidade. Esta é a profundidade aproximada de uma haloclina semipermanente. Isso representa um estrato de água mais interno, onde podem ser concentrados movimentos de ondas internas e, assim, podem ser responsáveis pelo movimento de ressuspensão em direção a plataforma mais interna (shore, área mais interna da plataforma) de materiais que cruzam a topografia local. Este tipo de situação não é único ao Middle Atlantic Bight: são conhecidas circunstâncias semelhantes para desenvolver, por exemplo, na costa do Pacífico da América do Norte.

#### **4.5.11 Mistura de águas neríticas-oceânicas próximas à massa d'água de superfície**

A mistura turbulenta horizontal e vertical de águas neríticas (da plataforma) frias e águas oceânicas quentes, especialmente a médias latitudes, cria águas de composição intermediária entre as duas, água de superfície para água profunda por volta de 100m ou mais, próxima à transição plataforma interna/plataforma mediana. Ela cria um ambiente transitivo ou zona de transição entre tons de duas comunidades ecológicas adjacentes (=ecotono) (PIANKA, 1974). Grice & Hart (1962) estudaram comunidades de plânctons correspondentes a uma combinação de elementos neríticos e oceânicos. Por exemplo, como notado na zona de águas de talude do Middle Atlantic Bight, o epizooplâncton é uma mistura de espécies de Labrador Coastal Water e do Gulf Stream – Sargasso Sea Water. Esta combinação pode ser vista (dividida) dentro de zona de talude superior, através de assembléias de dinocistos embaixo desta superfície de água (ecotone), com zona de transição entre dois tons de comunidades ecológicas adjacentes como em áreas da África do Sul e Argentina. As assembléias de dinocistos contêm espécies que são abundantes em sedimentos de plataforma adjacentes,



como *Operculodinium centrocarpum* e espécies como as do gênero *Impagidinium* representam o elemento oceânico. Além disso, a espécie como *Nematosphaeropsis labyrinthus* atingem suas abundâncias de cume nessas assembléias de zona de talude superior. O transicional aparentemente representa seu ótimo ambiente ecotono da água de superfície.

Hart & Currie (1960) registraram um padrão de distribuição para suas espécies de *Gonyaulax* que foi centrado no ambiente transitivo (nerítico exterior/oceânico), zona fora da África do Sul ocidental. Os autores comentam que este tipo de distribuição de plâncton pode ser postulada para espécies com base em dinocistos, como *Nematosphaeropsis labyrinthus* e *Tectatodinium pellitum*. Reid (1974) sugere que *Nematosphaeropsis labyrinthus* foi encontrada em uma área de mistura de águas quentes e frias ao longo da extremidade norte do Gulf Stream, isto parece avançar a confirmação da sua preferência por um tipo de habitat transitivo-ecotono.

Wall *et al.* (1977) atenta para outra mistura, enquanto a maior massa (por definição) de águas neríticas ocorre imediatamente sobre a plataforma continental, pode-se ocorrer dela se estender também em direção ao oceano como uma camada de superfície fina que alcança a zona do talude superior. Este *offsetting* se desenvolve quando a coluna d'água é altamente estratificada, como ao término do verão e debaixo de influência favorável de tensão do vento que sopra em direção *offshore*. Sua importância potencial é, com respeito à composição das assembléias de dinocistos, para enriquecer as assembléias da zona do talude superior (junto com outros mecanismos) no elemento nerítico e, em particular, enriquecê-los em espécimes de *Operculodinium centrocarpum*. Eles identificaram dinocistos abaixo dessas condições hidrográficas de águas neríticas internas, externas ao longo da costa oriental dos E.U.A., em setembro de 1975. Semelhantemente, Grindley & Nel (1970) registraram números altos destes cistos (como cistos de *Gonyaulax grindleyi*) em águas de plataformas entre 32° e 33°S, ao longo da costa ocidental da África do Sul. Esta é uma região cujos ventos fortes, frequentemente, assumam a superfície das águas em direção ao mar como parte do mecanismo de ressurgência e isto pode ser outro exemplo de transporte de cistos na superfície nerítica em direção ao mar, antes de sua eventual deposição em sedimentos de talude.

#### 4.5.12 Erosão submarina

Wall *et al.* (1977) elucidam que espécies dos gêneros *Spiniferites*, *Lingulodinium*, *Tuberculodinium* e *Operculodinium israelianum* foram encontradas em estuários e, menos comumente, em sedimentos de plataforma, em sua área de estudo, às vezes, secundariamente abundantes em algum talude e zonas de elevações. Isso é verdade especialmente para assembléias de talude superior dos Mares Mediterrâneos e Caribe, mas não limitados a eles. Esta ocorrência secundária é interpretada aqui como alóctone e devido ao transporte dos organismos de águas rasas dentro de sedimentos *offshore* ou redeposição de sedimentos estuarinos-neríticos mais antigos que, hoje, são presos ao longo da plataforma continental externa e zonas de talude.

A alta abundância relativa e por grama de *Operculodinium centrocarpum*, encontrado em sedimentos de zonas de talude da Argentina e da África do Sul, são em parte em razão da derivação de espécimes de tais fontes sedimentares e não completamente de plâncton de água de superfície. Estudos sedimentológicos sugerem três fontes para redeposição de cistos de *Operculodinium centrocarpum* dentro do talude superior e em zonas abissais; 1) eles podem derivar de sedimentos de erosão penecontemporâneo de plataformas vizinhas devido a movimentos de tempestade induzidos por correntes de fundo, escorregamento gravitacional e rastejo até o talude inferior (*downslope*); 2) alguns espécimes podem ter derivado por erosão de sedimentos relicticos do Holoceno, ao longo da extremidade exterior da plataforma continental, especialmente durante a elevação pós-glacial do nível do mar e 3) alguns espécimes podem ter sido transportados, ao longo do talude, através de contracorrentes próximas ao fundo, em direção ao equador, juntamente com lamas (SCHLEE, 1973). Emery & Uchupi (1972) sugeriram que silte e lama no talude superior (zona do Middle Atlantic Bight), são derivadas de região de Labrador, por este mecanismo e Wyrтки (1966) e Hart & Currie (1960) descreveram, comparavelmente, como derivadas de contracorrentes nas regiões peruanas e da África do Sul.

#### 4.6 Paleoceanografia

O cenário morfológico e fisiográfico do fundo oceânico atual é resultado da evolução tectônica atuante desde a fragmentação do supercontinente Pangeia e dos agentes modificadores, associados aos processos de erosão e sedimentação nas margens continentais e

bacias oceânicas. Algumas feições morfológicas do fundo oceânico se destacam por suas dimensões e continuidade, estando intimamente ligadas aos processos associados à tectônica de placas, ocorrendo respectivamente nas regiões de afastamento (cordilheiras mesoocênicas) ou de choque (fossas oceânicas), entre duas placas litosféricas (BAPTISTA NETO *et al.*, 2004).

Nos oceanos, a profundidade média é de 3.730m e a profundidade máxima chega a aproximadamente 11.000m na fossa das Marianas. São identificadas três províncias fisiográficas principais do fundo submarino: margens continentais, bacias oceânicas e cordilheiras mesoocênicas (BAPTISTA NETO *et al.*, 2004). Aqui faremos um breve comentário das margens continentais do tipo Atlântico e das bacias oceânica.

Estudos de geologia, micropaleontologia, biologia e oceanografia como os de Caddah *et al.* (1994; 1998); Viana & Faugères (1998); Viana *et al.* (1998a,b); Vicalvi (1997; 1999); Menezes (2002); Oliveira (2003); Sanjinés (2006); Tokutake (2005); são direcionados para as margens continentais que representam a zona de transição entre os continentes e as bacias oceânicas, no entanto, situam-se abaixo do nível do mar.

Segundo Baptista Neto *et al.* (2004) as margens continentais representam 20% do total da área ocupada pelos oceanos e podem ser agrupadas em dois tipos principais, de acordo com sua morfologia e evolução tectônica: as do tipo “Atlântico” e tipo “Pacífico”. Aqui trataremos a do tipo “Atlântico”, onde a área de estudo está inserida.

As margens do tipo Atlântico se caracterizam por sua maior extensão, estabilidade tectônica e acúmulo de espessas camadas sedimentares. Por sua vez, as margens do tipo Pacífico são, como um todo, mais estreitas, tectonicamente instáveis e apresentam atividade atual de vulcanismo e terremotos, em associação com dobramentos e outros processos relacionados à formação dos cinturões de montanhas jovens, como a cadeia dos Andes, na América do Sul. Por estas razões, as margens do tipo Atlântico são também denominadas “passivas” ou “divergentes” e as do tipo Pacífico de margens “ativas” ou “convergentes”. As margens continentais passivas se desenvolvem a partir do rompimento (rifteamento) e separação de um continente, dando origem a um novo oceano e dois blocos continentais. As margens leste da América do Norte e América do Sul, assim como as margens leste e oeste da África, são exemplos típicos de margens passivas em estágio avançado de evolução. As margens tipo Atlântico apresentam três províncias fisiográficas distintas, definidas principalmente por variações do gradiente batimétrico: a plataforma continental, o talude continental e a elevação continental (BAPTISTA NETO *et al.*, 2004).

#### 4.7 Plataforma Continental

A plataforma continental é a extensão submersa dos continentes. Normalmente, apresenta gradientes suaves desde a linha de praia até uma região de aumento substancial do gradiente topográfico, denominado de quebra da plataforma continental, situa-se em profundidades médias de 130 m nos oceanos mundiais. As plataformas são bastante largas principalmente, nas margens passivas, variando de poucos quilômetros a 400 km, sendo a média 78 km. As variações de relevo são relativamente pequenas, da ordem de 20 m em média. Sua topografia atual é resultante do efeito cumulativo da erosão e sedimentações relacionadas a numerosas oscilações de larga escala do nível relativo do mar (BAPTISTA NETO *et al.*, 2004).

Viana *et al.* (1998a) comenta que a fisiografia da Bacia de Campos é caracterizada por uma plataforma continental relativamente plana que passa abruptamente de um declive largo e liso, para uma extremidade escarpada, limitada ao norte e ao sul por cânions submarinos que dissecam o declive. Análises de perfis sísmicos indicam vários episódios de entalhe na plataforma por cânions, geralmente associado ao rebaixamento relativo do nível do mar. A quebra do talude é marcada por ravinas, as quais representam caminhos com areias siliciclásticas que são transportadas da plataforma exterior para o talude superior. Este é geometricamente de plano côncavo passando para uma geometria externa convexa em sua seção mediana, entre 600 e 1200 m.

Ainda de acordo com Viana *et al.* (1998a) as areias siliciclásticas e bioclásticas ocupam a plataforma interna e mediana. As lamas depositadas na plataforma são derivadas da descarga do Rio Paraíba do Sul, quando as correntes marinhas se aproximam com energia próxima de zero a 150 km ao sul da boca do rio, desde o princípio da plataforma interna.

Na porção central-norte da área de estudo de Viana *et al.* (1998a), do meio para a plataforma exterior entre as profundidades de 70-110 m, as areias são melhor selecionadas de média para grossa, essencialmente quartzosa, encoberta por óxido de Fe e formam grandes dunas subaquosas. Outros campos subaquosos menores, que limitam áreas de sedimentos arenosos de granulometria média, são observados na passagem da plataforma para o talude continental, ao sul do cânion de São Tomé, num Platô raso erosivo.

O transporte de sedimento para o talude superior acontece, preferencialmente, por gravidade induzida pelo gradiente térmico, entre as águas mais frias e mais densas da plataforma e as águas mais aquecidas e menos densas do talude (VIANA *et al.*, 1998 a,b). A localização comum da quebra da plataforma está entre 100-150 m de profundidade indicando

um nível mais baixo do mar, durante o último evento glacial do Quaternário, há cerca de 18000 AP. Durante este evento, ocorreu a atuação de fenômenos erosivos ou deposicionais na borda da plataforma, marcando o limite de quebra de gradiente batimétrico (KENNETT, 1982).

#### 4.8 Talude Continental

A quebra da plataforma demarca fisiograficamente, o limite entre a plataforma continental e o talude superior, sendo uma proeminente feição morfológica da margem continental. A partir da zona de quebra da plataforma continental, as profundidades aumentam rapidamente de 130-200 m para 1500-3500 m, região que se denomina talude continental. Esta província fisiográfica aponta gradientes normalmente íngremes. Nas margens passivas, os taludes continentais se estendem até a província fisiográfica denominada elevação continental (DRAKE & BURK, 1974).

Os taludes continentais possuem larguras de pouco mais de 10 km até, aproximadamente, 200 km. Normalmente, é nessa província fisiográfica submarina que ocorre a transição gradativa entre as crostas continental e oceânica. Os taludes são as regiões das margens continentais que apresentam as maiores espessuras sedimentares, podendo ultrapassar 10 km de sedimentos. A sedimentação derivada do continente avança em direção a profundidades cada vez maiores, provocando o deslocamento progressivo da região da quebra da plataforma continental e do talude continental que, em consequência, assumem uma morfologia progradante. Os taludes são os locais de maior instabilidade do fundo, sendo comum a ocorrência de feições associadas a deslizamentos, desmoronamentos dos sedimentos (VIANA *et al.*, 1998 a).

De acordo com Baptista Neto *et al.* (2004), essas instabilidades favorecem a formação de estruturas superficiais que canalizam o transporte de sedimentos derivados da plataforma continental através de correntes de turbidez, dando origem a sistemas de ravinamentos, cânions e canais submarinos. Muitos destes cânions e canais têm também sua origem associada aos eventos eustáticos, que provocaram o rebaixamento do nível dos oceanos, fazendo com que os sistemas de drenagem continentais atingissem a borda da plataforma continental. Em muitos locais, os taludes continentais são interrompidos pela ocorrência de platôs e terraços marginais, os quais apresentam feições fisiográficas mais suaves.

Caddah *et al.* (1998) estudaram o talude médio (550-1200m) da Bacia de Campos e constataram que é caracterizado por uma camada arenosa laminada endurecida e rica em

ferro, com pacotes de silte-lama para lama arenosa laminada e, em alguns locais, separadas por processos de fluxo de massa. A superfície rica em ferro é encrustada em um espesso pacote de 10 cm, incluindo siltes e areias siliciclásticas e biogênicas, as quais geralmente apresentam coloração marron-amarelada, raramente mais avermelhada (oxidadas). Apresentam-se ainda, com laminação planar marcada por intercalações de areia e lama e às vezes, mascaradas por bioturbações do tipo Planolites.

Segundo Vicalvi (1997; 1999), que estudou foraminíferos planctônicos e bentônicos, o testemunho estudado apresenta estruturas sedimentares de bioturbações de icnogêneros, estudos esses, que foram refinados por Sanjinés (2006) e diz que o plexo *Globorotalia menardii*, por sua particular sensibilidade à temperatura, reúne algumas das mais típicas e importantes espécies indicadoras de águas quentes, como *G. menardii*, *G. fimbriata*, *G. túmida* e *G. flexuosa*. De acordo com o estabelecido por Ericson & Wollin (1968), para o Atlântico, os intervalos nos quais este plexo está presente, são considerados como interglaciais, enquanto que a sua ausência denota intervalos glaciais.

Ainda de acordo com Vicalvi (1997; 1999), o limite Pleistoceno/Holoceno e os limites entre zonas e subzonas do Pleistoceno, podem ser obtidos por meio do controle presença/ausência/abundância relativa de foraminíferos planctônicos do plexo *G. menardii*, *G. inflata* e *G. truncatulinoides* e do plexo *Pulleniatina*. Ainda foi possível identificar estruturas sedimentares de bioturbação, sendo tais descobertas de valioso auxílio, junto a informações sobre o modo de vida dos dinoflagelados atuais, segundo estudos por meio de cultura.

#### 4.9 Correntes Marinhas

A dinâmica da circulação oceânica em determinadas regiões pode ser provocada pela associação dos ventos e das alterações nas características hidrográficas e topográficas. A salinidade, a temperatura e a densidade são três propriedades físicas da água muito importantes na Oceanografia, porque, através delas, é possível a identificação das massas de água e previsão do movimento relativo entre elas, ou seja, a circulação oceânica. E os processos como a estratificação da coluna d'água, em diferentes massas d'água com propriedades termodinâmicas particulares (temperatura, salinidade, pH, etc.) e suas características de movimentação, desempenham importante função na sedimentação (VIANA *et al.*, 1998) e no plâncton (NYBAKKEN, 1997).

Devido ao plâncton, a hidrografia da margem sudeste brasileira tem sido intensamente estudada (ITTEKKOT & LACERDA, 1991; BRANDINI *et al.*, 1997; CASTRO & MIRANDA, 1998) melhor conhecimento da distribuição do microplâncton e sua ecologia.

Brandini *et al.* (1997) comentam que o comportamento hidrográfico na Zona Econômica Exclusiva da região central do Brasil, corresponde a um sistema tipicamente oligotrófico, apesar da grande quantidade de material em suspensão e nutrientes exportados para o oceano pela descarga dos rios, e as características hidrográficas são semelhantes às da costa nordeste brasileira, com uma estrutura vertical típica de oceanos tropicais.

As massas d'água oceânicas podem ser divididas, verticalmente, em dois grupos principais: 1) águas superficiais e 2) águas profundas. As águas superficiais são influenciadas principalmente por regimes de ventos anticiclônicos e compreendem duas massas d'água distintas: Águas Tropicais Superficiais (ATS), que contêm a Corrente do Brasil (CB); e Águas Centrais do Atlântico Sul (ACAS), que contêm a Contra Corrente do Brasil (CCB). As águas profundas, definidas assim por estarem abaixo da isóbata de 500 m (termoclina), podem ser divididas em: Águas Intermediárias Antártica (AIA); Águas Profundas Circumpolares (APC); Águas Profundas do Atlântico Norte (APAN) e Águas de Fundo da Antártica (AFA) (VIANA *et al.*, 1998a).

No terraço adjacente ao talude inferior, entre as profundidades de 300 e 450m, a alta resolução por seções sísmicas, mostram truncamento das reflexões no fundo e fina espessura em poucos metros, e cobrem a plataforma com derramamento de areias retrabalhadas pela Corrente do Brasil (CB) e Água Central do Atlântico Sul (ACAS). As águas da ACAS fluem de sul para norte, abaixo da CB, entre as isóbatas de 350 e 400m que também, é conhecida como a corrente contrária a corrente do Brasil, Contracorrente (CCB). O talude médio (aproximadamente entre 550-1200 m) é caracterizado por camadas com intercalações de areia e lama laminada endurecida, rica em ferro e em alguns lugares separada por processos de fluxo de massa (CADDAN *et al.*, 1998).

A massa de águas profundas intermediárias entre as águas superficiais e profundas, a Água Intermediária da Antártica (AIA), com fluxo rico em oxigênio, e a Água Profunda do Atlântico Norte (APAN), mais tranquila e pobre em oxigênio, oxida o fundo oceânico que cria crostas arenosas ricas em ferro (VIANA, 1994).

As primeiras datações radiométricas e análises isotópicas indicam que a crosta no talude médio é de idade holocênica e rica em ferro e a crosta do talude inferior, é do Pleistoceno Superior (VIANA, 1994; VIANA *et al.*, 1994). A crosta rica em ferro, do talude médio para o

inferior, é composta por lama, areia e silte com aspecto hemipelágico (CADDAM *et al.*, 1994; 1998).

Segundo Marone *et al.* (2010) a Corrente do Brasil (CB) representa o limite ocidental atual do Giro do Atlântico Sul. Deriva da Corrente Equatorial Sul (CES) do nordeste do Brasil, meandrando para o sul sobre 3000 km até a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

A maioria dos estudos sobre a CB refere-se à dinâmica de seu transporte ao longo da plataforma norte-sul e processos de massa de água que se misturam. Mais recentemente, as pesquisas nessa área têm focado a descrição da dinâmica de giro em mesoescala de sua formação e o caminho dos processos de ressurgência, ao longo da quebra da plataforma e da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Porém, o transporte de material do continente para o oceano ainda é pouco conhecido, devido à falta de informações sobre a plataforma, a variabilidade na largura, a produção primária e o reservatório de carbono, como também, a acumulação da taxa de carbono ao longo da região da plataforma (LIU *et al.*, 2010).

Liu *et al.* (2010) dividem o sistema da Corrente do Brasil em dois domínios principais, a Plataforma do Brasil Leste (PBL) e a Plataforma do Brasil Sudeste-Sul (PBSSE), que abriga os setores norte, central, e sul (PBL-N; PBL-C; PBL-S, respectivamente) e os setores do sudeste e sul (PB-SE e PB-S, respectivamente).

A Plataforma do Brasil Leste (PBL) é governada por *runoff* mais continental de rios de pequenos a médios portes e suas águas são oligotróficas. Esta plataforma é dominada por sedimentos carbonáticos, devido ao transporte *nearshore* da Água Tropical Superficial (ATS), que contém a Corrente do Brasil (CB). Porém, a PBL-S está sujeita a ressurgência (*upwelling*) costeira sazonal e formações de redemoinho, que são dirigidos para *offshore*, transportando material para o talude. Em contraste, a CB meandrante, que vaga perto da região *offshore*, ao longo da margem da PB-S-SE e da quebra da plataforma junto com ressurgência e redemoinhos, sustenta uma produtividade primária mais alta que a corrente da Plataforma do Brasil Leste (PBL) (LIU *et al.*, 2010).

De acordo com Viana *et al.* (1998a), estudando a hidrografia da Bacia de Campos, a margem interna da Corrente do Brasil coincide grosseiramente com a quebra da plataforma, ou com o talude superior. A Corrente do Brasil desce paralela à costa, transportando a Água Tropical (AT) na camada superficial de elevadas temperaturas (22-24°C no inverno, 25-27°C no verão) e salinidade (36,5-37,0 ‰), ao longo da quebra da plataforma continental. Em sentido contrário, à Corrente do Brasil, corre a Contra Corrente do Brasil (CCB), que flui



abaixo das isóbatas de 350 e 400 m de sul para norte e constitui uma massa d'água conhecida como Águas Centrais do Atlântico Sul (ACAS). Castro & Miranda (1998) mencionam que abaixo da Água Tropical (AT), a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), coincide com a termoclina permanente.

Tenenbaum *et al.* (2006) comentam que barreiras físicas representam um limite ao fluxo de correntes, gerando assim, perturbações na estrutura vertical da coluna d'água, com formação de vórtices e ressurgências, permitindo que águas profundas e frias da ACAS aflorem, afetando a estrutura hidrológica, tipicamente estável e provocando um enriquecimento das águas mais superficiais, que favorecem o aumento da produção pelágica.

Além do deslocamento horizontal das águas, outro importante movimento que ocorre, é o movimento vertical. Esse movimento foi detectado na Península Ibérica. O efeito do vento anticiclônico, de sentido anti-horário no mar aberto, gera um movimento convergente da água superficial, provocando o fenômeno conhecido como *downwelling*, que é a tendência de descida das águas. Em contrapartida, o atrito na superfície do oceano, causado pelo vento ciclônico, com sentido horário, gera um movimento divergente das águas superficiais, provocando o movimento conhecido como ressurgência ou *upwelling*, que é a tendência de subida das águas (CRESPO *et al.*, 2006).

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 Material de estudo

Com o intuito de estudar o assoalho marinho, a Petrobras realizou no ano de 2003, na Bacia de Campos, uma expedição para coleta de oito testemunhos a pistão, por meio de um Jumbo Piston core de 21 m de comprimento e cabeça de quatro toneladas. Os testemunhos, encapsulados num tubo liner de PVC de 102 mm de diâmetro interno, foram cortados em seções de 90 cm. As seções foram abertas longitudinalmente e descritas de acordo com a cor do sedimento, granulometria e estruturas primárias (KOWSMANN & VICALVI, 2003).

Para este trabalho foram realizadas as análises de palinofácies, palinologia e identificação de espécies de dinocistos, com o objetivo principal de estudar os sedimentos de um testemunho de idade quaternária da Bacia de Campos, caracterizando o paleoambiente deste sistema deposicional. Para tanto, foram preparadas 85 lâminas para análise de palinofácies; 85 lâminas para palinologia e 85 lâminas para contagem de dinocistos, perfazendo um total de 255 lâminas.

As amostras foram processadas no Laboratório de Preparação de Microfósseis e analisadas microscopicamente no Laboratório de Palinofácies & Fácies Orgânica (LAFO), Departamento de Geologia, IGEO/CCMN, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

As lâminas organopalinológicas e palinológicas estão armazenadas no Laboratório de Palinofácies & Fácies Orgânica (LAFO), Departamento de Geologia, IGEO/CCMN, Universidade Federal do Rio de Janeiro, sob registro LAFO.

O furo geológico está localizado na porção norte do talude continental da Bacia de Campos, em profundidade de 1287m de lâmina d'água. Tal localização corresponde à parte sul do estado do Espírito Santo, aproximadamente, 75 km da linha da costa. O fundo do mar, na região estudada, tem relevo entrecortado por canais e apresenta declive suave (0-3°) (MACHADO *et al*, 2004) (Figura 18). É inteiramente recoberto por uma capa de sedimentos (drape) conformante com a geomorfologia. Dois canais sinuosos, expressos em superfície, e vários outros soterrados cortam a área gerando feições de paleodrenagem (KOWSMANN & VICALVI, 2003). O testemunho GL-77 se encontra fora de canal.

No presente estudo foi analisado o testemunho GL-77, onde o intervalo estudado apresenta uma espessura de 1815 cm, sob lâmina d'água de 1287m (coordenadas 7.654.702 N / 391.369 E), tem um intervalo médio de amostragem entre 10 a 30 cm na maior parte do testemunho, sendo que, o intervalo entre as profundidades de 1400 a 1500 cm foram amostradas de 10 em 10 cm para caracterizar uma seção provavelmente condensada. Um total

de 85 amostras foi coletado, preferencialmente, em intervalos de 30 cm ou de acordo com as variações litológicas (Figura 19), cuja descrição encontra-se na tabela 1.

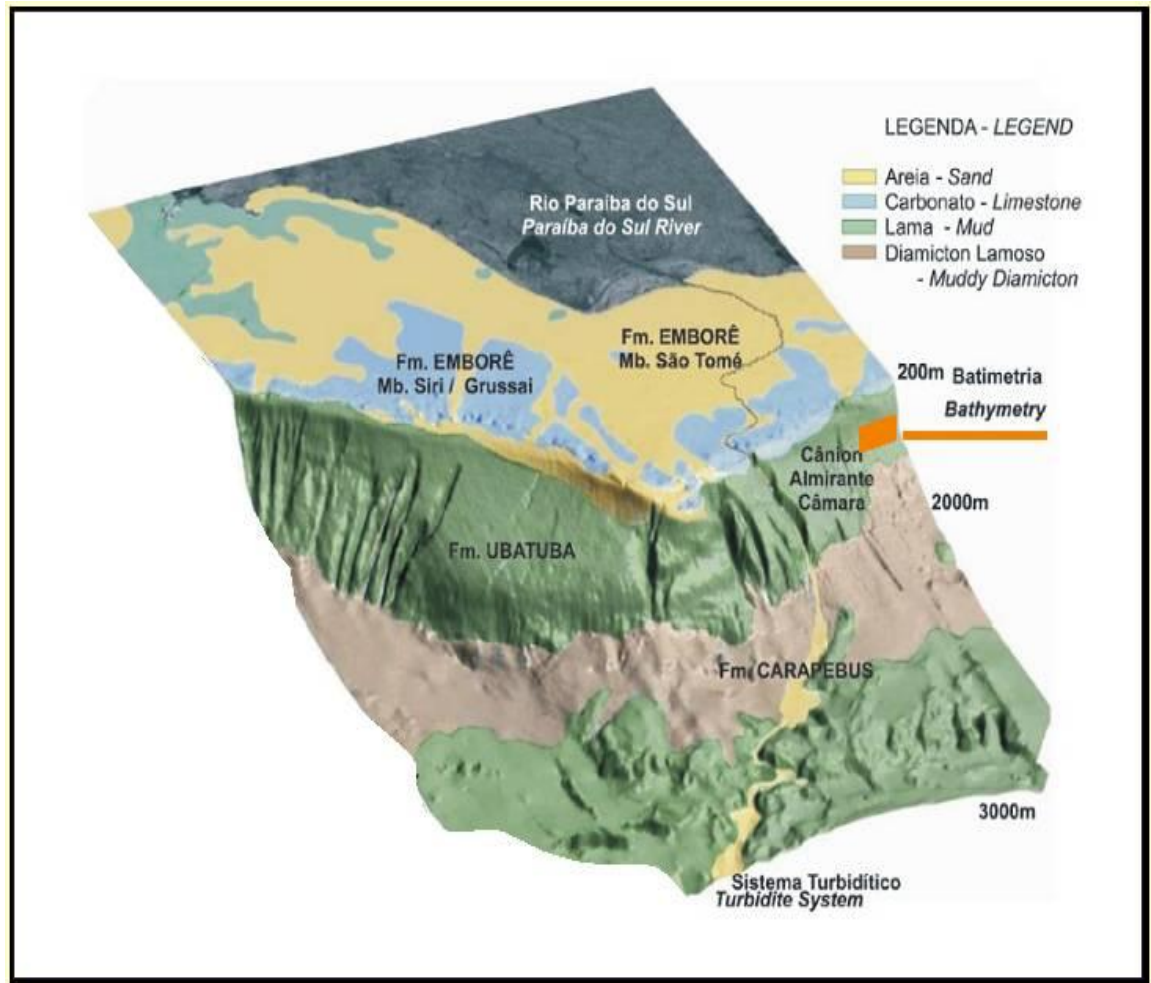


Figura 18 Localização da área (Adaptado de Machado et al., 2004).

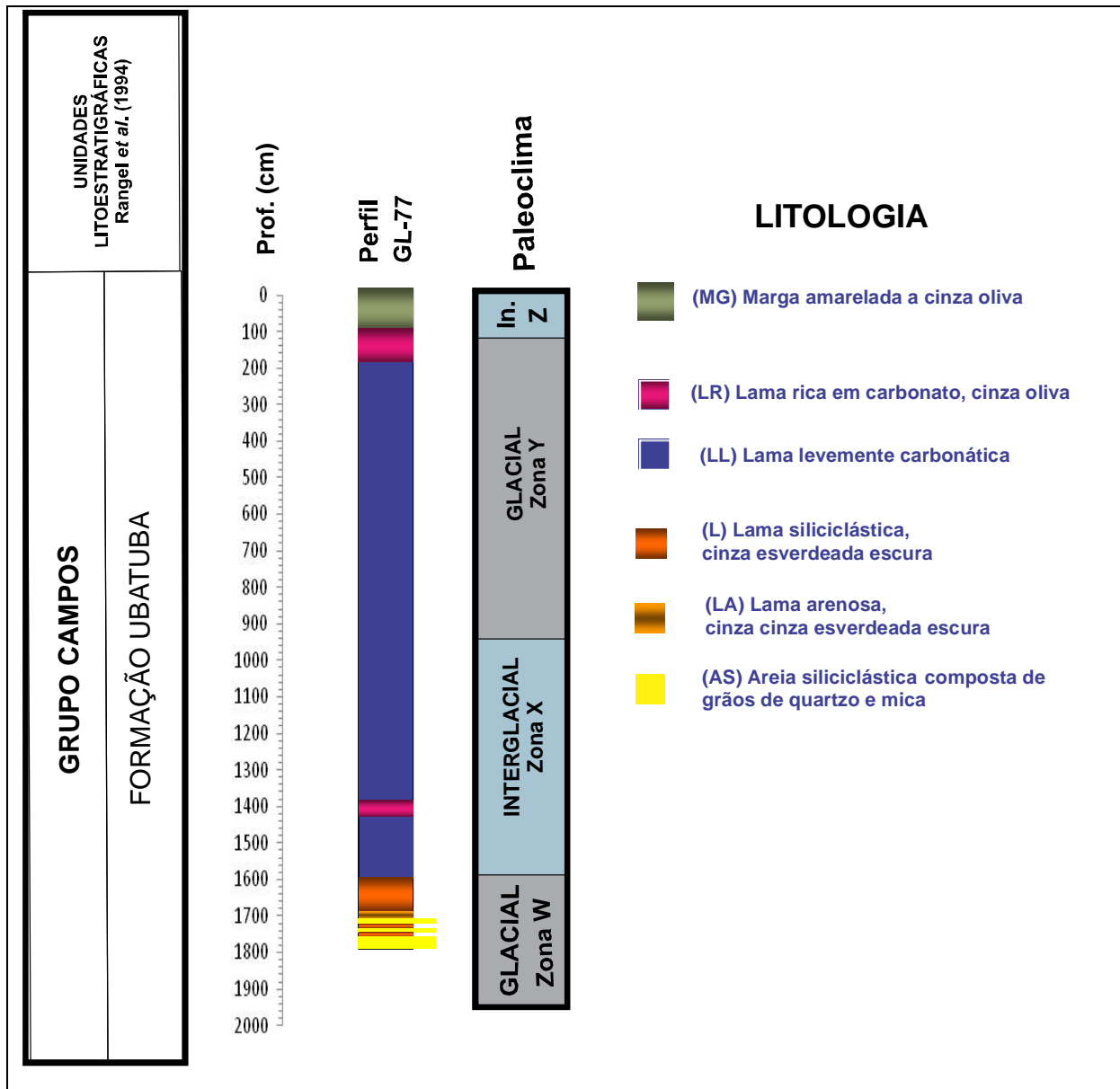


Figura 19. Descrição litológica do Testemunho GL77, a partir da descrição fornecida pela Unidade de Serviços submarinos/Geologia Marinha (US-SUB/GM) – PETROBRAS, segundo Sanjinés (2006) (cores arbitrárias).

Tabela 1. Tabela de descrição litológica do testemunho GL 77.

Amostra	Prof. (cm)	Litologia
1	2	MG bastante biotrubada, com níveis oxidados ( <i>Planolites</i> , <i>Chondrites</i> , <i>Thalassinóides</i> e <i>Zoophycos</i> )
2	8	MG bastante biotrubada, com níveis oxidados ( <i>Planolites</i> , <i>Chondrites</i> , <i>Thalassinóides</i> e <i>Zoophycos</i> )
3	15	MG bastante biotrubada, com níveis oxidados ( <i>Planolites</i> , <i>Chondrites</i> , <i>Thalassinóides</i> e <i>Zoophycos</i> )
4	18	MG bastante biotrubada, com níveis oxidados ( <i>Planolites</i> , <i>Chondrites</i> , <i>Thalassinóides</i> e <i>Zoophycos</i> )
5	36	MG bastante biotrubada, com níveis oxidados ( <i>Planolites</i> , <i>Chondrites</i> , <i>Thalassinóides</i> e <i>Zoophycos</i> )
6	40	MG bastante biotrubada, com níveis oxidados ( <i>Planolites</i> , <i>Chondrites</i> , <i>Thalassinóides</i> e <i>Zoophycos</i> )
7	45	MG bastante biotrubada, com níveis oxidados ( <i>Planolites</i> , <i>Chondrites</i> , <i>Thalassinóides</i> e <i>Zoophycos</i> )
8	63	MG bastante biotrubada, com níveis oxidados ( <i>Planolites</i> , <i>Chondrites</i> , <i>Thalassinóides</i> e <i>Zoophycos</i> )
9	70	MG bastante biotrubada, com níveis oxidados ( <i>Planolites</i> , <i>Chondrites</i> , <i>Thalassinóides</i> e <i>Zoophycos</i> )
10	80	MG bastante biotrubada, com níveis oxidados ( <i>Planolites</i> , <i>Chondrites</i> , <i>Thalassinóides</i> e <i>Zoophycos</i> )
11	95	MG bastante biotrubada, com níveis oxidados ( <i>Planolites</i> , <i>Chondrites</i> , <i>Thalassinóides</i> e <i>Zoophycos</i> )
12	108	MG bastante biotrubada, com níveis oxidados ( <i>Planolites</i> , <i>Chondrites</i> , <i>Thalassinóides</i> e <i>Zoophycos</i> )
13	122	MG bastante biotrubada, com níveis oxidados ( <i>Planolites</i> , <i>Chondrites</i> , <i>Thalassinóides</i> e <i>Zoophycos</i> )
14	137	LR bioturbada, com níveis oxidados ( <i>Planolites</i> , <i>Chondrites</i> )
15	148	LR bioturbada, com níveis oxidados ( <i>Planolites</i> , <i>Chondrites</i> )
16	180	LR bioturbada, com níveis oxidados ( <i>Planolites</i> , <i>Chondrites</i> )
17	220	LR bioturbada, com níveis oxidados ( <i>Planolites</i> , <i>Chondrites</i> )
18	230	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
19	260	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
20	275	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
21	280	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
22	310	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
23	340	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
24	370	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
25	400	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
26	430	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
27	460	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
28	490	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
29	520	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
30	550	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
31	580	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
32	610	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
33	640	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
34	670	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
35	700	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
36	730	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
37	755	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
38	795	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
39	835	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
40	865	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
41	895	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
42	925	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
43	955	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
44	985	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
45	1015	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
46	1045	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
47	1075	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
48	1105	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
49	1135	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
50	1165	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
51	1195	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
52	1225	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
53	1255	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
54	1285	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
55	1315	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
56	1345	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
57	1375	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
58	1405	LR bioturbada, com níveis oxidados ( <i>Planolites</i> , <i>Chondrites</i> )
59	1415	LR bioturbada, com níveis oxidados ( <i>Planolites</i> , <i>Chondrites</i> )
60	1425	LR bioturbada, com níveis oxidados ( <i>Planolites</i> , <i>Chondrites</i> )

Amostra	Prof. (cm)	Litologia
61	1435	LR bioturbada, com níveis oxidados ( <i>Planolites</i> , <i>Chondrites</i> )
62	1445	LR bioturbada, com níveis oxidados ( <i>Planolites</i> , <i>Chondrites</i> )
63	1455	LR bioturbada, com níveis oxidados ( <i>Planolites</i> , <i>Chondrites</i> )
64	1465	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
65	1475	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
66	1485	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
67	1505	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
68	1535	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
69	1565	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
70	1595	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
71	1625	LL bioturbadas ( <i>Chondrites</i> , <i>Zoophycos</i> e <i>Planolites</i> )
72	1655	L bioturbada, micácea, com níveis centimétricos ricos em matéria orgânica, e com tubos de pirita
73	1685	L bioturbada, micácea, com níveis centimétricos ricos em matéria orgânica, e com tubos de pirita
74	1715	L bioturbada, micácea, com níveis centimétricos ricos em matéria orgânica, e com tubos de pirita
75	1725	L bioturbada, micácea, com níveis centimétricos ricos em matéria orgânica, e com tubos de pirita
76	1740	AS composta de grãos de quartzo e mica, fino a médio; base abrupta e topo bioturbado.
77	1743	L bioturbada, micácea, com níveis centimétricos ricos em matéria orgânica, e com tubos de pirita
78	1754	L bioturbada, micácea, com níveis centimétricos ricos em matéria orgânica, e com tubos de pirita
79	1761	L bioturbada, micácea, com níveis centimétricos ricos em matéria orgânica, e com tubos de pirita
80	1767	AS composta de grãos de quartzo e mica, fino a médio; base abrupta e topo bioturbado.
81	1770	LA bioturbada, micácea, com níveis centimétricos ricos em matéria orgânica, e com tubos de pirita
82	1783	LA bioturbada, micácea, com níveis centimétricos ricos em matéria orgânica, e com tubos de pirita
83	1787	LA bioturbada, micácea, com níveis centimétricos ricos em matéria orgânica, e com tubos de pirita
84	1797	AS composta de grãos de quartzo e mica, fino a médio; base abrupta e topo bioturbado.
85	1811	AS composta de grãos de quartzo e mica, fino a médio; base abrupta e topo bioturbado.

MG: Marga amarela cinza a oliva; LR: lama rica em carbonato; LL: lama levemente carbonática, ciza esverdeada escura; L: Lama siliciclástica, cinza esverdeada; LA: lama arenosa, cinza esverdeada escura; AS: areia siliciclástica composta de grãos de quartzo.

### Dados climáticos (Fase Glacial e Interglacial) do Testemunho GL77

Sanjinés (2006) trabalhou com o Testemunho GL-77 do Talude Continental da Bacia de Campos, fazendo um refinamento biocronoestratigráfico com base em foraminíferos, inserindo na extensão estratigráfica deste testemunho, duas Zonas Climáticas Glaciais (Zonas W e Y); duas Zonas Climáticas Interglaciais (Zonas X e Z) e também, posicionou as Subzonas W2, W1, X3, X2, X1, Y5, Y4, Y3, Y2 e Y1, além da indivisível Zona Z (Figura 20).

A Zona W vai da base do testemunho (1815 cm) até o contato litológico entre lamas de teores carbonáticos diferentes, na amostra de 1460 cm de profundidade.

A Subzona X3 (interglacial) vai da profundidade de 1240 cm a 1460 cm.

O limite entre X3/X2 está posicionado em 1240 cm. A Subzona X2 vai da profundidade de 880 cm a 1240 cm e o limite X2/X1, está na profundidade de 880 cm.

O topo da Subzona X1 corresponde a 84 mil anos AP. A Subzona X1 abrange o intervalo de 775 – 880 cm. O topo da Zona X é marcado a 775 cm e, é datado, em aproximadamente 84 mil anos A.P.

A Zona Y foi subdividida em cinco subzonas. A Subzona Y5 vai da profundidade de 715 cm a 775 cm. O limite Y4/Y5 está posicionado na profundidade de 715 cm. A Subzona Y4 abrange as profundidades de 505 a 715 cm e seu limite com o topo (Y3/Y4), é estabelecido a 505 cm. A Subzona Y3 está inserida no intervalo de 445 cm a 505 cm. A Subzona Y2 está posicionada na profundidade entre 277,5 cm a 445 cm e o limite entre Y1/Y2, a 277,5 cm de profundidade, foi datado com 42/45 mil anos A.P. A Subzona Y1 está entre as profundidades de 54 cm a 277,5 cm. O topo dessa Zona Y está posicionado a 54 cm.

A última zona, Zona Z está posicionada entre as profundidades 0 a 54 cm.

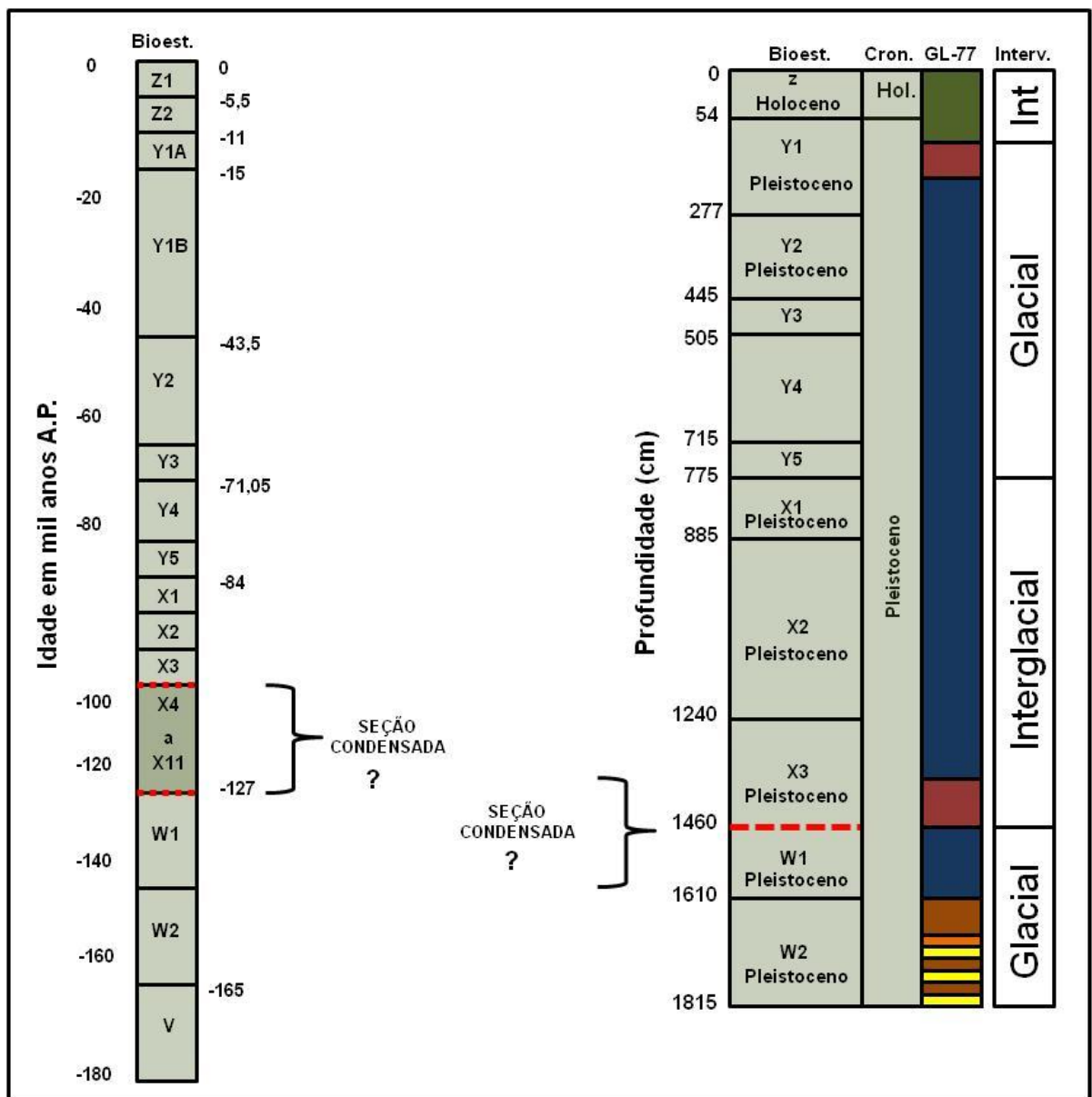


Figura 20. Carta bioestratigráfica elaborada a partir Zonas encontradas para o testemunho analisado (Sanjinés, 2006).

De acordo com Kowsmann & Vicalvi (2003) e Sanjinés (2006), a composição do Testemunho GL-77 é de areia siliciclástica de grãos de quartzo e mica, finos a médio; base abrupta e topo bioturbado (AS). Lama arenosa, cinza esverdeada escura, micácea e bioturbada (LA). Lama siliciclástica, cinza esverdeada escura (5GY3/1), bioturbada, micácea, com níveis centimétricos ricos em matéria orgânica e com tubos de pirita (L). Lama levemente carbonática, cinza esverdeada escura (5GY4/1) com partes mais claras (5GY5/1, 5GY6/1), bastante bioturbada (LL). Lama rica em carbonato, cinza oliva, bioturbada (*Planolites*, *Condrites*), com níveis oxidados (LR). Marga amarelada a cinza oliva, bastante bioturbada (*Planolites*, *Chondrites*, *Thalassinóides* e *Zoophicos*), com níveis de óxido de ferro (MG).

A ocorrência de foraminíferos bentônicos e planctônicos que indicam águas frias como *Globorotalia truncatulinoides* e *G. inflata* e o plexo *G. menardii*, por sua particular sensibilidade à temperatura, reúne algumas das mais típicas e importantes espécies indicadoras de águas quentes como: *G. menardii*, *G. fimbriata*, *G. tumida* e *G. flexuosa*. A ausência de espécies de águas quentes pode indicar o contrário, águas frias. O limite Pleistoceno/Holoceno e, os limites entre zonas e subzonas do Pleistoceno, podem ser obtidos por meio do controle presença/ausência/abundância relativa de foraminíferos planctônicos do plexo *G. menardii*, de *G. inflata*, de *G. truncatulinoides* e do plexo *Pulleniatina* (SANJINÉS, 2006).

Tokutake (2005) trabalhou na Bacia de Campos, num testemunho próximo ao Testemunho GL-77, com bioestratigrafia baseada em nanofósseis calcários e estratigrafia de isótopos de oxigênio ( $\delta^{18}\text{O}$ ) e carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ). Correlacionando os isótopos de oxigênio às idades correspondentes às épocas glaciais e interglaciais. As variações do isótopo de carbono guardam grande correlação com as variações de suprimento de nutrientes, (fases intermitentes de baixos valores da variação isotópica de carbono são comumente associadas a condições oceanográficas normais, ou seja, oligotróficas) (Figura 21).

Os dados das variações climáticas, de acordo com as biozonas dos foraminíferos, juntamente com as variações isotópicas de oxigênio, de carbono e os dados de testemunhos estudados na mesma área, Bacia de Campos, que se referem à temperatura superficial da água (fases frias e fases quentes); variação do nível relativo do mar ( $\delta^{18}\text{O}$ ) e disponibilidade de nutrientes ( $\delta^{13}\text{C}$ ) foi bastante útil para auxiliar na análise climática da superfície da água e de preferências climáticas do fitoplâncton e zooplâncton.



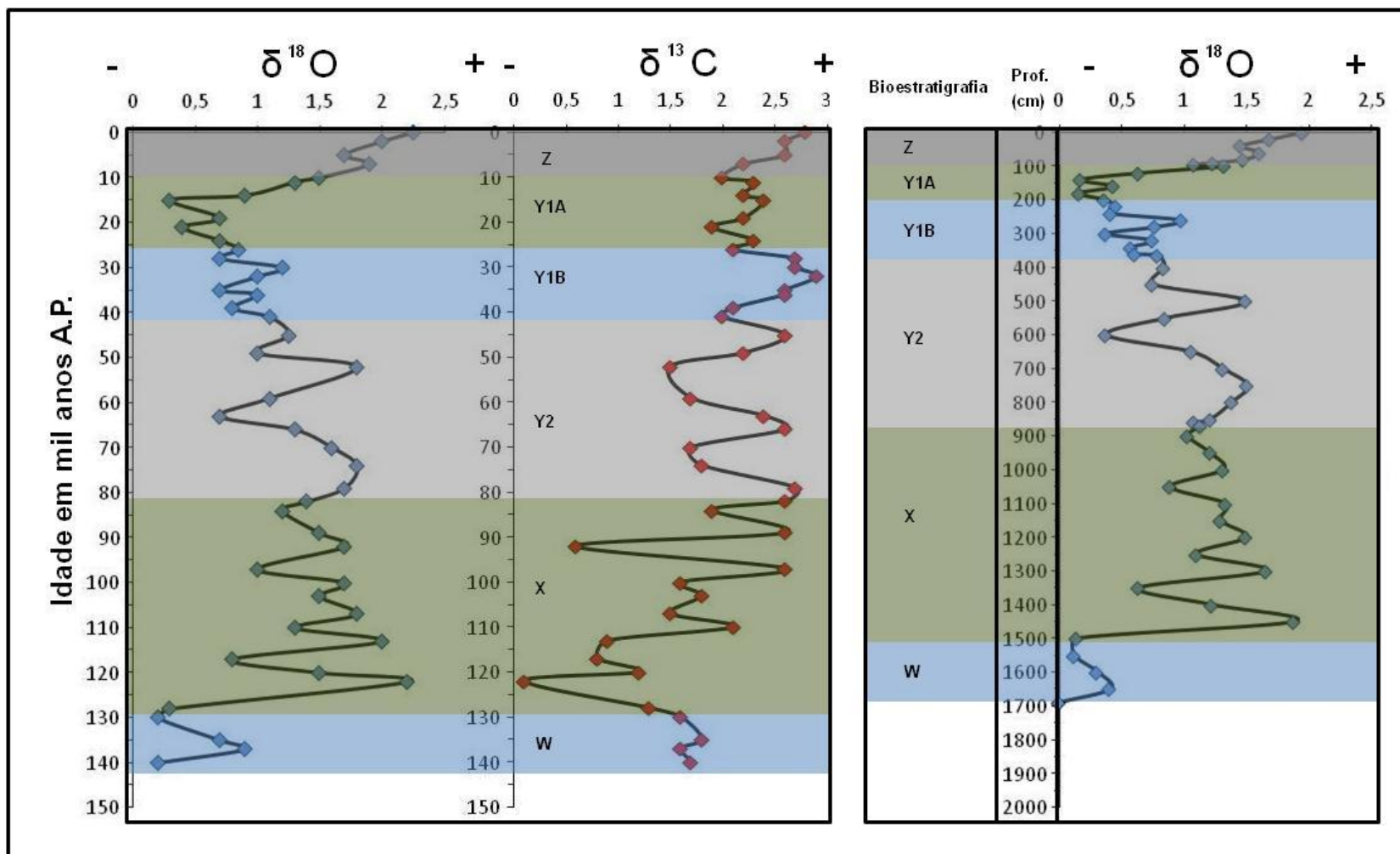


Figura 21. Gráfico da variação do Isótopo de Oxigênio (A); variação do Isótopo de Carbono (B), em idade de mil anos A.P. e da variação do Isótopo de Oxigênio em profundidade (modificado de Tokutake, 2005; Sanjinés, 2006).

## 5.2 Material utilizado

- reagentes químicos: ácido clorídrico (HCl 37%); ácido fluorídrico (HF 40%); cloreto de zinco;
- aparelho de ultrassom, detergente Extran;
- bastões de vidro; béqueres de vidro de 100ml, 250ml, 500ml, 1000ml; pipetas de vidro descartáveis; vidro para armazenamento de resíduo de 10ml; vidro de relógio;
- lâminas e lamínulas; Entelan;
- sacos plásticos para armazenamento das amostras;
- tubos de ensaio;
- peneiras cilíndricas de tubos de PVC; malha de poliéster de 5 $\mu$ m e 10 $\mu$ m;
- bastões de polipropileno; béqueres de polipropileno de 100ml, 250ml, 500ml e 1000ml; garrafas plásticas de 300ml.

Para a preparação das amostras para análise de palinofácies foram aplicados os métodos não oxidativos descritos por Tyson (1995); Mendonça Filho (1999); Carvalho (2001); Menezes (2002) e Mendonça Filho *et al.* (2010; 2011) para recuperação de matéria orgânica. Este método vem sendo melhorado pela equipe do Laboratório de Palinofácies & Fácies Orgânica (LAFO), do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, desde o ano de 2004 (OLIVEIRA *et al.*, 2004; 2006; Mendonça Filho 2010, 2011). Os métodos desenvolvidos têm como objetivo, uma melhor recuperação da matéria orgânica particulada encontrada nas rochas ou sedimentos de idade Paleozoica, Mesozoica e Cenozoica.

Optou-se também pelo método palinológico por peneiramento desenvolvido por Brenner (1996; 1998); Brenner & Biebow (2001); Oliveira *et al.* (2004; 2006) e Oliveira (2003), para uma melhor concentração dos palinomorfos. Foi aplicada ainda, para a preparação palinológica, a etapa sugerida por Matsuoka & Fukuyo (2000), denominada “bateamento”, para melhor isolamento e concentração dos cistos de dinoflagelados do período Quaternário.

Em relação aos sedimentos Cenozoicos, os processamentos requerem uma atenção especial para que não ocorram perdas de qualquer um dos componentes orgânicos estudados na palinofácies. Essa perda se dá em função da densidade dessas partículas, que nos sedimentos do quaternário, apresentam uma parede mais fina, são menos densos e

podem ficar suspensos por mais tempo na coluna d'água, podendo ser descartados quando se aplica o método tradicional de preparação.

### **5.3 Confeção da peneira**

As peneiras foram confeccionadas com tubo de PVC e malha de poliéster com abertura de 10 $\mu$ m (para palinofácies) e de 5 $\mu$ m (para palinologia). A malha de poliéster é presa por duas peças de PVC encaixadas (conjunto de peneiras). Essas peças podem ter 1cm, 2cm, 4cm e 5cm de diâmetro e altura igual, ou superior aos respectivos diâmetros.

### **5.4 Preparação das amostras para análise de palinofácies**

Foi utilizado o volume de 10g de sedimento, tanto para as preparações organopalinológicas, como para a preparação palinológica para concentração de dinocistos (para padronização das análises).

Inicia-se a acidificação cobrindo toda a amostra contida em um béquer de 660-1.000 ml com ácido clorídrico a 37% (HCl 37%), durante 18 horas, com a finalidade de eliminar o material carbonático, alguns microforaminíferos e ostracodes.

Após 18 horas inicia-se o processo de lavagem da amostra para neutralização, acrescentando-se água filtrada, após a decantação do material, descarta-se dentro da peneira somente o líquido acidificado, o resíduo que fica na peneira deve retornar para o béquer. Repete-se essa operação até que a água fique neutralizada (pH de cerca de 5). Obtido o pH neutro, continua-se a lavagem da amostra até que a água fique limpa. Por precaução, deve-se peneirar o material dentro de um béquer vazio, para não haver perdas.

A próxima etapa é a acidificação com o ácido fluorídrico (HF 40%). Acrescenta-se uma quantidade de HF, três vezes maior que o volume da amostra, em um béquer de polipropileno, deixando-se em repouso durante 24 horas, para a eliminação dos silicatos. Após 24 horas, inicia-se a neutralização repetindo o procedimento como descrito acima.

Após a neutralização completa do HF, a amostra é acidificada novamente com HCl 37%, aproximadamente 5ml, durante 3 horas, para eliminação dos possíveis fluossilicatos formados nas etapas anteriores. O procedimento para neutralização nessa etapa segue o descrito acima. Nessa etapa, usa-se detergente neutro por 15 minutos e, se necessário, alguns segundos alternados de ultrassom para completa limpeza da amostra. Elimina-se o detergente lavando-se abundantemente a amostra com água filtrada.

Com o material já neutralizado, elimina-se o máximo da água possível do béquer, transfere-se o material mais fino para um tubo de centrífuga e, em seguida, centrifuga-se por 3 minutos, para a decantação do sedimento. Feito isso, descarta-se todo o líquido sobrenadante, deixando no tubo somente o sedimento. Após esse procedimento, acrescenta-se Cloreto de Zinco ( $ZnCl_2$ ), líquido de densidade intermediária entre o material orgânico e o inorgânico, em seguida agita-se manualmente o tubo, somente para homogeneização do material. Deixa-se em repouso, **SEM** uso de centrífuga (para evitar a destruição dos dinocistos), por mais ou menos 12 horas, com o objetivo de separar, por flotação, a fração orgânica da fração inorgânica residual. A etapa seguinte consiste na separação do material que ficou na superfície do tubo (separação da matéria orgânica da inorgânica). Essa separação se dá pela transferência do material que está na superfície do tubo para outro tubo, devidamente etiquetado, para que seja executada a lavagem do  $ZnCl_2$ . Inicia-se esta lavagem acrescentando algumas 5ml de HCl a 20% e completando o tubo com água destilada. Deixa-se descansar de um dia para o outro ou por 12 horas. Após o descanso, descarta-se a água, tomando o cuidado para não eliminar o resíduo que está no fundo do tubo. Completa-se o tubo com água destilada e deixa-se descansar novamente, até a neutralização do material.

Após a eliminação do  $ZnCl_2$  e neutralização, o resíduo é transferido para um vidro de armazenamento com tampa, devidamente etiquetado e está pronto para a confecção das lâminas para análise de palinofácies.

Para montagem das lâminas é utilizada lâmina de vidro (24x76 mm), lamínula (24x24 mm) e Entellan-Merck (resina a base de xileno).

Sobre uma chapa aquecedora (entre 40°C-50°C), coloca-se 2 lamínulas, sendo que uma recebe uma gota do resíduo orgânico, não peneirado, juntamente com algumas gotas de água destilada e, o resíduo colocado sobre a segunda lamínula, é previamente peneirado, em malha de poliéster de 10 $\mu$ m (que é o material que vai ser utilizado para contagem dos componentes orgânicos particulados). Após a secagem, as duas lamínulas são coladas em uma mesma lâmina com resina Entellan-Merck.

## **5.5 Preparação das amostras para análise de palinologia**

Para a preparação das amostras para análise palinológica, segue-se o mesmo procedimento para preparação de amostras para palinofácies descrito acima, porém no momento de preparação da lâmina, o resíduo é lavado, por peneiramento (peneira de malha

de nylon com abertura de 5 $\mu$ m), até a maior eliminação possível da matéria orgânica indesejável, como fitoclastos e matéria orgânica amorfa, que podem dificultar ou até mesmo, mascarar a identificação dos palinomorfos.

Após a lavagem, a montagem da lâmina segue o mesmo procedimento descrito para palinofácies, porém colando somente uma lamínula no centro da lâmina, que passa a ser denominada lâmina palinológica.

## **5.6 Preparação das amostras para concentração de dinocistos por acidificação – peneiramento total - bateamento**

Para a preparação das amostras para concentração dos dinocistos, segue-se o mesmo procedimento para preparação de amostras para palinofácies descrito acima, porém no momento da neutralização após as acidificações do material, todo ele é peneirado em peneira com malha e abertura de 5 $\mu$ m; e aplicado detergente Extran após a neutralização (Oliveira, 2003; Oliveira *et al.*, 2004). Associada ao uso do detergente usa-se o aparelho de ultrason por alguns segundos (3 segundos), alternadamente por 3 vezes, com pausas para a lavagem com água filtrada. Com o sedimento limpo e neutralizado, utilizou-se a metodologia usada por Matsuoka & Fukuyo (2000) para separação da fração mineral da fração orgânica. Como as amostras estudadas são constituídas, predominantemente, por areia lamosa, verificou-se a presença de uma grande quantidade de minerais (mica, silicato e fluoreto) após os ataques ácidos. Esta fração mineral prejudica a análise palinológica se não retirada completamente. Este procedimento é feito com amostras muito arenosas ou que contenham minerais dos grupos dos argilos minerais e mineral micáceo, onde o ataque com HF pode não ser muito eficaz. Tal procedimento é realizado de forma mecânica e artesanal e foi adotado por Oliveira (2003), devido aos excelentes resultados obtidos. O método consiste em uma espécie de “bateamento”, coloca-se o resíduo, já neutralizado e com um pouco de água filtrada, num vidro de relógio (15 cm de diâmetro) e, manualmente, balança-se o vidro em movimentos circulares (como os que são feitos com uma bateia para concentrar o ouro de aluvião) ou utilizando-se um picete com água filtrada, para provocar um redemoinho. Após alguns giros, o resíduo orgânico leve, os palinomorfos, flutuam e concentram-se no centro, na coluna d’água. A fração mineral, mais pesada, concentra-se no centro do redemoinho e tende a se depositar no fundo do vidro. É necessário extremo cuidado para não derramar a água, pois os palinomorfos estão suspensos na coluna d’água.

Cuidadosamente, antes da decantação do material, transfere-se a água, com o material flutuante para outro recipiente, ou ainda, pode-se pipetar o material flutuante, transferindo-o para outro recipiente. Este procedimento é repetido algumas vezes. É importante a observação ao microscópio do material que ficou no fundo do vidro, para certificação de que não houve perda do material palinológico. Assim, separa-se o material orgânico da fração mineral através de um procedimento físico e não químico. Testa-se o êxito do procedimento, colocando-se um pouco do resíduo em uma lâmina e observando-se ao microscópio. Quando o material estiver devidamente limpo e, de fácil identificação dos palinomorfos, armazena-se o resíduo, para posterior confecção das lâminas.

Para a montagem da lâmina segue-se o mesmo procedimento descrito para a palinologia, com somente uma lamínula no centro da lâmina, que passa a ser denominada lâmina de concentrado de dinocistos.

Neste procedimento de preparação do material, não deve ser utilizado qualquer processo de peneiramento ou centrifugação. O objetivo principal é a preservação do microplâncton de parede orgânica, seja do grupo dos dinocistos, ou do grupo dos acritarcos, que são facilmente perdidos no processo de peneiramento devido, principalmente, as suas dimensões inferiores a 10 $\mu$ m.

## **5.7 Análise de Palinofácies**

Em trabalhos de palinofácies identificam-se os componentes palinológicos individuais (fitoclastos, palinomorfos e matéria orgânica amorfa). As partículas orgânicas são designadas através de sistema de classificação e contabiliza-se o total de matéria orgânica e suas proporções relativas, atentando particularmente para o tamanho, forma e estado de preservação (TYSON, 1993; 1995).

Para a análise de palinofácies foi realizado o exame quantitativo (contagem de 300 a 500 partículas) e qualitativo (identificação das partículas) dos grupos e subgrupos de componentes do querogênio. Essa contagem foi realizada fazendo-se uma cobertura da lâmina, através de seções transversais verticais, utilizando-se uma ocular com retículo cruzado graduado sendo que, em algumas amostras, isto não foi possível pela ausência de material orgânico.

Foram registradas somente as partículas que passaram diretamente sobre o retículo, exceto aquelas com tamanho inferior a 10  $\mu$ m (retículo graduado) e qualquer contaminante (reconhecidos pela cor, relevo ou forma), sendo que os fragmentos de palinomorfos, não

identificáveis, com menos da metade da forma e tamanho original, foram ignorados. No caso dos palinomorfos com tamanho inferior a 10  $\mu\text{m}$  (retículo graduado), não foi realizada qualquer contagem indiferenciada, sendo que tais partículas foram consideradas equivalentes àquelas com tamanho igual ou superior a 10  $\mu\text{m}$ .

Foram consideradas somente as amostras que atingiram acima de 150 partículas na contagem absoluta. As amostras que não atingiram este número foram descartadas e consideradas não recuperadas. No Testemunho GL-77, para o estudo de palinofácies, foram analisadas 63 amostras.

Os dados são registrados manualmente em folhas de contagem (Fig. 22), obedecendo à classificação dos grupos e subgrupos da matéria orgânica proposta por Tyson (1995); Mendonça Filho (1999) e Mendonça Filho *et al.* (2002; 2010; 2011).

A análise microscópica foi efetuada sobre as lâminas organopalinológicas utilizando-se Microscópio Zeiss, modelo Axioskop 2-plus, com ocular de 10x e objetiva de 20x de aumento (quando necessário foram utilizadas objetivas de 40x e 100x de aumento, para exame particular mais detalhado), através da utilização de técnicas de microscopia sob luz branca transmitida e fluorescência.

ERA:		Responsável:		Data da leitura:	
Projeto:		Testemunho:		Amostra:	
FITOCÁSTOS	Opercos	Alongado:			
		Equidimensional:			
		Comóido:			
		Pseudo-amorfo:			
	Não-Opercos	Bibestruado	Listrado:	Degradado:	
				Não-degradado:	
			Estriado:	Degradado:	
				Não-degradado:	
	Bandado:	Degradado:			
		Não-degradado:			
	Perfurado:	Degradado:			
		Não-degradado:			
Não-Bibest.	Degradado:				
	Não-degradado:				
Cutícula:	Degradada/ Amorfizada:				
	Não-degradada:				
Membra ra:					
Materia l Amorfo	Resina (matéria orgânica amorfa hialina):				
	MOA	Heter:	Fluorescente:		
			Não-fluorescente:		
	Homo:	Fluorescente:			
Não-fluorescente:					
PALINOMORFOS	Esporo morfos	Esporos			
		Grãos de Pólen			
			Tétrade:		
	Indeterminados:				
	Microplâncton	Água doce	<i>Botryococcus:</i>		
			<i>Pediastrum:</i>		
			<i>Scenedesmus:</i>		
		Marinhos	Dinocistos:		
	Prasinophyta:				
	Acritaroz:				
Indeterminados:					
Zoo morfos	Palinoforamínifero:				
Indefinidos:					
OBS:					

Figura 22. Folha de contagem dos componentes orgânicos particulados para análise de polinofácies.



## 5.8 Análise de Palinologia

A palinologia é uma ferramenta micropaleontológica, usualmente, utilizada nos estudos de exploração de hidrocarbonetos, voltada para a bioestratigrafia, por fornecer informações valiosas sobre a datação e correlação de rochas sedimentares, aplicável tanto em seções continentais quanto marinhas, podendo-se trabalhar com material autóctone e alóctone e foi, primeiramente, usada por Hyde & William (1944) e a partir de então, tornou-se uma ferramenta importante para geologia, biologia e, principalmente, paleontologia.

Segundo Traverse (2007) a associação de palinomorfos continentais permite fazer reconstituições de eventos paleoclimáticos e inferências na vegetação do entorno da bacia e, a análise destes palinomorfos continentais, juntamente, com os marinhos, pode indicar variações ambientais relacionadas a flutuações do nível do mar, transgressões e regressões e fluxo sedimentar. E os cistos de dinoflagelados, elementos autóctones, fornecem informações valiosas sobre as condições ambientais.

De acordo com Traverse (2007) a palinologia tem como objetivo o estudo de micro-organismos de parede orgânica, denominados palinomorfos, que englobam esporos e grãos de pólen; algas (marinhas e de água doce); fungos (esporos e hifas) e zoomorfos (escolecodontes, quitinozoários).

Os palinomorfos possuem dimensões de 5-500 $\mu$ m e podem ocorrer abundantemente em um pequeno fragmento de rocha. Segundo Tyson (1995) as dimensões dos palinomorfos podem ser comparadas às das partículas tipo argila ou silte, que são partículas sedimentares de granulometria fina que, conseqüentemente, sofrem os mesmos efeitos hidrodinâmicos, o que possibilita o transporte por grandes distâncias e permite a correlação paleoambiental continental/marinho.

Assim como ocorre na preparação de amostras para análise de palinofácies, os processamentos para análise de palinologia, também requerem atenção especial para que não ocorram perdas de componentes orgânicos, devido à densidade das partículas, por apresentarem parede mais fina, ser menos densos e ficarem suspensos por mais tempo na coluna d'água, nos sedimentos do quaternário, podendo ser descartados quando se aplica o método tradicional de preparação. Por esta razão, para o processamento palinológico deste estudo, foram seguidos os métodos de preparação palinológica de Uesugui (1979), Wood *et al.* (1996) e Lignum *et al.* (2008), cujo objetivo é a concentração de palinomorfos, porém com algumas modificações, atentando para utilização de métodos não oxidativos,

para não causar a destruição dos palinomorfos, principalmente tratando-se do período Quaternário.

Devido ao fato dos componentes do Grupo Palinomorfo ocorrer em quantidades bem inferiores aos do Grupo Fitoclasto e MOA, foi contabilizado o total da fração palinomorfo, sendo registradas todas as partículas que caíram no campo visual (aqui denominada contagem associada), tanto continental como marinhas. Todas as partículas são contadas, exceto os fragmentos de palinomorfos não identificáveis (com menos da metade da forma e tamanho original).

Foram consideradas as amostras que atingiram acima de 30 partículas na contagem absoluta. As amostras que não atingiram este número foram descartadas e consideradas não recuperadas. Para o Testemunho GL-77 analisou-se 81 amostras de palinologia.

Os dados são registrados manualmente em folhas de contagem, de acordo com o tipo de palinomorfo que ocorre, podendo-se acrescentar outras ocorrências ou observações sobre características de tal palinomorfo. A figura 23 mostra uma adaptação do autor para o grupo dos dinocistos.

Para a caracterização e classificação do material palinológico, foi realizada a análise microscópica das lâminas organopalinológicas utilizando-se microscópio Zeiss, modelo Axioskop 2-plus, com ocular de 10x e objetiva de 20x de aumento (quando necessário foram utilizadas objetivas de 40x e 100x de aumento, para exame particular mais detalhado), através da utilização de técnicas de microscopia sob luz branca transmitida e luz azul/ultravioleta incidente (fluorescência).

CONTINENTAIS				MARINHOS						
ESPOROMORFOS		FITOPLÂNCTON DE ÁGUA DOCE		FITOPLÂNCTON MARINHO					ZOOCLASTO	
Grãos de Pólen	Esporos	<i>Pediastrum</i>	<i>Botryococcus</i>	DINOCISTO			Prasinófito	Acritarco	Palinoforaminífero	Escolecodonte
				Goniaulacóide Autotrófico	Peridinióide Heterotrófico	Peridinióide Autotrófico				

Figura 23. Folha de contagem para análise de palinologia.

## 5.9 Análise dos Dinocistos

Foram registrados todos os exemplares que caíram no campo visual, exceto aqueles que se apresentavam em mal estado de preservação, fragmentos não identificáveis e/ou com tamanho inferior a  $2/3$  do seu tamanho original (com menos da metade da forma e tamanho originais).

Os dinocistos passaram por uma preparação diferenciada para concentração dos mesmos. Foi montada uma lâmina para cada amostra (aqui denominada lâmina de concentrado de dinocistos). Para esta análise foram consideradas todas as amostras, até mesmo aquelas que continham um componente apenas, para o registro de ocorrência de espécies com importante significado ecológico. No Testemunho GL-77, para o estudo de dinocistos foram consideradas 74 amostras.

## 5.10 Tratamento estatístico dos dados

Após a análise quantitativa dos componentes orgânicos foi realizado tratamento estatístico com os dados obtidos. Os dados absolutos foram recalculados para valores percentuais relativos aos grupos e subgrupos da matéria orgânica e submetidos a análises de agrupamento.

Para o tratamento estatístico da análise de palinofácies, foram consideradas somente as amostras que atingiram acima de 150 partículas na contagem absoluta. Para palinofácies foram analisadas 63 amostras. Para análise palinológica foram consideradas as amostras que atingiram acima de 30 partículas, totalizando 81, e para dinocistos foram consideradas 57 amostras.

A análise de agrupamento procura agrupar amostras com as mesmas características bióticas e abióticas, ou associar espécies em comunidade, de acordo com o objetivo do trabalho e tem larga aplicação em estudo de paleocomunidades (VALENTIN, 2000). Com o objetivo de reconhecer o grau de similaridade entre os grupos e subgrupos da matéria orgânica, palinomorfos e dinocistos, neste trabalho foram realizadas análises de agrupamento modo Q, para a observação de similaridades entre as amostras e modo R, para verificar similaridades entre os componentes orgânicos particulados através do programa STATISTICA 7.0 (Copyright © 1984-97, StatSoft, Inc.).

Para tanto foi empregado o algoritmo do método Ward com coeficiente de correlação linear  $r$  de Pearson (r-Pearson), um dos mais utilizados para quantificar a

dependência linear entre os elementos e assim, determinar a correlação e identificar a relação entre os componentes das associações palinofaciológicas, palinológicas e dinocistos, bem como para identificar os intervalos de ocorrência das associações palinofaciológicas. Para identificar os intervalos de ocorrência das associações de palinologia e dinocistos foi empregado o método Ward, porém com a distância Euclidiana por representar melhor os resultados para interpretação do paleoambiente.

Os resultados das análises de agrupamento estão representados por dendrogramas, que são definidos como um diagrama ramificado que contém entidades reunidas por algum critério (WILEY, 1981).

### **5.10.1 Representação dos dados estatísticos**

Os dados percentuais da assembleia de querogênio (parâmetros obtidos para os grupos fitoclasto, palinomorfo e matéria orgânica amorfa), para o conjunto total de amostras analisadas, são apresentados sob a forma de tabelas, diagramas binários (que permitem uma melhor visualização dos resultados) e diagramas ternários (triangulares).

De acordo com Tyson (1993; 1995), o diagrama ternário é uma representação gráfica simples, mas que têm um significado extremamente útil na forma de apresentação de dados (percentuais) de palinofácies. Fornece um resumo das características mais importantes dos resultados obtidos na contagem, refletindo somente a sua média. Todos os diagramas são orientados de forma que, os componentes que são indicadores de maior proximidade terrestre (proximais/terrestres), são colocados no ápice; no vértice inferior esquerdo do diagrama, são colocados os componentes que apresentam uma associação positiva com ambientes distais ou redutores. Este procedimento permite uma visão geral da natureza dos resultados, sua variabilidade e a presença das principais tendências apresentadas pelos grupos de dados obtidos.

## 6 RESULTADOS

Esse estudo integra interpretações de palinofácies (organocomposicional) e interpretações palinológicas, que englobam estudos e identificação das associações palinológicas (identificação dos palinomorfos) e palinologia por peneiramento e bateamento, para concentração e recuperação das espécies de cistos de dinoflagelados do período Quaternário.

### 6.1 Análise de Palinofácies

Foi estudado o **Testemunho GL-77**, localizado no talude médio continental da Bacia de Campos – RJ - Brasil.

Como já mencionado, foram preparadas 85 amostras para análise de palinofácies (matéria orgânica particulada), porém foram consideradas somente as amostras que atingiram acima de 150 partículas na contagem absoluta. As amostras que não atingiram este número foram consideradas não recuperadas.

Para o estudo de palinofácies foram recuperadas 63 amostras. A tabela 2 contém o número de amostras do testemunho (número de amostras processadas), o número de amostras analisadas e o número de amostras não recuperadas.

*Tabela 2. Número de amostras para análise de Palinofácies - Testemunho GL-77.*

<b>TESTEMUNHO</b>	<b>Número de Amostras</b>	<b>Amostras Analisadas</b>	<b>Amostras Não Recuperadas</b>
<b>Testemunho GL-77</b>	85	63	22

Houve uma excelente recuperação da matéria orgânica particulada no processo de isolamento e concentração e, a análise de palinofácies, revelou que os três grupos principais da matéria orgânica ocorrem com uma boa representatividade, equilibrados e se alternam ao longo do testemunho. Porém, ocorre a predominância do Grupo Fitoclasto, seguido do Grupo Palinomorfo e do Grupo MOA, respectivamente (Tabela 3; Figuras 24, 25 e 26). A tabela 4 contém os valores percentuais dos subgrupos da matéria orgânica particulada.

Tabela 3. Valores percentuais dos três principais Grupos da Matéria Orgânica - Testemunho GL-77.

<b>Amostras GL-77</b>	<b>Prof. (cm)</b>	<b>Fitoclasto (%)</b>	<b>MOA (%)</b>	<b>Palinomorfo (%)</b>
1	8	33,1	0,7	<b>66,2</b>
2	18	2,4	0,0	<b>97,6</b>
3	45	6,8	0,0	<b>93,2</b>
4	63	18,0	<b>57,3</b>	24,7
5	108	<b>70,5</b>	0,0	29,5
6	137	3,5	0,0	<b>96,5</b>
7	180	29,8	0,0	<b>70,2</b>
8	220	23,8	0,0	<b>76,2</b>
9	275	32,1	0,0	<b>67,9</b>
10	280	7,6	0,0	<b>92,4</b>
11	310	47,2	1,4	<b>51,4</b>
12	340	<b>55,7</b>	0,0	44,3
13	370	<b>50,3</b>	0,0	<b>49,7</b>
14	430	<b>65,0</b>	0,7	34,3
15	460	<b>64,4</b>	0,0	35,6
16	490	37,6	<b>48,2</b>	14,2
17	550	43,1	<b>48,5</b>	8,4
18	580	<b>65,0</b>	34,4	0,6
19	610	8,4	<b>81,1</b>	10,6
20	640	<b>48,7</b>	<b>48,7</b>	2,5
21	700	37,9	<b>54,0</b>	8,1
22	835	35,0	<b>57,3</b>	7,7
23	865	15,5	<b>70,8</b>	13,7
24	895	31,4	<b>36,4</b>	32,1
25	925	8,2	<b>47,7</b>	44,0
26	985	12,9	<b>53,3</b>	33,9
27	1015	5,1	<b>65,5</b>	29,4
28	1045	3,8	<b>69,4</b>	26,8
29	1075	1,1	0,0	<b>98,9</b>
30	1135	0,0	0,0	<b>100,0</b>
31	1165	9,9	<b>63,7</b>	26,4
32	1195	35,5	<b>56,2</b>	8,3
33	1225	32,3	<b>56,3</b>	11,4
34	1255	<b>49,0</b>	39,1	11,9
35	1285	<b>67,2</b>	24,6	8,1
36	1315	15,2	<b>77,8</b>	7,0
37	1345	<b>49,9</b>	18,2	31,9
38	1375	5,4	<b>84,0</b>	10,6
39	1405	28,2	0,0	<b>71,8</b>
40	1415	11,3	<b>73,0</b>	15,7
41	1425	14,0	0,0	<b>86,0</b>
42	1445	46,8	0,0	<b>53,2</b>
43	1455	<b>84,5</b>	5,8	9,7
44	1465	<b>73,4</b>	0,4	26,2
45	1475	<b>80,7</b>	0,0	19,3

<b>Amostras GL-77</b>	<b>Prof. (cm)</b>	<b>Fitoclasto (%)</b>	<b>MOA (%)</b>	<b>Palinomorfo (%)</b>
<b>46</b>	1485	<b>74,0</b>	0,0	26,0
<b>47</b>	1535	<b>78,5</b>	0,0	21,5
<b>48</b>	1565	<b>76,0</b>	0,3	23,7
<b>49</b>	1595	<b>87,2</b>	0,0	12,8
<b>50</b>	1625	<b>93,0</b>	0,0	7,0
<b>51</b>	1655	<b>85,7</b>	0,0	14,3
<b>52</b>	1685	<b>93,0</b>	0,0	7,0
<b>53</b>	1725	<b>71,0</b>	0,0	29,0
<b>54</b>	1740	<b>86,4</b>	0,0	13,6
<b>55</b>	1743	<b>94,4</b>	1,2	4,4
<b>56</b>	1754	<b>93,1</b>	1,4	5,5
<b>57</b>	1761	<b>85,2</b>	0,5	14,3
<b>58</b>	1767	<b>89,6</b>	0,5	9,9
<b>59</b>	1770	<b>72,0</b>	0,0	28,0
<b>60</b>	1783	<b>71,6</b>	0,0	28,4
<b>61</b>	1787	<b>87,0</b>	0,0	13,0
<b>62</b>	1797	<b>93,0</b>	0,0	7,0
<b>63</b>	1811	<b>79,9</b>	0,3	19,8



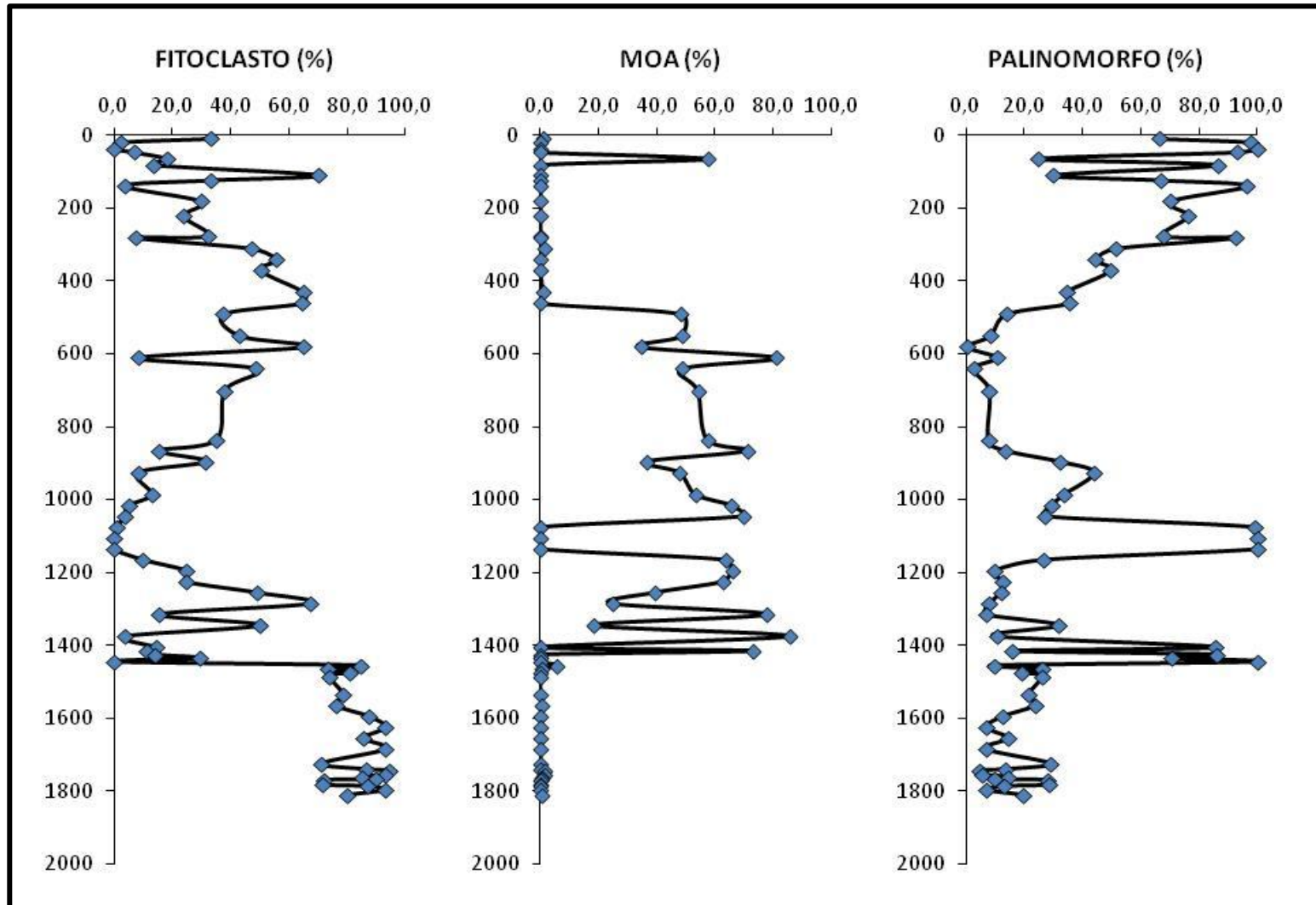


Figura 24. Variações percentuais dos três principais Grupos da Matéria Orgânica em relação à profundidade (cm) - Testemunho GL-77.

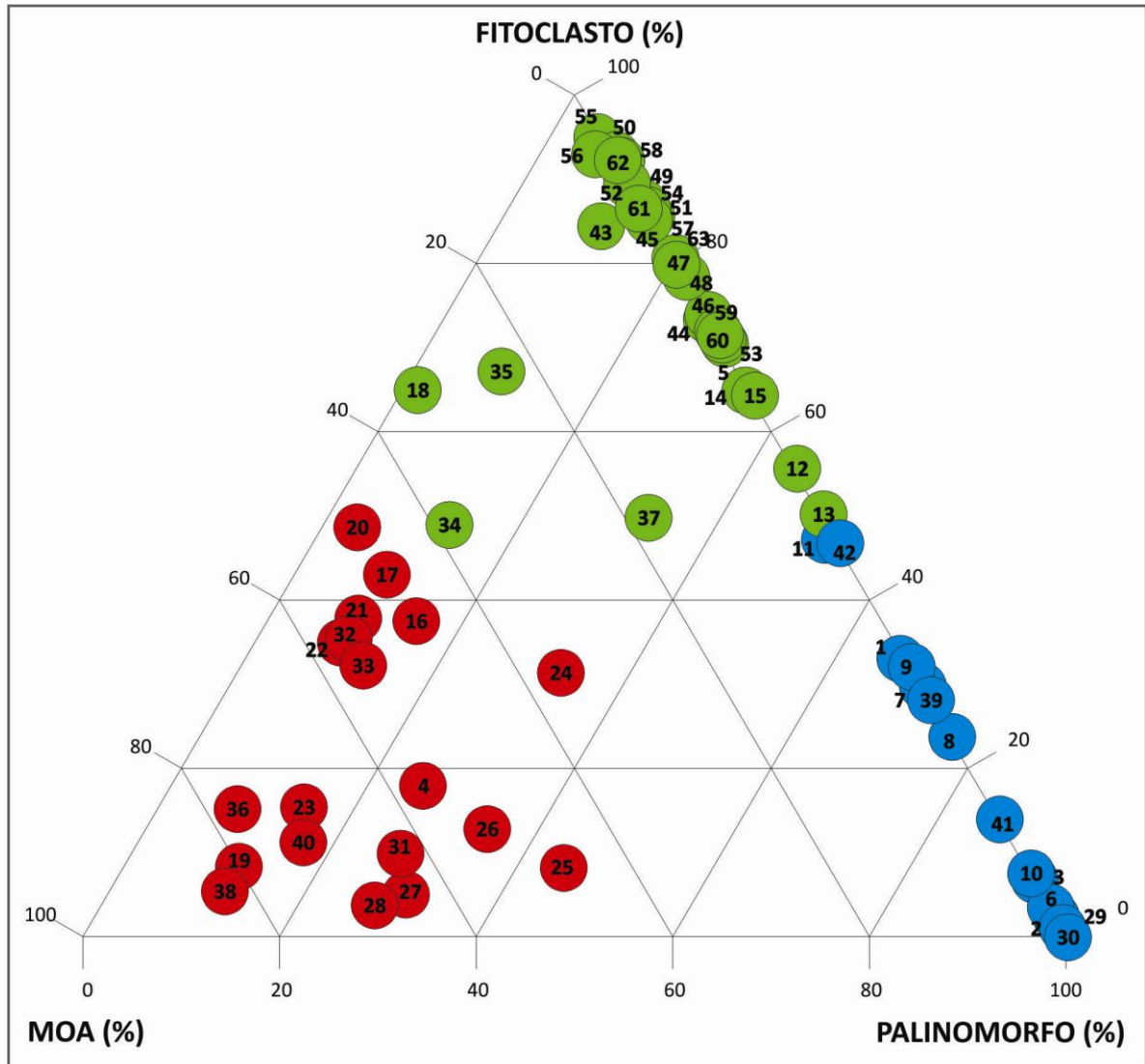


Figura 25. Diagrama ternário mostrando as variações percentuais dos três principais Grupos da Matéria Orgânica: as esferas verdes representam o predomínio do Grupo Fitoclasto, as esferas vermelhas representam o predomínio do Grupo MOA e as esferas azuis o predomínio do Grupo Palinomorfo do Testemunho GL-77.

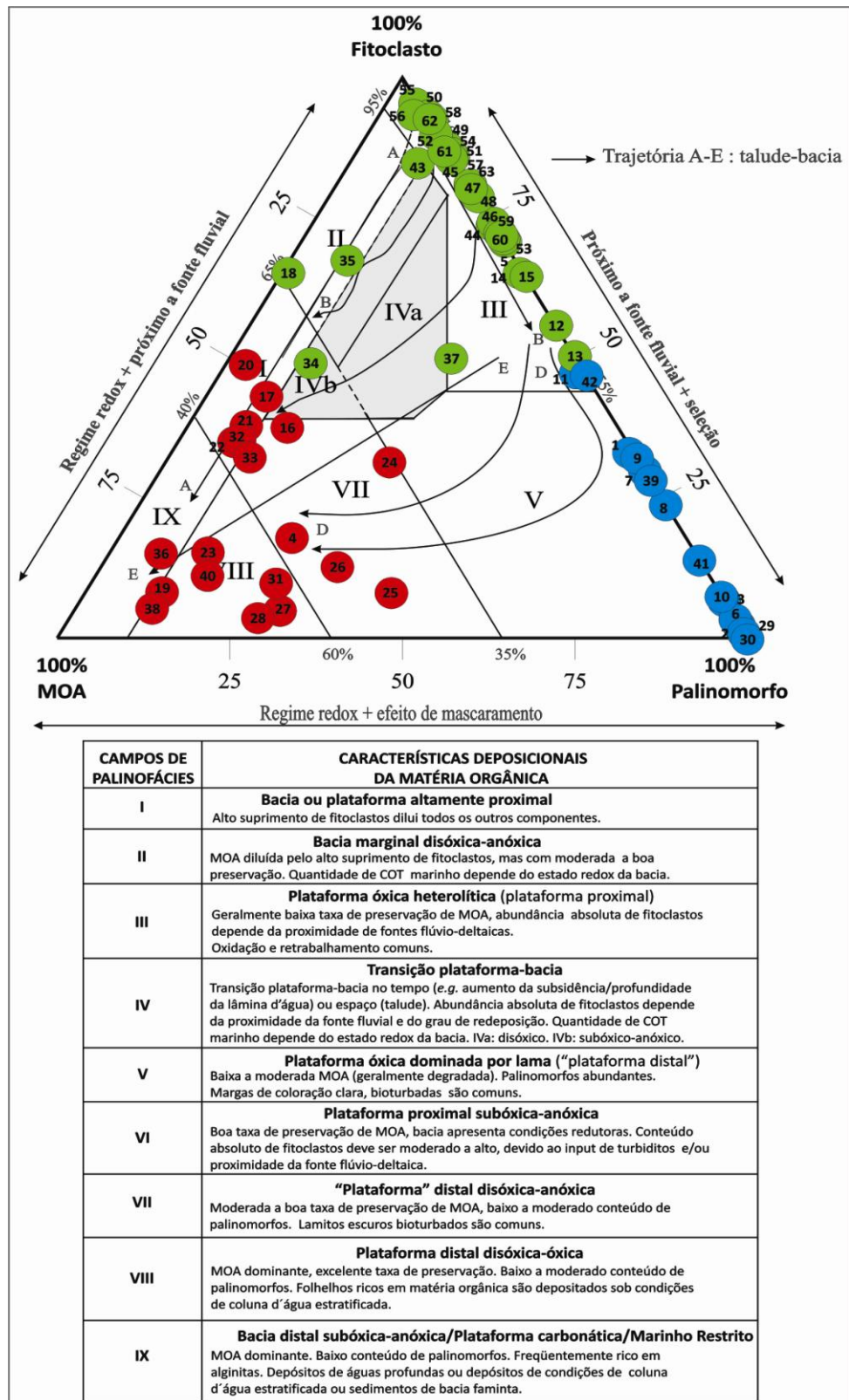


Figura 26. Diagrama ternário com os campos de palinofácies definidos pelos valores percentuais dos três principais Grupos da Matéria Orgânica do Testemunho - GL-77 (Tyson, 1995; Mendonça Filho et al., 2010; 2011).

Tabela 4. Valores percentuais dos subgrupos da matéria orgânica em relação ao total de Matéria Orgânica - Testemunho GL-77.

Amostras	Prof. (cm)	MOA (%)				FITOCLASTO (%)											PALINOMORFO (%)					
		Het Flu	Het Não Flu	Hom Flu	Res	Opaco			Não Opaco								Continentais			Marinhos		
						Alon	Equi	Corr	Bioestruturado				Não Bioestruturado				Esporum	Botry	Pedi	Dino	Palinof	
									Lis	Est	Ban	Per	Cut	Degr	Não Degr	Mem						
1	8	0,0	0,0	0,0	0,7	3,4	4,1	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	10,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,0	6,2
2	18	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	97,6	0,0
3	45	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	93,2	0,0
4	63	57,3	0,0	0,0	0,0	4,0	1,7	12,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,7	0,0
5	108	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	18,5	7,3	2,9	0,0	0,0	0,4	33,5	0,0	5,5	0,0	1,8	0,0	0,0	27,6	0,0
6	137	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,6	3,5	79,3	0,0	
7	180	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	0,0	6,2	0,0	12,9	0,0	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	0,0	64,6	0,0	
8	220	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	0,0	7,1	0,0	5,8	0,0	2,0	3,4	0,0	0,0	0,3	0,0	75,9	0,0	
9	275	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	0,0	12,6	0,0	6,1	0,0	4,7	2,5	1,8	0,0	0,0	0,0	0,7	0,4	66,4	0,4	
10	280	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	0,0	86,8	0,0	
11	310	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,2	0,0	0,3	11,0	0,0	0,3	10,3	0,0	0,0	0,0	50,0	1,4	
12	340	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,4	0,0	0,0	19,9	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	0,0	42,7	1,6	
13	370	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0	7,4	1,1	4,6	0,0	0,0	0,5	32,8	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	49,2	0,0	
14	430	0,0	0,0	0,0	0,7	5,7	0,0	15,0	2,7	24,3	0,0	6,0	0,7	10,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	31,0	1,7	
15	460	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	0,9	3,8	26,6	0,0	6,9	10,0	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,4	1,3	
16	490	0,0	0,0	48,2	0,0	3,8	0,6	29,3	0,3	0,0	0,0	2,4	0,3	0,9	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	13,9	0,0	
17	550	0,0	0,0	48,5	0,0	0,3	0,0	24,6	4,4	6,1	0,0	0,0	0,0	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4	0,0	
18	580	0,0	0,0	34,4	0,0	0,6	0,3	21,8	5,2	25,5	0,0	0,6	0,9	10,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	
19	610	0,0	0,0	81,1	0,0	1,9	0,0	0,0	1,9	3,7	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4	2,2	
20	640	0,0	0,0	48,4	0,3	0,6	0,0	23,9	9,2	10,2	0,0	1,3	0,3	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	
21	700	0,0	0,0	54,0	0,0	6,8	0,0	16,1	0,9	9,9	0,0	0,0	3,4	0,0	0,6	0,0	0,0	0,6	0,0	6,8	0,6	
22	835	0,0	0,0	57,3	0,0	2,1	0,0	31,2	0,0	0,0	0,3	0,9	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	6,2	0,6	
23	865	0,0	0,0	70,8	0,0	3,8	0,0	3,2	0,3	6,7	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	10,5	0,0	
24	895	0,0	0,0	36,4	0,0	7,6	0,0	11,4	0,0	0,0	0,0	2,9	0,0	9,5	0,0	0,0	5,5	1,9	0,0	24,5	0,2	
25	925	0,0	0,0	46,9	0,9	0,0	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	4,3	8,0	0,0	31,8	0,0	
26	985	0,0	0,0	53,3	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0	5,3	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	0,0	0,0	29,2	0,0	
27	1015	0,7	0,0	64,9	0,0	0,0	0,0	4,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,3	28,4	0,0	
28	1045	0,0	0,0	69,4	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,9	0,0	0,0	2,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	25,9	0,3	
29	1075	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	96,3	0,0	
30	1135	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	3,1	0,0	91,7	0,0	
31	1165	0,0	63,7	0,0	0,0	1,6	0,0	2,8	0,0	3,1	0,0	1,6	0,3	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,4	0,0	
32	1195	0,0	0,0	55,9	0,3	7,3	0,0	7,0	1,9	10,5	0,0	3,2	3,8	1,6	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	3,8	3,2	

Amostras	Prof (cm)	Het Flu	Het Não Flu	Hom Flu	Res	Alon	Equi	Corr	Lis	Est	Ban	Per	Cut	Deg	Não Deg	Mem	Esporom	Botry	Pedi	Dino	Palinof
33	1225	0,0	0,0	56,3	0,0	2,5	0,0	7,3	0,6	13,9	0,3	1,3	5,1	1,3	0,0	0,0	3,2	1,3	0,0	5,7	1,3
34	1255	0,0	0,0	39,1	0,0	6,2	0,0	7,9	0,0	17,8	0,0	10,5	6,5	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	4,8	4,8
35	1285	0,0	0,0	24,6	0,0	4,3	0,9	25,2	2,9	11,0	0,0	10,7	9,6	2,6	0,0	0,0	4,3	0,3	0,0	2,6	0,9
36	1315	0,0	0,0	77,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	10,8	0,0	0,3	3,8	0,0	0,0	0,0	3,5	0,3	0,0	2,9	0,3
37	1345	0,0	0,0	18,2	0,0	0,0	0,0	14,0	0,0	26,0	0,0	9,9	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	0,3	0,3	12,2	12,5
38	1375	84,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,3	2,2	0,0	0,0	0,0	5,4	0,0	0,0	3,8	1,3
39	1405	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	0,0	0,0	0,0	16,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,1	0,0	0,0	28,2	29,6
40	1415	0,0	0,0	73,0	0,0	0,9	0,0	5,9	0,0	1,5	0,0	1,8	0,3	0,0	0,9	0,0	0,0	0,6	0,0	15,1	0,0
41	1425	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,6	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	2,4	0,0	78,3	0,0
42	1445	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9	0,0	13,2	0,0	0,0	0,0	16,6	11,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	53,2	0,0
43	1455	0,0	0,0	0,0	5,8	21,2	0,0	14,2	0,4	9,7	0,0	28,3	7,5	3,1	0,0	0,0	0,9	0,9	2,7	5,3	0,0
44	1465	0,0	0,0	0,0	0,4	13,5	0,0	6,3	0,0	53,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	6,3	10,1	3,4	0,0
45	1475	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	1,8	23,0	0,0	1,8	12,4	0,0	39,1	0,0	5,3	3,2	6,9	3,4	0,5
46	1485	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	0,9	7,0	1,5	36,7	0,0	6,4	7,7	4,9	0,0	0,0	5,8	2,3	10,9	7,0	0,0
47	1535	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	2,7	0,0	9,7	26,6	6,3	15,2	2,7	6,0	1,2	2,7	3,6	4,1	13,0	0,7	0,0
48	1565	0,0	0,0	0,0	0,3	0,6	1,2	3,3	0,0	29,9	0,0	20,1	21,0	0,0	0,0	0,0	9,0	4,5	9,6	0,6	0,0
49	1595	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	48,2	0,0	1,6	31,3	5,2	0,3	0,0	5,2	0,5	5,2	1,8	0,0
50	1625	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	55,9	0,0	7,4	29,8	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	4,7	0,3	0,0
51	1655	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,3	0,0	7,4	51,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	12,9	0,8	0,0
52	1685	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	0,0	7,9	26,2	50,4	0,0	0,0	0,0	1,2	5,8	0,0	0,0
53	1725	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,9	0,0	0,0	24,1	0,0	0,0	0,0	14,0	2,5	12,4	0,0	0,0
54	1740	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	48,2	0,0	0,0	38,2	0,0	0,0	0,0	4,2	2,5	6,9	0,0	0,0
55	1743	0,0	0,0	0,0	1,2	0,5	0,0	0,0	0,0	14,7	0,0	1,7	16,7	43,6	0,2	0,0	3,7	0,5	0,2	0,0	0,0
56	1754	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	8,7	0,0	0,0	13,0	9,8	61,6	0,0	4,0	0,3	1,2	0,0	0,0
57	1761	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4	0,0	5,3	17,2	55,4	0,0	0,0	8,6	4,1	1,7	0,0	0,0
58	1767	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	17,3	0,0	0,0	14,0	58,1	0,3	0,0	1,9	2,7	5,2	0,0	0,0
59	1770	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,1	0,0	0,0	13,1	42,9	0,0	0,0	3,5	8,9	15,6	0,0	0,0
60	1783	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,7	0,0	0,0	35,9	14,0	0,0	0,0	14,5	8,9	5,1	0,0	0,0
61	1787	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,5	0,0	0,5	44,7	6,6	0,0	6,6	8,1	4,7	0,2	0,0	0,0
62	1797	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	34,5	0,0	3,8	54,1	0,0	0,0	0,0	4,1	2,9	0,0	0,0	0,0
63	1811	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,1	0,0	1,1	48,7	0,0	0,0	0,0	8,6	9,7	1,4	0,0	0,0

**MOA:** Matéria Orgânica Amorfa  
**Het Flu:** Heterogênea com Fluorescência  
**Het Não Flu:** Heterogênea não Fluorescente  
**Hom Flu:** Homogênea com Fluorescência

**Res:** Resina  
**Alon:** Alongado  
**Equi:** Equidimensional  
**Corr:** Corroído

**Lis:** Listrado  
**Est:** Estriado  
**Ban:** Bandado  
**Per:** Perfurado

**Cut:** Cutícula  
**Deg:** Degradado  
**N. Deg:** Não Degradado  
**Mem:** Membrana

**Esporo:** Esporomorfo  
**Botry:** *Botryococcus*  
**Pedi:** *Pediastrum*

**Palinof:** Palinoforaminífero  
**Dino:** Dinocisto

### **6.1.1 Descrição das Palinofácies**

A amostra 5 (108 cm de profundidade), as amostras 12-15 (340-460 cm de profundidade), as amostras 18 e 20 (580 e 640 cm de profundidade), que se localizam na porção superior do testemunho (topo), as amostras 34-35 e 37 (1255-1285 e 1345 cm de profundidade) e as amostras 43-63 (1455-1811 cm de profundidade), que representam a base do testemunho, revelam a predominância do Grupo Fitoclasto, com um maior percentual do subgrupo dos fitoclastos não-opacos bioestruturados, seguidos pelos não-bioestruturados; fitoclastos opacos e cutículas em relação ao total da Matéria Orgânica Particulada, (Tabela 4; Figuras 27 e 28; e Estampas 1, 2 e 3 em Anexo).

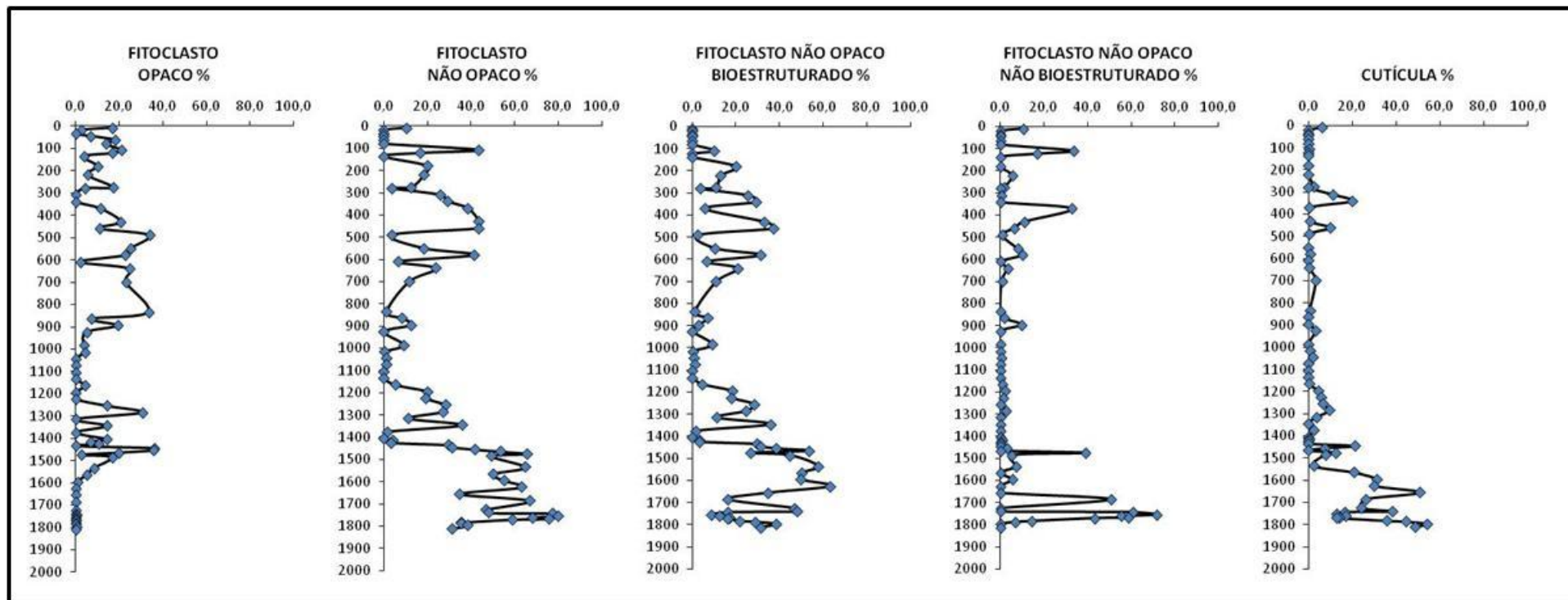


Figura 27. Percentual de distribuição dos subgrupos do Grupo Fitoclasto em relação ao total da Matéria Orgânica - Testemunho - GL-77.

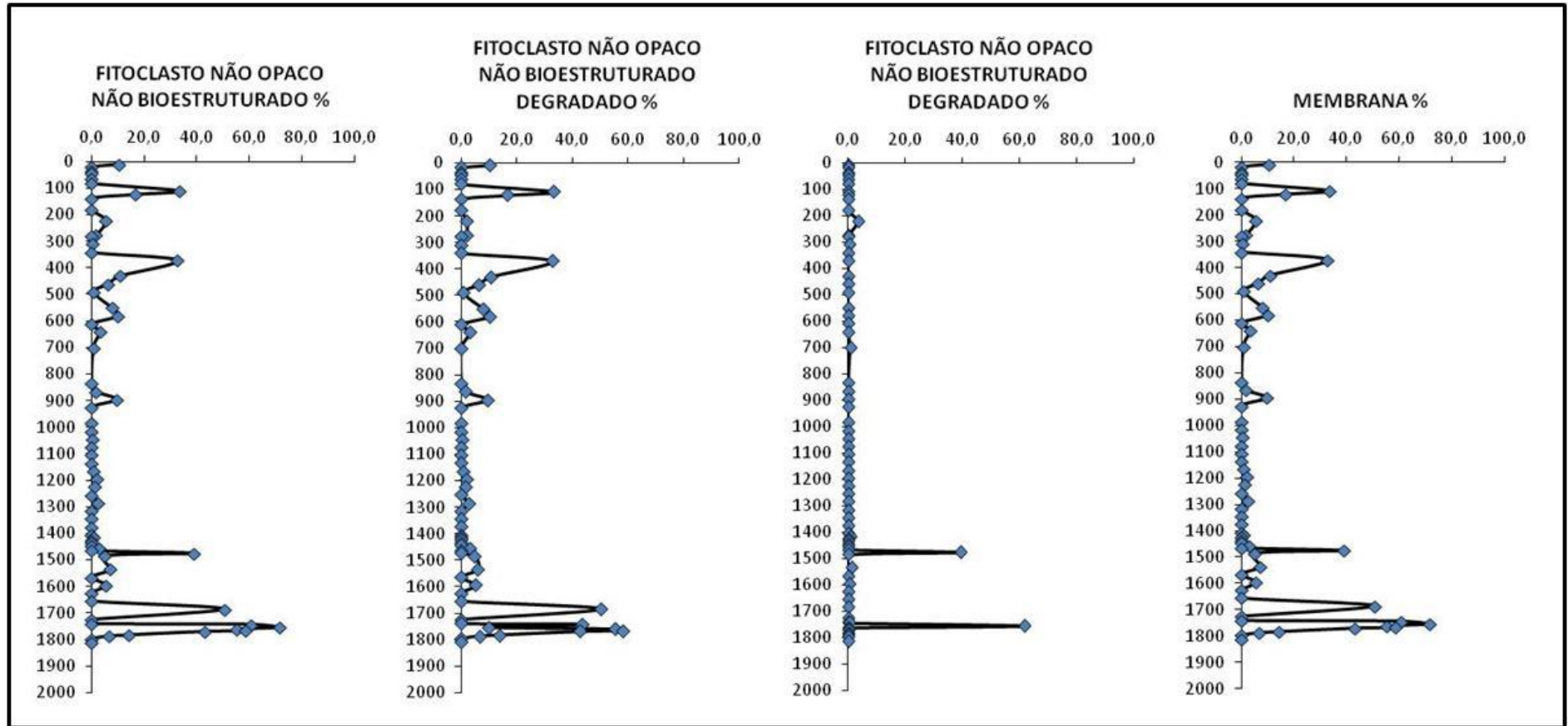


Figura 28. Percentual de distribuição dos subgrupos de Fitoclastos Não-opacos Não-Bioestruturados, em relação ao total da Matéria Orgânica - Testemunho - GL-77.



As amostras 1-3 (8-45 cm de profundidade) e amostras 6-11 (137-310 cm de profundidade), que se localizam na porção superior do testemunho (topo), as amostras 29-30 (1075-1135 cm de profundidade), a amostra 39 (1405 cm de profundidade) e as amostras 41-42 (1425-1445 cm de profundidade), localizadas na porção média do testemunho, revelam a predominância do Grupo Palinomorfo, subgrupo dos palinóforos marinhos, representados pelos dinocistos e palinoforaminíferos e o subgrupo dos palinóforos continentais, estão representados pelos componentes terrestres do grupo dos esporóforos e pelas algas de água doce dos gêneros *Botryococcus* e *Pediastrum*, em relação ao total da Matéria Orgânica Particulada (Tabela 4; Figuras 29 e 30; e Estampa 4 em Anexo).

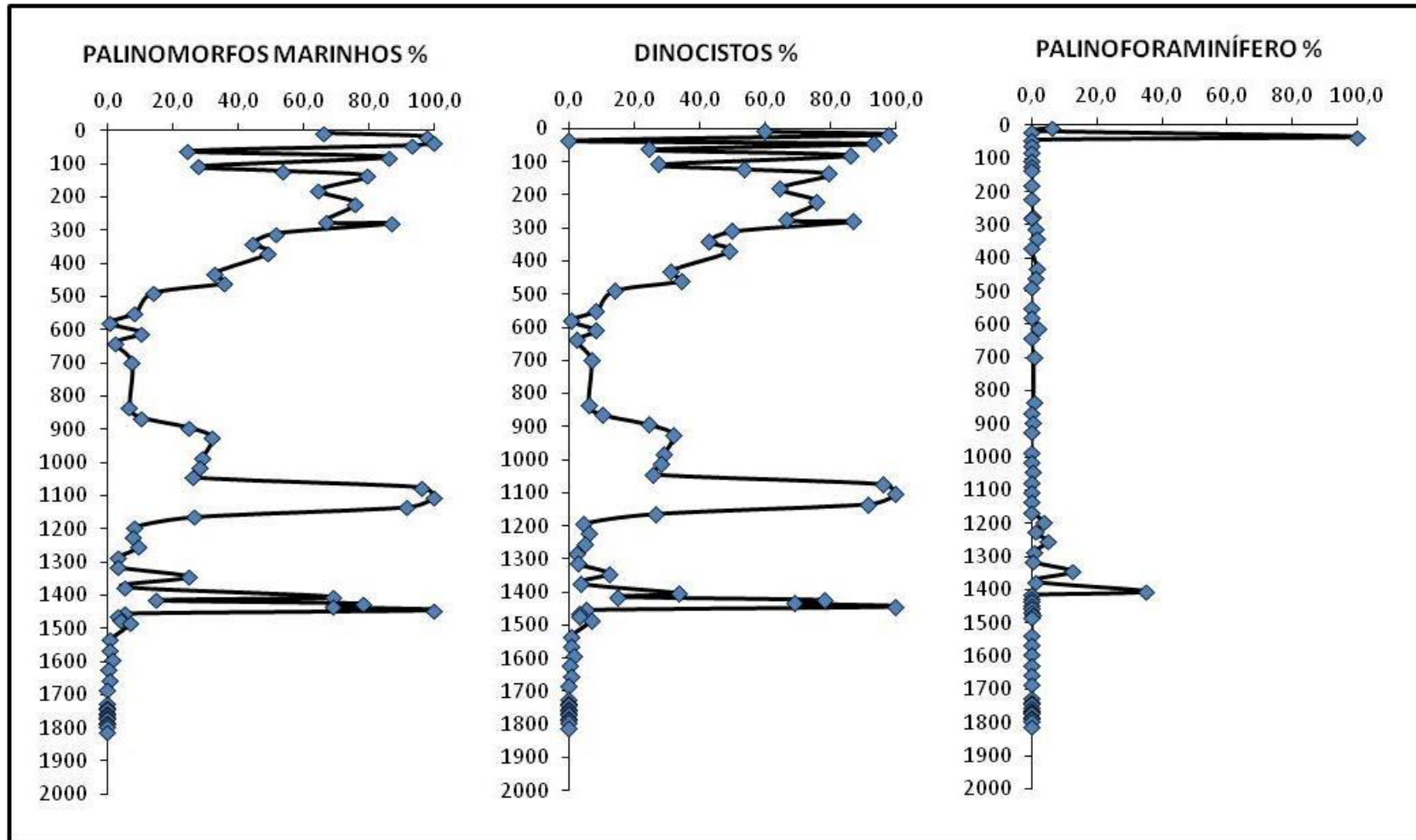


Figura 29. Percentual de distribuição dos subgrupos de Palinomorfos Marinhos em relação ao total da Matéria Orgânica - Testemunho - GL-77.

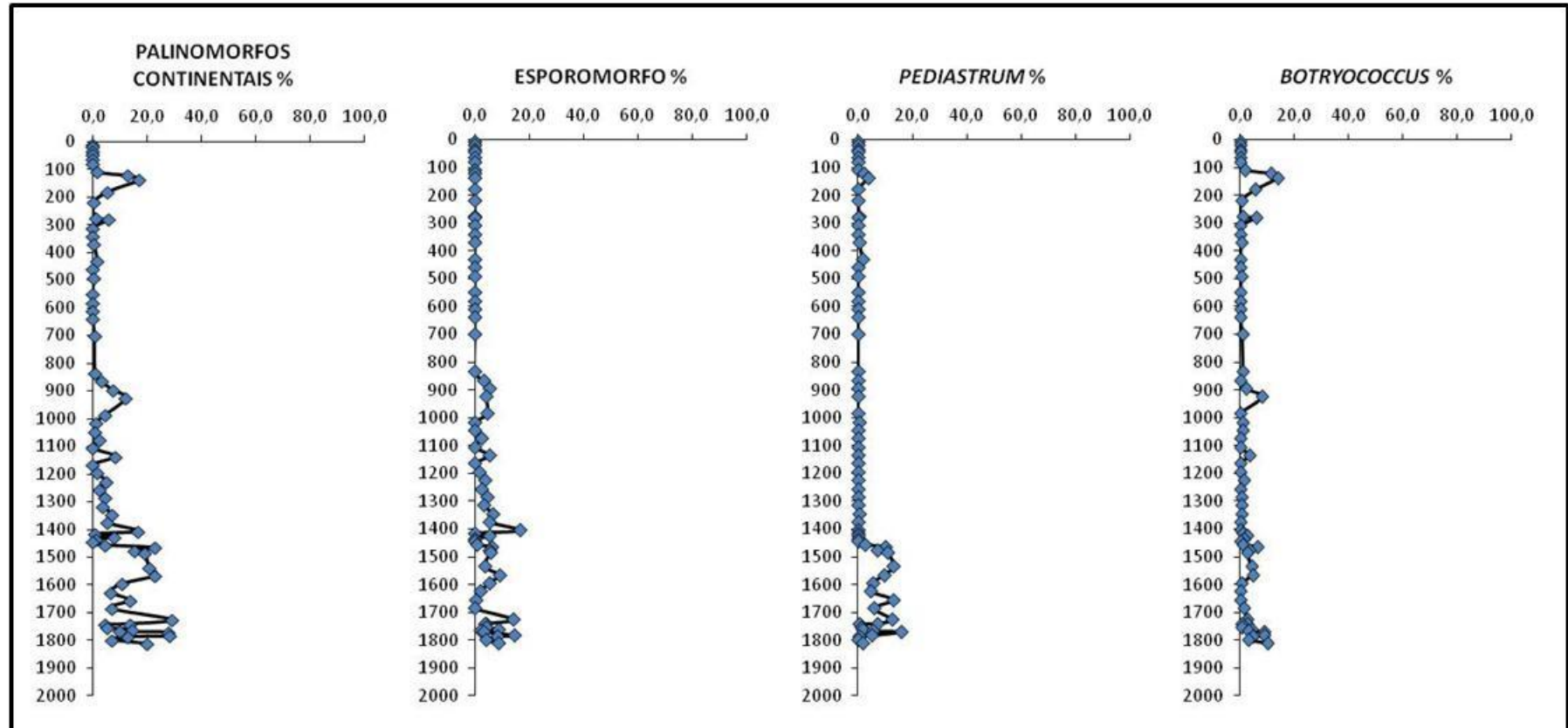


Figura 30. Percentual de distribuição dos subgrupos de Palinomorfos Continentais em relação ao total da Matéria Orgânica - Testemunho - GL-77.

Nas amostras 4 e 38 (63 e 1375 cm de profundidade), localizadas no topo e meio do testemunho, respectivamente, predomina o subgrupo da MOA heterogênea, exibindo fluorescência de amarela esverdeada fraca a amarela alaranjada fraca; na amostra 31 (1165 cm de profundidade), predomina o subgrupo da MOA heterogênea sem fluorescência; nas amostras 16-17 e 19 (490-550 e 610 cm de profundidade); nas amostras 21-28 (700-1045 cm de profundidade); nas amostras 32-34, 36 e 40 (1195-1255, 1315 e 1415 cm de profundidade), que correspondem ao meio do testemunho, ocorre o predomínio do subgrupo da MOA homogênea, representado por partículas exibindo fluorescência amarela fraca (Tabela 4; Figura 31; e Estampa 5 em Anexo).

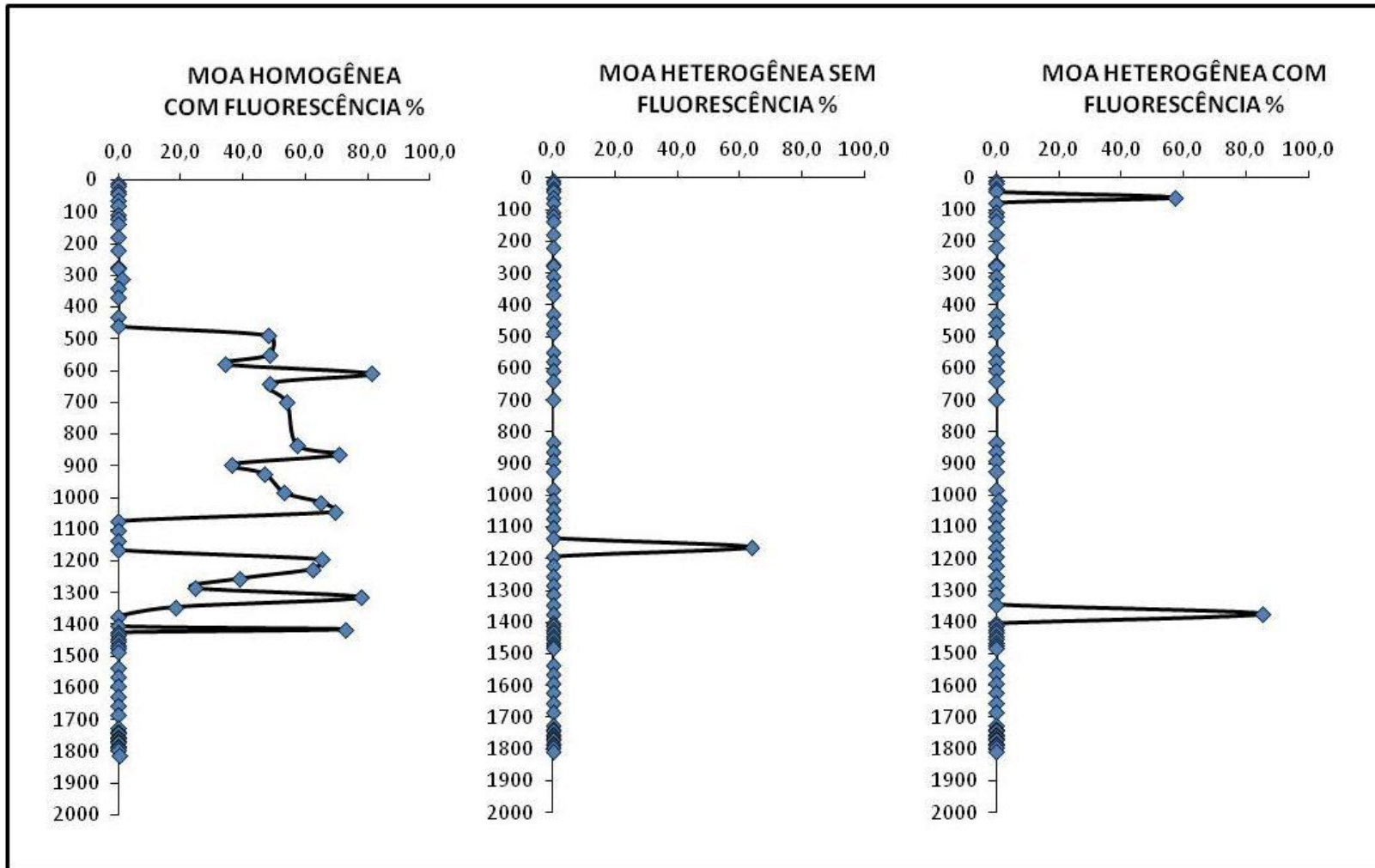


Figura 31. Percentual de distribuição dos subgrupos de MOA em relação ao total da Matéria Orgânica - Testemunho - GL-77.

### 6.1.2 Tratamento Estatístico dos Dados de Palinofácies

Para auxiliar na interpretação dos dados de palinofácies foi realizado o tratamento estatístico dos dados. Esses dados foram submetidos à análise de agrupamento (*cluster*) - *Modo R* e coeficiente de correlação 1-Pearson-*r* (para os grupos e subgrupos da matéria orgânica particulada em relação à sua origem) e análise de agrupamento - *Modo Q* (para verificação das similaridades entre as amostras em relação à profundidade).

Os parâmetros utilizados para determinar o grau de similaridade entre as amostras foram os valores de abundância relativa dos componentes orgânicos particulados (fitoclasto opaco alongado; fitoclasto opaco equidimensional; fitoclasto corroído; fitoclasto não-opaco bioestruturado listrado; fitoclasto não-opaco bioestruturado estriado; fitoclasto não-opaco bioestruturado bandado; fitoclasto não-opaco bioestruturado perfurado; fitoclasto não-opaco não-bioestruturado não-degradado; fitoclasto não-opaco não-bioestruturado degradado; cutícula; MOA heterogênea com fluorescência; MOA heterogênea sem fluorescência; MOA homogênea com fluorescência; esporomorfos; *Botryococcus*; *Pediastrum* e dinocistos) (Tabela 5).

De acordo com o *Modo-R*, as amostras foram organizadas em seis (6) Associações de Palinofácies (A, B, C, D, E e F), segundo o maior grau de similaridade dos componentes da matéria orgânica, em relação à sua origem (Tabela 5; Figura 32).

A análise do *modo-Q* possibilitou a subdivisão de 13 intervalos, plotados estratigraficamente (profundidade em cm), de acordo com a distribuição dos componentes particulados da matéria orgânica (Tabela 6; Figura 33).

Tabela 5. Associações de Palinofácies geradas no tratamento estatístico *Modo-R*.

ASSOCIAÇÕES	DESCRIÇÃO
A	Componentes lacustres (algas); Cutículas; Fitoclasto não-opaco bioestruturado estriado;
B	Componentes marinhos (dinocistos) e MOA (heterogênea sem fluorescência e com fluorescência)
C	Componentes lenhosos (Fitoclasto não-opaco não-bioestruturado não-degradado e Fitoclasto não-opaco não-bioestruturado degradado)
D	MOA (homogênea com fluorescência); Componentes lenhosos (Fitoclasto opaco corroído)
E	Componentes lenhosos (Fitoclasto não-opaco bioestruturado bandado, Fitoclasto não-opaco listrado; F. opaco equidimensional)
F	Componentes lenhosos (Fitoclastos não-opacos bioestruturado perfurado).

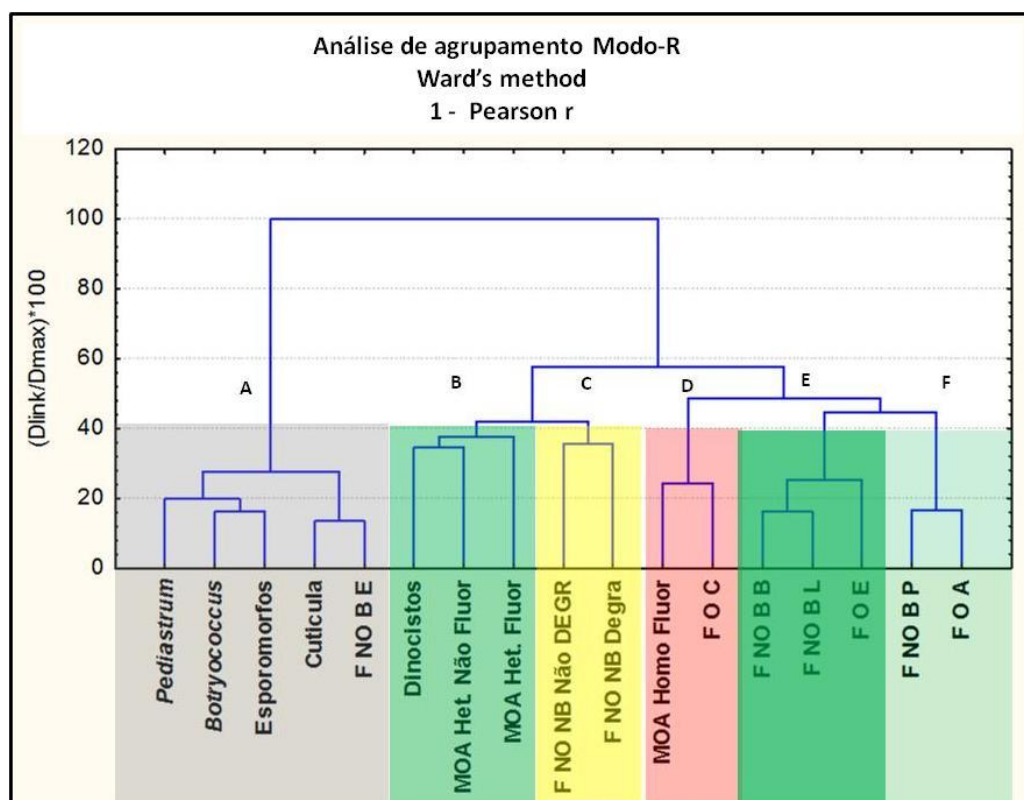


Figura 32. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento Modo-R, segundo o maior grau de similaridade dos componentes da matéria orgânica em relação à sua origem.

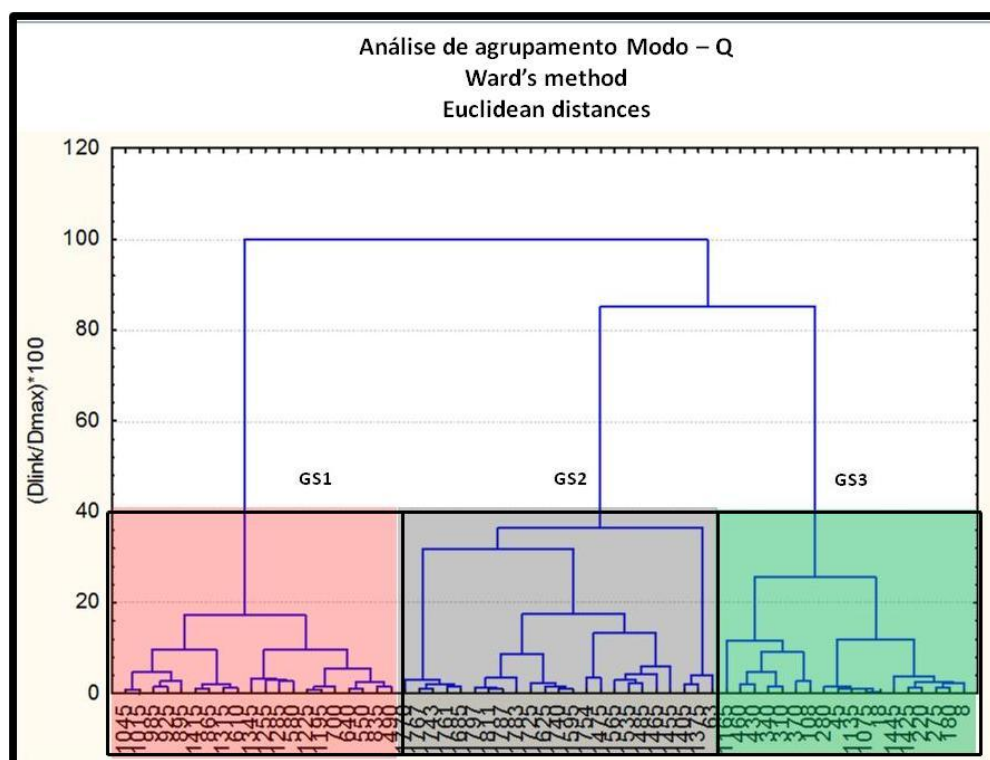


Figura 33. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento modo-Q, para as similaridades ente as amostras em relação à profundidade.

Tabela 6. Resultados da análise de agrupamento Modo-R e Modo-Q com 6 Associações de Palinofácies e 13 intervalos.

Prof. (cm)	Alongado	Equidimens.	Corroído	Listrado	Estriado	Bandado	Perfurado	FNONB Degrad.	FNONB Não Degrad.	Cútícula	MOA Het. Fluor	MOA Het Não Fluor	MOA Homo Fluor	Esporomorfo	<i>Botryococcus</i>	<i>Pediastrum</i>	Dinocistos	Associações	Intervalos	Período
8	3,7	4,4	9,6	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	64,4	B	13	Inter glacial
18	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	97,6			
45	0,7	0,0	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	93,2			
<b>Média</b>	<b>2,3</b>	<b>1,5</b>	<b>5,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>3,7</b>	<b>0,0</b>	<b>2,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>85,1</b>			
63	4,0	1,7	12,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	57,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,7	C	12	
<b>Média</b>	<b>4,0</b>	<b>1,7</b>	<b>12,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>57,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>24,7</b>			
108	2,7	0,0	19,6	7,7	3,1	0,0	0,0	35,4	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	29,2	B + D	11	GLACIAL
137	1,5	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,6	3,5	79,3				
180	3,7	0,0	6,2	0,0	12,9	0,0	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	0,0	64,6				
220	0,0	0,0	5,4	0,0	7,1	0,0	5,8	2,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	75,9				
275	4,3	0,0	12,7	0,0	6,2	0,0	4,7	1,8	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,7	0,4	66,7				
280	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	0,0	86,8				
<b>Média</b>	<b>2,7</b>	<b>0,0</b>	<b>7,7</b>	<b>1,3</b>	<b>4,9</b>	<b>0,0</b>	<b>3,5</b>	<b>6,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>4,6</b>	<b>0,6</b>	<b>67,1</b>			
310	0,0	0,0	0,0	0,0	28,5	0,0	0,4	0,0	0,4	12,5	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	56,6	B + A + D	10	GLACIAL
340	0,0	0,0	0,0	0,0	32,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,4			
370	3,8	0,0	7,4	1,1	4,6	0,0	0,0	32,8	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	49,2				
430	5,8	0,0	15,4	2,7	24,9	0,0	6,1	10,9	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	31,7				
460	10,1	0,0	0,9	3,8	26,9	0,0	7,0	6,3	0,0	10,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,8				
<b>Média</b>	<b>4,0</b>	<b>0,0</b>	<b>4,7</b>	<b>1,5</b>	<b>2,4</b>	<b>0,0</b>	<b>2,7</b>	<b>10,0</b>	<b>0,1</b>	<b>9,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,4</b>	<b>43,8</b>			
490	3,8	0,6	29,3	0,3	0,0	0,0	2,4	0,9	0,0	0,3	0,0	0,0	48,2	0,0	0,3	0,0	13,9	E	9	INTERGLACIAL
550	0,3	0,0	24,6	4,4	6,1	0,0	0,0	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	48,5	0,0	0,0	0,0	8,4			
580	0,6	0,3	21,8	5,2	25,5	0,0	0,6	10,1	0,0	0,9	0,0	0,0	34,4	0,0	0,0	0,0	0,6			
610	1,9	0,0	0,0	1,9	3,8	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	82,9	0,0	0,0	0,0	8,6				
640	0,6	0,0	24,0	9,3	10,2	0,0	1,3	3,2	0,0	0,3	0,0	0,0	48,6	0,0	0,0	2,6				
700	6,9	0,0	16,3	0,9	10,0	0,0	0,0	0,0	0,6	3,4	0,0	0,0	54,4	0,0	0,6	0,0	6,9			
835	2,1	0,0	31,3	0,0	0,0	0,3	0,9	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	57,6	0,0	0,9	0,0	6,3			
865	3,8	0,0	3,2	0,3	6,7	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	70,8	3,2	0,0	0,0	10,5			
895	7,6	0,0	11,5	0,0	0,0	0,0	2,9	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	36,5	5,5	1,9	0,0	24,6			
925	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	47,3	4,3	8,0	0,0	32,1			
985	0,0	0,0	3,8	0,0	5,3	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	53,3	4,7	0,0	0,0	29,2			
1015	0,0	0,0	4,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,7	0,0	64,9	0,0	0,7	0,3	28,4			
1045	0,0	0,0	0,3	0,0	0,9	0,0	0,0	0,3	0,0	2,2	0,0	0,0	69,6	0,0	0,6	0,0	25,9			
<b>Média</b>	<b>2,1</b>	<b>0,1</b>	<b>13,5</b>	<b>1,7</b>	<b>5,3</b>	<b>0,0</b>	<b>1,0</b>	<b>2,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,9</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>55,1</b>	<b>1,4</b>	<b>1,0</b>	<b>0,0</b>	<b>15,2</b>			
1075	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	96,3	B	8	
1135	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	3,1	0,0	91,7				
<b>Média</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>3,9</b>	<b>1,6</b>	<b>0,0</b>	<b>94,0</b>			



Prof. (cm)	Alongado	Equidimens.	Corroído	Listrado	Estriado	Bandado	Perfurado	FNONB Degrad.	FNONB Não Degrad.	Cutícula	MOA Het. Fluor	MOA Het Não Fluor	MOA Homo Fluor	Esporomorfo	<i>Botryococcus</i>	<i>Pediastrum</i>	Dinocistos	Associações	Intervalos	
1165	1,6	0,0	2,8	0,0	3,1	0,0	1,6	0,6	0,0	0,3	0,0	63,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,4	B	7
<b>Média</b>	<b>1,6</b>	<b>0,0</b>	<b>2,8</b>	<b>0,0</b>	<b>3,1</b>	<b>0,0</b>	<b>1,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>63,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>26,4</b>		
1195	7,6	0,0	7,3	2,0	10,9	0,0	3,3	1,7	0,0	4,0	0,0	0,0	57,9	1,3	0,0	0,0	0,0	4,0	E + A + F	6
1225	2,6	0,0	7,4	0,6	14,1	0,3	1,3	1,3	0,0	5,1	0,0	0,0	57,1	3,2	1,3	0,0	5,8			
1255	6,5	0,0	8,3	0,0	18,8	0,0	11,0	0,0	0,0	6,8	0,0	0,0	41,1	2,4	0,0	0,0	5,1			
1285	4,4	0,9	25,4	2,9	11,1	0,0	10,8	2,6	0,0	9,6	0,0	0,0	24,9	4,4	0,3	0,0	2,6			
1315	0,0	0,0	0,0	0,3	10,8	0,0	0,3	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	78,0	3,5	0,3	0,0	2,9			
1345	0,0	0,0	16,0	0,0	29,7	0,0	11,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,8	7,5	0,3	0,3	14,0			
<b>Média</b>	<b>3,5</b>	<b>0,1</b>	<b>10,7</b>	<b>1,0</b>	<b>15,9</b>	<b>0,1</b>	<b>6,3</b>	<b>0,9</b>	<b>0,0</b>	<b>4,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>46,6</b>	<b>3,7</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>5,7</b>			
1375	1,6	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,3	0,0	0,0	2,3	85,1	0,0	0,0	5,5	0,0	0,0	3,9	C	5	
<b>Média</b>	<b>1,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2,3</b>	<b>85,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>5,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>3,9</b>			
1405	17,0	0,0	0,0	0,0	23,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	40,0	B + F + E	4	
1415	0,9	0,0	5,9	0,0	1,5	0,0	1,8	0,0	0,9	0,3	0,0	0,0	73,0	0,0	0,6	0,0	15,1			
1425	0,0	0,0	10,6	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	2,4	0,0	78,3			
1445	5,9	0,0	13,2	0,0	0,0	0,0	16,6	0,0	0,0	11,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	53,2			
1455	22,5	0,0	15,0	0,5	10,3	0,0	30,0	3,3	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,9	2,8	5,6			
<b>Média</b>	<b>9,3</b>	<b>0,0</b>	<b>9,0</b>	<b>0,1</b>	<b>7,0</b>	<b>0,0</b>	<b>10,4</b>	<b>0,7</b>	<b>0,2</b>	<b>3,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>14,6</b>	<b>5,3</b>	<b>0,8</b>	<b>0,6</b>	<b>38,4</b>			
1465	13,6	0,0	6,4	0,0	53,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	6,4	10,2	3,4	A + D	3	
1475	2,7	0,0	0,0	1,9	23,1	0,0	1,9	0,0	39,3	12,5	0,0	0,0	0,0	5,3	3,2	6,9	3,4			
1485	9,0	0,9	7,0	1,5	36,7	0,0	6,4	4,9	0,0	7,7	0,0	0,0	0,0	5,8	2,3	10,9	7,0			
1535	5,7	2,7	0,0	9,9	27,3	6,5	15,6	6,2	1,2	2,7	0,0	0,0	0,0	3,7	4,2	13,4	0,7			
1565	0,6	1,2	3,3	0,0	30,0	0,0	20,1	0,0	0,0	21,0	0,0	0,0	0,0	9,0	4,5	9,6	0,6			
1595	0,8	0,0	0,0	0,0	48,2	0,0	1,6	5,2	0,3	31,3	0,0	0,0	0,0	5,2	0,5	5,2	1,8			
1625	0,0	0,0	0,0	0,0	55,9	0,0	7,4	0,0	0,0	29,8	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	4,7	0,3			
1655	0,0	0,0	0,0	0,0	27,3	0,0	7,4	0,0	0,0	51,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	12,9	0,8			
<b>Média</b>	<b>4,0</b>	<b>0,6</b>	<b>2,1</b>	<b>1,7</b>	<b>37,8</b>	<b>0,8</b>	<b>7,5</b>	<b>2,0</b>	<b>5,1</b>	<b>19,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>4,7</b>	<b>2,6</b>	<b>9,2</b>	<b>2,3</b>			
1685	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	0,0	7,9	50,4	0,0	26,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	5,8	0,0			D + A
1725	0,0	0,0	0,0	0,0	46,9	0,0	0,0	0,0	0,0	24,1	0,0	0,0	0,0	14,0	2,5	12,4	0,0			
1740	0,0	0,0	0,0	0,0	48,2	0,0	0,0	0,0	0,0	38,2	0,0	0,0	0,0	4,2	2,5	6,9	0,0			
1743	0,6	0,0	0,0	0,0	18,0	0,0	2,1	53,3	0,3	20,4	0,0	0,0	0,0	4,5	0,6	0,3	0,0			
1754	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8	0,0	0,0	10,0	62,5	13,2	0,0	0,0	0,0	4,1	0,3	1,2	0,0			
1761	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4	0,0	5,3	55,6	0,0	17,3	0,0	0,0	0,0	8,6	4,1	1,7	0,0			
1767	0,0	0,0	0,0	0,0	17,4	0,0	0,0	58,4	0,3	14,0	0,0	0,0	0,0	1,9	2,8	5,2	0,0			
1770	0,0	0,0	0,0	0,0	16,1	0,0	0,0	42,9	0,0	13,1	0,0	0,0	0,0	3,5	8,9	15,6	0,0			
<b>Média</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>21,4</b>	<b>0,0</b>	<b>1,9</b>	<b>33,8</b>	<b>7,9</b>	<b>20,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>5,1</b>	<b>2,8</b>	<b>6,1</b>	<b>0,0</b>			
1783	0,0	0,0	0,0	0,0	21,7	0,0	0,0	14,0	0,0	35,9	0,0	0,0	0,0	14,5	8,9	5,1	0,0	A	1	
1787	0,0	0,0	0,0	0,0	30,5	0,0	0,5	7,1	0,0	47,9	0,0	0,0	0,0	8,7	5,0	0,3	0,0			
1797	0,6	0,0	0,0	0,0	34,5	0,0	3,8	0,0	0,0	54,1	0,0	0,0	0,0	4,1	2,9	0,0	0,0			
1811	0,0	0,0	0,0	0,0	30,1	0,0	1,1	0,0	0,0	48,7	0,0	0,0	0,3	8,6	9,7	1,4	0,0			
<b>Média</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>29,1</b>	<b>0,0</b>	<b>1,4</b>	<b>6,3</b>	<b>0,0</b>	<b>46,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>9,0</b>	<b>6,6</b>	<b>1,7</b>	<b>0,0</b>			

GLACIAL

**Associação de Palinofácies A:**

Esta Associação de Palinofácies está representada pelos componentes lenhosos do Grupo Fitoclasto, subgrupo dos fitoclastos não-opacos bioestruturados do tipo estriado, com uma variação percentual entre 0,0-53,8%, ao longo do testemunho. Também ocorrem altas variações no percentual de cutículas, entre 0,0-54,1%. Os componentes continentais do Grupo Palinomorfo de origem terrestre, representados pelos esporomorfos, ocorrem com baixos valores percentuais, entre 0,0-14,5%. E os componentes do Grupo Palinomorfo de origem continental lacustre, representados pelas algas de água doce dos gêneros *Botryococcus* e *Pediastrum*, ocorrem com baixos valores percentuais, em relação ao total da matéria orgânica (Tabela 6).

**Associação de Palinofácies B:**

Nesta Associação predominam os componentes do Grupo Palinomorfo de parede orgânica de origem marinha, representados pelos dinocistos, com uma variação percentual entre 0,0-97,6%, do total da matéria orgânica. E somente na amostra de profundidade 1165 cm, ocorrem 63,7% de um componente do Grupo MOA (Matéria Orgânica Amorfa), representado pela matéria orgânica retrabalhada pela ação bacteriana do tipo heterogênea sem fluorescência e/ou baixa fluorescência (laranja muito fraca) (Tabela 6). Esta Associação de Palinofácies está representada apenas pelo Grupo da MOA (Matéria Orgânica Amorfa), produto do retrabalhamento pela ação bacteriana da matéria orgânica do tipo heterogênea, exibindo fluorescência de amarela esverdeada fraca a laranja fraca. Ocorrendo com 57,3% na amostra de profundidade de 63 cm e com 85,1%, na amostra de profundidade de 1375 cm (Tabela 6).

**Associação de Palinofácies C:**

Associação que corresponde aos componentes lenhosos do Grupo Fitoclasto, representados pelos fitoclastos do subgrupo não-opaco não-bioestruturado degradado e pelo subgrupo, não-opaco não-bioestruturado não-degradado (Tabela 6).

Os valores percentuais dos fitoclastos do subgrupo não-opaco não-bioestruturado não degradado, predominam ao longo do testemunho, entre 0,0-62,5,4%. e do não-opaco bioestruturado degradado é de 0,0-58,4%.

### **Associação de Palinofácies D:**

Esta associação é composta pelo Grupo MOA, representada por uma matéria orgânica retrabalhada pela ação bacteriana do tipo homogênea, exibindo fluorescência amarela esverdeada fraca. E composta também, de componentes do Grupo Fitoclasto, representados pelo subgrupo dos fitoclastos opacos do tipo corroído (Tabela 6).

O percentual de MOA do tipo homogênea, exibindo fluorescência amarelada, predomina nas amostras do meio do testemunho, porém variando seu percentual ao longo do testemunho entre 0,0-82,9%.

Os fitoclastos opacos do tipo corroído ocorrem em menor percentagem, variando entre 0,0-29,3%.

### **Associação de Palinofácies E:**

Associação composta apenas pelos componentes do Grupo Fitoclasto, representados por 2 (dois) subgrupos: subgrupo dos fitoclastos não-opacos bioestruturados dos tipos bandado, listrado. E pelo subgrupo dos fitoclastos opacos dos tipos equidimensional (Tabela 6).

O subgrupo dos fitoclastos não-opacos bioestruturados predomina nesta associação, com uma variação percentual do tipo listrado entre 0,0-9,9%; os tipos bandado e opaco equidimensional não ultrapassam 6,5% e 4,4 respectivamente.

### **Associação de Palinofácies F:**

O subgrupo dos fitoclastos opacos ocorre com um percentual do tipo opaco alongado entre 0,0-22,5% e, o tipo não opaco bioestruturado perfurado.

### **Divisão dos intervalos**

Tendo em vista a variação dos grupos e subgrupos da matéria orgânica, a partir das associações geradas de acordo com o agrupamento *Modo-Q*, o testemunho analisado apresentou três grupos distintos (GS1; GS2 e GS3) e cada grupo é composto por amostras similares entre si. Cada amostra adquirindo o seu grupo correspondente e colocada estratigraficamente (na ordem de profundidade) ao longo do testemunho irá gerar uma sequência de grupos com amostras semelhantes entre si. Por exemplo, amostras do grupo similar 2 ( = GS2 ) serão distribuídas alternadamente no testemunho formando três ocorrências (Tabela 6). A distribuição desses GS ao longo do testemunho gerou 13 intervalos. (Tabela 6). Estes intervalos obtidos são importantes para visualização das mudanças nos parâmetros palinofaciológicos ao longo do testemunho.

### **- INTERVALO 1**

**Amostras:** de 1783 cm a 1811 cm

O Intervalo 1 é composto somente pela Associação de Palinofácies A. Esse intervalo marca uma condição mais proximal de deposição da matéria orgânica sedimentar, com cutículas, fitoclastos não-opacos bioestruturados, esporomorfos, *Botryococcus* e *Pediastrum*.

A assembleia de componentes da matéria orgânica particulada é caracterizada pelo predomínio de fragmentos de cutícula (35,9-54,1%); componentes lenhosos do subgrupo dos fitoclastos não-opacos bioestruturados do tipo estriado, com valores percentuais variando entre 21,7-34,5%. Também, é composto pelo Grupo Palinomorfo, representado pelas algas de água doce dos gêneros *Botryococcus*, com valores percentuais mais elevados (2,9-9,7%), ao longo do intervalo, que *Pediastrum* (0,0-5,1%) e componentes terrestres, representados pelos esporomorfos, com valores percentuais entre 4,1-14,5% (Tabela 6).

### **- INTERVALO 2**

**Amostras:** de 1685 cm a 1770 cm

Intervalo constituído pelas Associações de Palinofácies D e A, onde estão incluídos fitoclastos não-opacos não-bioestruturados degradados e não degradados; cutículas; fitoclastos não-opacos bioestruturados do tipo estriado; esporomorfos; *Botryococcus* e *Pediastrum*. Esse Intervalo marca também, assim como no Intervalo 1, tendência de distribuição em fácies mais proximais.

Esta assembleia de componentes da matéria orgânica particulada é caracterizada pelo predomínio de fitoclastos não-opacos não-bioestruturados degradados, com valores percentuais entre 0,0-58,4% e, somente na amostra de profundidade 1754 cm, ocorre 62,5% de fitoclastos não-opacos não-bioestruturados não degradados; componentes do subgrupo dos fitoclastos não-opacos bioestruturados do tipo estriado, com valores percentuais variando entre 7,4-48,2% e fragmentos de cutícula (13,1-38,2%). O Grupo Palinomorfo é composto por *Pediastrum*, com valores percentuais entre 0,3-15,6%, *Botryococcus* entre 0,3-8,9% e também, esporomorfos com percentual variando entre 0,0-14,0% (Tabela 6).

### **- INTERVALO 3**

**Amostras:** de 1465 cm a 1655 cm

Este Intervalo também é constituído pelas Associações de Palinofácies **A** e **D** que, assim como nos Intervalos **1** e **2**, mostram também condição mais proximal de deposição da matéria orgânica sedimentar.

A matéria orgânica é caracterizada pelo predomínio do subgrupo dos fitoclastos não-opacos bioestruturados do tipo estriado, com variação percentual entre 23,1-55,9%; fragmentos de cutícula (0,0-51,0%); o subgrupo de fitoclastos não-opacos não-bioestruturados não degradados ocorre com um valor percentual de 39,3%, somente na amostra de profundidade 1475 cm, nas demais amostras ocorre com valores percentuais inferiores a 1,2%; os fitoclastos não-opacos não-bioestruturados degradados apresentam baixa ocorrência, com valores entre 0,0-6,2%. O Grupo Palinomorfo está composto por *Pediastrum*, com valores percentuais entre 4,7-13,4% e *Botryococcus* entre 0,0-6,4%. E também, por esporomorfos com valores entre 0,6-9,0% (Tabela 6).

#### **- INTERVALO 4**

**Amostras:** de 1405 cm a 1455 cm

O Intervalo **4** é composto pelas Associações de Palinofácies **B**, **E** e **F**, representado por componentes marinhos do Grupo Palinomorfo, os dinocistos, que ocorrem com grande variação percentual, entre 5,6-78,3%. O Grupo MOA está representado por uma matéria orgânica do tipo homogênea exibindo fluorescência amarela esverdeada fraca e, por vezes, com tonalidade laranja amarelada também fraca, ocorre somente na amostra de profundidade de 1415 cm, com 73,0%. O Grupo Fitoclasto está representado pelo subgrupo de fitoclastos opacos dos tipos corroído, com valores percentuais entre 0,0-15,0% e alongado (0,0-22,5%); o subgrupo de fitoclastos não-opacos bioestruturados do tipo perfurado, apresenta variação percentual entre 0,0-30,0%, geralmente, ocorrendo mais na forma quadrática e o tipo listrado, ocorre com percentual de apenas 0,5% (Tabela 6).

#### **- INTERVALO 5**

**Amostras:** 1375 cm

Composto pela Associação **C**, representado por 85,1% de componentes do Grupo MOA heterogênea, exibindo fluorescência de amarela esverdeada média a laranja amarelada fraca, desde um aspecto grumoso (mais denso), a mais ralo (menos denso). Provavelmente, um momento de deposição mais prolongado, que se estendeu desde o final do intervalo anterior.

Este intervalo coincide com a mudança da litologia, de lamas ricas em carbonatos (LR), para lama levemente carbonática (LL) (Tabela 6).

#### **- INTERVALO 6**

**Amostras:** de 1195 cm a 1345 cm

Intervalo composto pelas Associações de Palinofácies **E**, **A** e **F**, representado por uma matéria orgânica amorfa do tipo homogênea, exibindo fluorescência de amarela esverdeada média a laranja amarelada fraca, com altos valores percentuais variando entre 20,8-78,0%; o subgrupo dos fitoclastos opacos do tipo corroído, ocorre com percentual entre 0,0-25,4%, o tipo alongado com percentual entre 0,0-7,6%, e o percentual do tipo equidimensional é inferior a 1%; o subgrupo de fitoclastos não-opacos bioestruturados apresenta altos valores percentuais do tipo estriado, com variação entre 10,9-29,7%, o tipo perfurado ocorre entre 0,3-11,30% e, os tipos listrado e bandado, ocorrem com baixos percentuais, não ultrapassando 3%. O Grupo Palinomorfo é composto pelos esporomorfos, componentes de origem terrestre, com baixos valores percentuais, variando entre 1,3-7,5% e, os componentes lacustres, *Botryococcus* e *Pediastrum* ocorrem com valores inferiores a 1,3% (Tabela 6).

#### **- INTERVALO 7**

**Amostras:** 1165 cm

Este Intervalo é composto apenas pela Associação de Palinofácies **B**, representado por 63,7% de componentes do Grupo MOA heterogênea sem fluorescência. Esta MOA apresenta-se no estado de grumoso a ralo. O Grupo Palinomorfo está representado por 26,4% de dinocistos (Tabela 6).

#### **- INTERVALO 8**

**Amostras:** 1075 cm e 1135 cm

Intervalo composto apenas pela Associação de Palinofácies **B**, representado por 2 (duas) amostras, onde ocorrem a maior média percentual de dinocistos do testemunho, entre 91,7% e 96,3% (Tabela 6).

#### **- INTERVALO 9**

**Amostras:** de 490 cm a 1045 cm

O Intervalo **9** é composto apenas pela Associação de Palinofácies **E**. Representado por um alto percentual de MOA homogênea exibindo fluorescência, variando entre 34,4-82,9%. E

também, pelo subgrupo de fitoclasto opaco do tipo corroído, com valores percentuais entre 0,0-31,3% (Tabela 6).

#### **- INTERVALO 10**

**Amostras:** de 310 cm a 460 cm

Neste Intervalo estão contidas as Associações de Palinofácies **B**, **A** e **D**, que está representado por um alto valor percentual de componentes marinhos do Grupo Palinomorfo, os dinocistos, variando entre 31,7-56,6%. Representado também, pelo subgrupo de fitoclastos não-opacos bioestruturados do tipo estriado, com valor percentual entre 4,6-32,0%; fragmentos de cutículas, entre 0,5-21,6%; pelo subgrupo de fitoclastos não-opacos não-bioestruturados degradados, com um valor médio percentual de 32,8%, na amostra de profundidade de 370 cm e, nas amostras de profundidades de 430 cm e 460 cm, os valores percentuais diminuem abruptamente para 10,9% e 6,3%, respectivamente, e somente na amostra de profundidade de 310 cm ocorre 0,4% de fitoclastos não-degradados. Ocorrem também, neste Intervalo, componentes continentais lacustres, com baixos valores percentuais de *Pediastrum* (0,0-1,7%) e *Botryococcus*, com valores inferiores a 0,3%, ocorrendo apenas na amostra de profundidade de 370 cm (Tabela 6).

#### **- INTERVALO 11**

**Amostras:** de 108 cm a 280 cm

Intervalo composto pelas Associações de Palinofácies **B** e **D**, com um alto valor percentual de componentes marinhos, representados pelos dinocistos, variando entre 29,2%-86,8%. Composto também, pelo subgrupo de fitoclastos não-opacos não-bioestruturados degradados com 35,4% de ocorrência, na amostra de profundidade de 108 cm e, nas demais amostras, não ultrapassando 2,0%; o tipo não-degradado, ocorre somente na amostra de profundidade 220 cm, com apenas 3,4%. Nesse intervalo as amostras apresentam níveis com óxidos de ferro (Tabela 6).

#### **- INTERVALO 12**

**Amostras:** 63 cm

O Intervalo **12** é composto apenas pela Associação de Palinofácies **C**, com 57,3% de MOA, heterogênea, exibindo fluorescência, de amarela média a laranjada fraca. Nesse intervalo as amostras apresentam níveis com óxidos de ferro (Tabela 6).

## - INTERVALO 13

**Amostras:** de 8 cm a 45 cm

Intervalo composto pela Associação de Palinofácies **B**, onde ocorre um alto valor percentual de dinocistos, variando entre 64,4-79,6%. Nesse intervalo as amostras apresentam níveis com óxidos de ferro (Tabela 6).

### 6.2 Análise de Palinologia

Para a análise de palinologia foram preparadas 85 amostras, porém foram consideradas as amostras que atingiram acima de 30 partículas na contagem absoluta. As amostras que não atingiram este número foram consideradas não recuperadas. No Testemunho GL-77, para o estudo de palinologia, foram analisadas 81 amostras (Tabela 7).

Para esta análise foi contado entre 300 a 500 componentes de palinomorfos, este procedimento foi adotado, para que o grupo dos palinomorfos tivesse uma boa representatividade para o cálculo do percentual relativo.

Lembrando que para esta análise foram considerados: os esporomorfos; o subgrupo microplâncton de parede orgânica de água doce (*Pediastrum* e *Botryococcus*); subgrupo microplâncton marinho (dinocistos, independente da espécie) e o subgrupo zoomorfo (palinoforaminíferos), com o propósito de se determinar a relação continental-marinho (tendência proximal-distal) (Figuras 34 e 35).

Com a utilização de peneiras com malha de abertura de 5 $\mu$ m, para que o material sobrenadante da preparação não fosse desperdiçado, pode-se afirmar que a recuperação de alguns destes elementos foi bastante satisfatória.

Tabela 7. Número de amostras utilizadas para a análise de Palinologia do Testemunho GL-77.

TESTEMUNHO	Número de Amostras	Amostras Analisadas	Amostras Não Recuperadas
Testemunho GL-77	85	81	4

A tabela 8 contém os valores percentuais da análise de Palinologia; os Intervalos Climáticos (Zonas) e as Fases Climáticas.

Nas profundidades de 1455 a 1811 cm, os componentes continentais (esporomorfos, *Botryococcus* e *Pediastrum*) ocorrem conjuntamente, com valores percentuais de médios a altos (entre 45,5-100,0%). Estas profundidades coincidem com a fase glacial, que corresponde ao intervalo climático da Zona W (Tabela 8; Figuras 34 e 35).



Nas amostras de profundidades entre 8 a 1445 cm, as algas do gênero *Pediastrum* estão ausentes ou ocorrem com baixíssimos valores percentuais. *Botryococcus* ocorre ao longo destas amostras, porém somente em algumas delas ocorre com valores entre 10-25% (na profundidade de 925 cm; entre as profundidades de 550 a 640 cm e nas de 400 cm e 122 cm) (Tabela 8; Figura 35).

Os esporomorfos ocorrem com valores percentuais entre 10,8-35,5% (nas amostras de profundidades de 1255 cm a 1405 cm); 21,9% (985 cm); 12,2-19,6% (865 cm a 895 cm); 13,4-35,4% (490 cm a 640 cm); 13,7% (370 cm) e 13,5-39,8% (95 cm a 180 cm) (Tabela 8; Figura 35).

A partir do intervalo interglacial, que corresponde à Zona X (835 cm a 1455 cm); no intervalo glacial, correspondente à Zona Y (63 cm a 755 cm) e no intervalo interglacial, correspondente à Zona Z (8 cm - 45 cm) o *Pediastrum* deixa de ocorrer ou ocorre com baixíssimos valores percentuais, inferiores a 7,5% (Tabela 8; Figura 35).

Já o *Botryococcus* e os esporomorfos parecem obedecer a uma ocorrência cíclica, que pode estar relacionada ao Ciclo de Milankovitch, devido ao fato dessas ocorrências coincidirem com os intervalos glaciais e interglaciais, que por sua vez, coincidem com a variação climática que ocorreu nesses determinados períodos (Tabela 8).

Este ciclo pode ser visto a partir do intervalo interglacial (1405 cm a 1255 cm de profundidade), que corresponde à Zona X (aproximadamente 120 mil anos AP) e no intervalo interglacial (865 cm a 985 cm), correspondente à Zona X (aproximadamente 84 mil anos). O que também acontece no intervalo glacial (490 cm a 640 cm), correspondente à Zona Y (aproximadamente 43 mil anos) e no intervalo glacial (95 cm a 180 cm), Zona Y (20 mil anos) (Tabela 8).

Em relação aos palinomorfos marinhos. Os palinoforaminíferos ocorrem com valores percentuais entre 0,4-44% no intervalo interglacial (1225 cm a 1415 cm), correspondente à Zona X. No intervalo glacial (amostra de profundidade de 340 cm), ocorre com um percentual de 11,2% e na profundidade de 220 cm, 27,3%, que corresponde à Zona Y. No intervalo interglacial (profundidades de 15 cm a 36 cm), correspondente à Zona Z, os valores estão entre 17,9-62,2% (Tabela 8; Figuras 34 e 35).

Na base do testemunho, entre as amostras de profundidades 1595 cm a 1811 cm, praticamente não ocorrem dinocistos, somente na amostra (1595 cm), ocorrem com valores percentuais inferiores a 7,8%. A partir da amostra de profundidade 1565 cm até a 1465 cm, ocorrem com valores percentuais entre 11,1-54,5%, marcando o final do primeiro intervalo glacial do testemunho, correspondente à Zona W. Do início do intervalo interglacial, da

amostra de profundidade de 835 cm até a 1455 cm, ocorre um aumento significativo no percentual dos dinocistos, entre 32,4-100,0%, que corresponde à Zona X. Nos próximos dois intervalos, glacial (Zona Y) e interglacial (Zona Z), ocorrem uma variação no percentual de dinocistos entre 46,0-100,0% e 35,1-100,0%, respectivamente (Tabela 8; Figura 35).

Tabela 8. Valores percentuais de Palinologia; Intervalos Climáticos (Zonas) e Fases Climáticas.

GL77	Prof. (cm)	Esporomorfo	<i>Botryococcus</i>	<i>Pediastrum</i>	Continental Total	Dinocisto Autotrófico	Dinocisto Heterotrófico	Microplânc. Marinho	Palinofor.	Marinho Total	ZONAS	Fases Climáticas
1	8	7,8	0,0	0,0	7,8	84,5	0,0	84,5	7,8	92,2	Z	Interglacial
2	15	2,7	0,0	0,0	2,7	35,1	0,0	35,1	62,2	97,3		
3	18	0,7	0,0	0,0	0,7	81,4	0,0	81,4	17,9	99,3		
4	36	1,3	0,0	1,3	2,5	63,3	0,0	63,3	34,2	97,5		
5	40	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0		
6	45	0,0	0,3	0,0	0,3	94,1	0,0	94,1	5,6	99,7		
7	63	0,3	0,3	0,0	0,6	99,4	0,0	99,4	0,0	99,4		
8	70	0,0	0,3	0,0	0,3	99,4	0,0	99,4	0,3	99,7	Y1	Glacial
9	80	4,4	0,0	0,6	5,1	94,9	0,0	94,9	0,0	94,9		
10	95	23,5	0,0	0,0	23,5	67,6	0,0	67,6	8,8	76,5		
11	108	39,8	2,0	2,8	44,7	54,5	0,0	54,5	0,8	55,3		
12	122	13,5	12,8	7,5	33,8	60,2	0,0	60,2	6,0	66,2		
13	137	15,5	9,2	0,7	25,4	74,6	0,0	74,6	0,0	74,6		
14	148	6,5	0,0	0,3	6,8	84,5	0,0	84,5	8,7	93,2		
15	180	16,4	3,9	0,0	20,4	79,6	0,0	79,6	0,0	79,6		
16	220	6,5	1,8	0,9	9,2	63,5	0,0	63,5	27,3	90,8		
17	230	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0		
18	260	1,0	0,0	0,0	1,0	99,0	0,0	99,0	0,0	99,0		
19	275	5,9	0,8	0,6	7,3	83,8	0,0	83,8	8,9	92,7		
20	280	1,6	1,9	0,6	4,1	95,9	0,0	95,9	0,0	95,9		
21	310	0,0	0,0	0,0	0,0	99,7	0,3	100,0	0,0	100,0	Y2	
22	340	0,8	7,4	0,0	8,2	80,6	0,0	80,6	11,2	91,8		
23	370	13,7	2,0	1,6	17,3	82,7	0,0	82,7	0,0	82,7		
24	400	8,1	10,9	0,2	19,2	80,8	0,0	80,8	0,0	80,8		
25	430	8,4	8,9	0,8	18,0	81,7	0,0	81,7	0,3	82,0		
26	460	4,2	1,8	0,0	6,1	93,9	0,0	93,9	0,0	93,9	Y3	
27	490	25,2	3,8	0,0	29,0	71,0	0,0	71,0	0,0	71,0		
28	520	20,9	7,0	0,0	27,8	72,2	0,0	72,2	0,0	72,2	Y4	
29	550	35,4	25,0	0,0	60,4	39,6	0,0	39,6	0,0	39,6		
30	580	33,3	16,1	4,6	54,0	46,0	0,0	46,0	0,0	46,0		
31	610	2,3	23,6	0,0	25,9	74,1	0,0	74,1	0,0	74,1		
32	640	13,4	14,3	0,0	27,7	70,6	0,0	70,6	1,7	72,3		
33	700	4,1	1,4	0,0	5,5	93,6	0,0	93,6	0,9	94,5	Y5	
34	730	9,4	3,1	0,0	12,5	87,5	0,0	87,5	0,0	87,5		
35	755	8,7	4,3	0,0	13,0	86,5	0,0	86,5	0,5	87,0		
36	835	0,0	2,3	0,0	2,3	97,7	0,0	97,7	0,0	97,7	X1	
37	865	12,2	0,7	0,0	12,9	87,1	0,0	87,1	0,0	87,1		
38	895	19,6	2,8	0,0	22,4	76,9	0,4	77,2	0,4	77,6	X2	
39	925	7,2	13,5	0,0	20,8	79,2	0,0	79,2	0,0	79,2		
40	955	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0		

GL77	Prof. (cm)	Esporomorfo	<i>Botryococcus</i>	<i>Pediastrum</i>	Continental Total	Dinocisto Autotrófico	Dinocisto Heterotrófico	Microplânc. Marinho	Palinofor.	Marinho Total	ZONAS	Fases Climáticas
41	985	21,9	0,0	0,0	21,9	77,7	0,0	77,7	0,4	78,1	X2	Interglacial
42	1015	7,2	4,9	0,0	12,1	87,9	0,0	87,9	0,0	87,9		
43	1045	6,7	6,7	0,0	13,5	85,6	0,6	86,2	0,3	86,5		
44	1075	0,7	1,6	0,0	2,3	97,7	0,0	97,7	0,0	97,7		
45	1105	0,3	2,5	0,0	2,9	97,1	0,0	97,1	0,0	97,1		
46	1135	5,2	3,1	0,0	8,3	91,7	0,0	91,7	0,0	91,7		
47	1165	6,8	0,9	0,0	7,7	89,7	0,9	90,6	1,7	92,3		
48	1195	8,2	5,3	0,0	13,5	82,1	0,0	82,1	4,4	86,5		
49	1225	4,5	3,5	0,0	8,0	70,9	5,1	75,9	16,0	92,0		
50	1255	35,5	9,5	0,0	45,0	30,2	2,3	32,4	22,5	55,0		
51	1285	18,0	3,9	0,0	21,9	56,9	4,3	61,1	17,0	78,1	X3	Interglacial
52	1315	24,7	1,6	1,2	27,5	72,1	0,0	72,1	0,4	72,5		
53	1345	25,7	1,5	0,2	27,3	53,3	1,8	55,1	17,6	72,7		
54	1375	16,8	0,7	0,2	17,7	58,4	1,4	59,8	22,5	82,3		
55	1405	10,8	0,2	0,0	11,0	28,8	16,2	45,0	44,0	89,0		
56	1415	4,1	0,7	2,0	6,8	66,9	0,7	67,6	25,7	93,2		
57	1425	5,0	2,3	0,0	7,3	92,7	0,0	92,7	0,0	92,7		
58	1435	0,7	0,7	0,0	1,4	98,6	0,0	98,6	0,0	98,6		
59	1445	6,8	0,0	0,0	6,8	93,2	0,0	93,2	0,0	93,2		
60	1455	4,6	8,8	32,2	45,6	54,4	0,0	54,4	0,0	54,4		
61	1465	4,6	8,6	32,3	45,5	54,5	0,0	54,5	0,0	54,5	W1	Glacial
62	1475	25,7	23,2	28,3	77,1	22,9	0,0	22,9	0,0	22,9		
63	1485	32,9	7,8	36,9	77,6	22,4	0,0	22,4	0,0	22,4		
64	1505	18,5	21,0	41,4	80,9	19,1	0,0	19,1	0,0	19,1		
65	1535	18,9	11,6	53,5	84,0	16,0	0,0	16,0	0,0	16,0		
66	1565	22,0	32,9	34,0	88,9	11,1	0,0	11,1	0,0	11,1		
67	1595	45,2	9,9	37,1	92,2	7,8	0,0	7,8	0,0	7,8		
68	1625	53,0	20,4	22,8	96,1	3,9	0,0	3,9	0,0	3,9		
69	1655	32,8	20,7	44,0	97,4	2,6	0,0	2,6	0,0	2,6		
70	1685	4,7	17,3	77,3	99,3	0,7	0,0	0,7	0,0	0,7		
71	1725	34,7	12,1	53,3	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	W2	Glacial
72	1740	15,1	18,4	66,5	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
73	1743	48,4	19,7	31,1	99,2	0,8	0,0	0,8	0,0	0,8		
74	1754	24,8	55,0	20,1	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
75	1761	10,8	49,6	38,4	98,7	1,3	0,0	1,3	0,0	1,3		
76	1767	11,8	22,7	65,5	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
77	1770	7,6	21,0	71,3	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
78	1783	36,0	21,8	42,1	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
79	1787	76,0	8,9	14,9	99,8	0,2	0,0	0,2	0,0	0,2		
80	1797	40,0	22,9	37,1	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
81	1811	20,5	18,6	60,5	99,5	0,5	0,0	0,5	0,0	0,5		

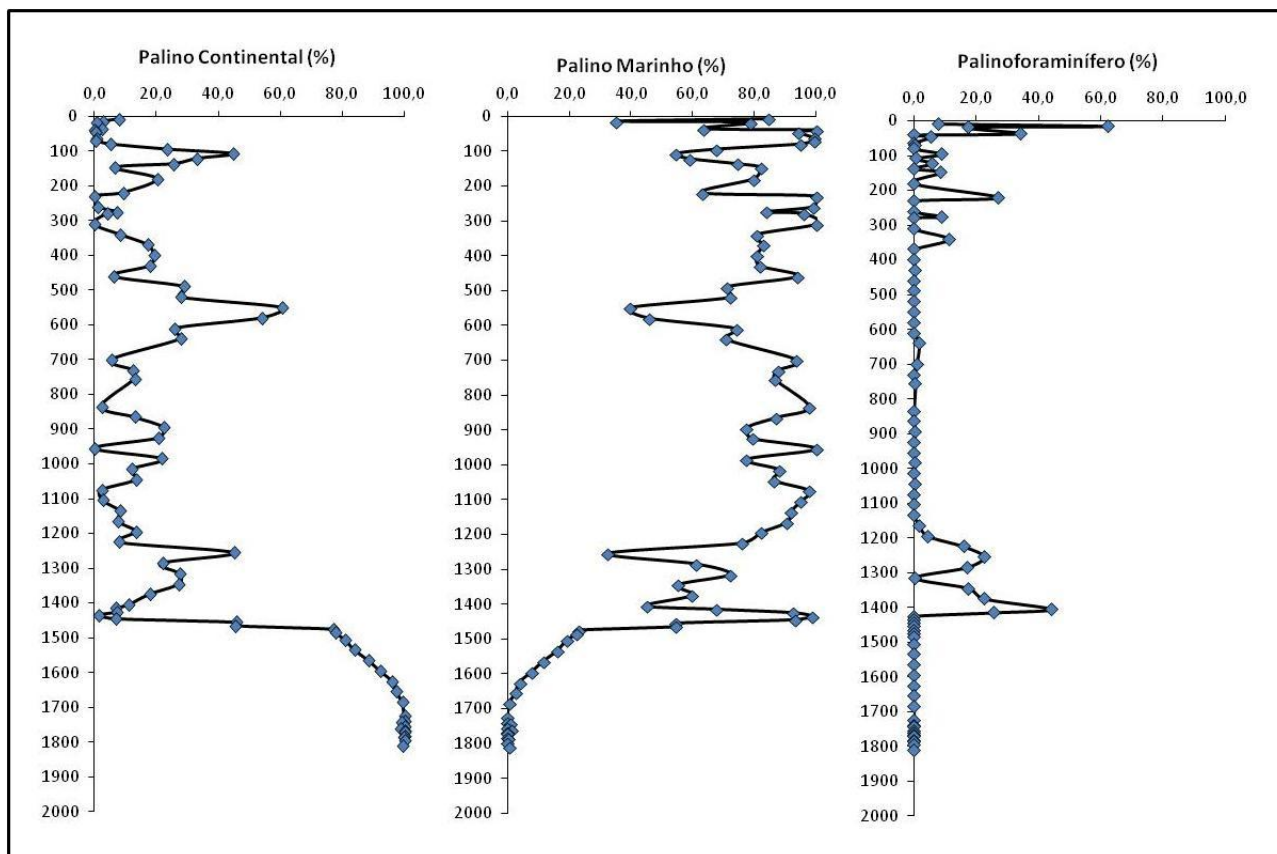


Figura 34. Percentual de distribuição dos subgrupos de Palinórfos Continentais, Marinhos e Palinoforaminíferos em relação ao total de componentes da análise palinológica - Testemunho - GL-77.

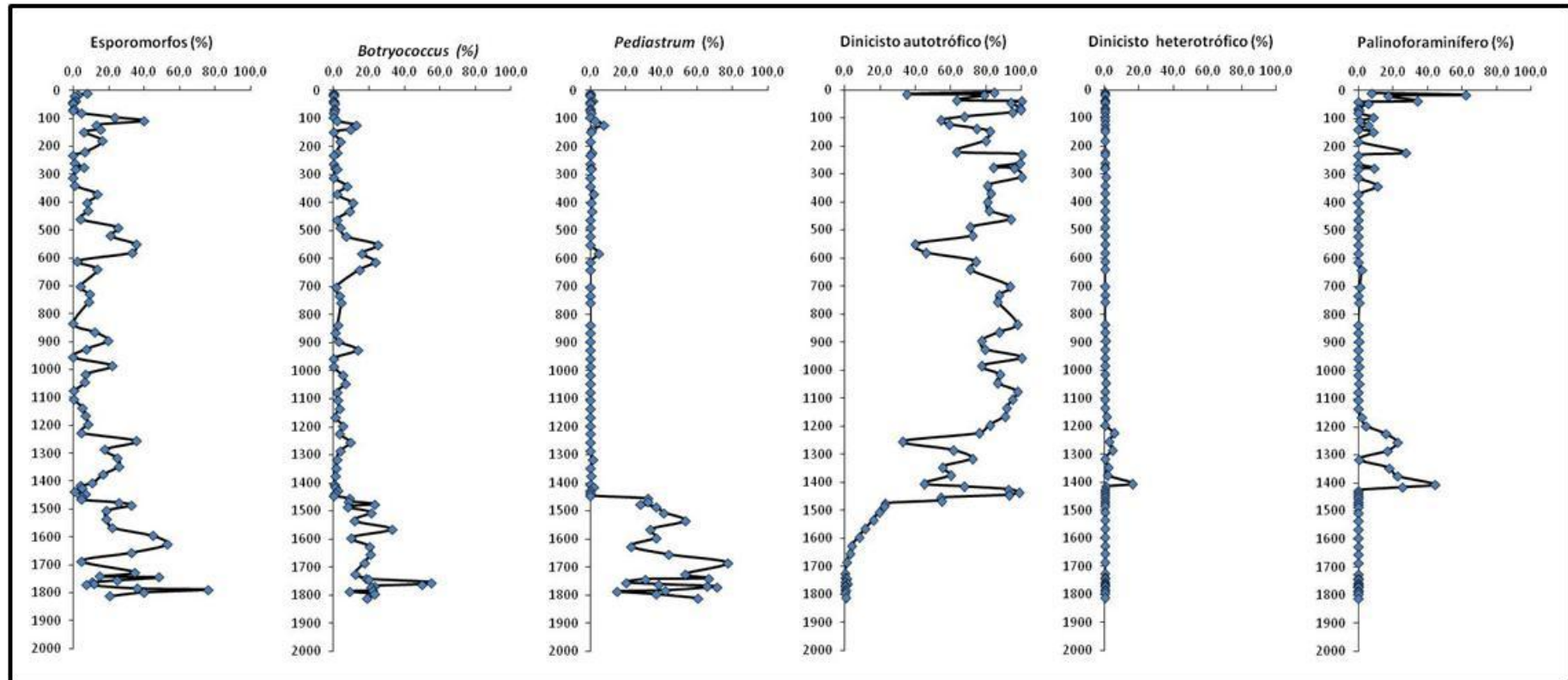


Figura 35. Percentual de distribuição dos subgrupos Palinomorfos Continentais (esporomorfo; microplâncton de água doce) e Marinhos (Dinocistos) e Zoomorfos (Palinoforaminífero) em relação ao total de componentes da análise palinológica - Testemunho - GL-77.

### 6.2.1 Tratamento Estatístico dos Dados de Palinologia

Para auxiliar na interpretação dos dados de palinologia (análise quantitativa dos palinomorfos), foi realizado o tratamento estatístico dos dados. Esses dados foram submetidos à análise de agrupamento (*cluster*) - *Modo R* e coeficiente de correlação 1-Pearson-*r* (para subgrupos de palinomorfos em relação à sua origem) e análise de agrupamento - *Modo Q* (para verificação das similaridades entre as amostras em relação à profundidade).

Os parâmetros utilizados para determinar o grau de similaridade entre as amostras foram os valores de abundância relativa do Grupo Palinomorfo, em que foi tratado, o subgrupo de esporomorfos; o subgrupo de microplâncton de parede orgânica de água doce (algas do gênero *Botryococcus* e *Pediastrum*); o subgrupo de microplâncton marinho de parede orgânica (dinoflagelados) e o subgrupo de zoomorfos (palinoforaminíferos) (Tabela 9).

De acordo com o *Modo-R*, as amostras foram organizadas em duas (2) Associações Palinológicas (A e B), segundo o maior grau de similaridade dos palinomorfos, em relação à sua origem (Tabela 9; Figura 36).

A análise do *Modo-Q* possibilitou a subdivisão de 8 (oito) grupos similares e oito intervalos, plotados estratigraficamente (profundidade em cm), de acordo com a distribuição destes palinomorfos ao longo do testemunho (Tabela 10; Figura 37).

Tabela 9. Associações Palinológicas geradas no tratamento estatístico *Modo-R*.

ASSOCIAÇÕES	DESCRIÇÃO
<b>A</b>	Microplâncton marinho de parede orgânica (dinocistos) e palinoforaminíferos
<b>B</b>	Microplâncton de parede orgânica de água doce (algas do gênero <i>Botryococcus</i> e <i>Pediastrum</i> ) e esporomorfos

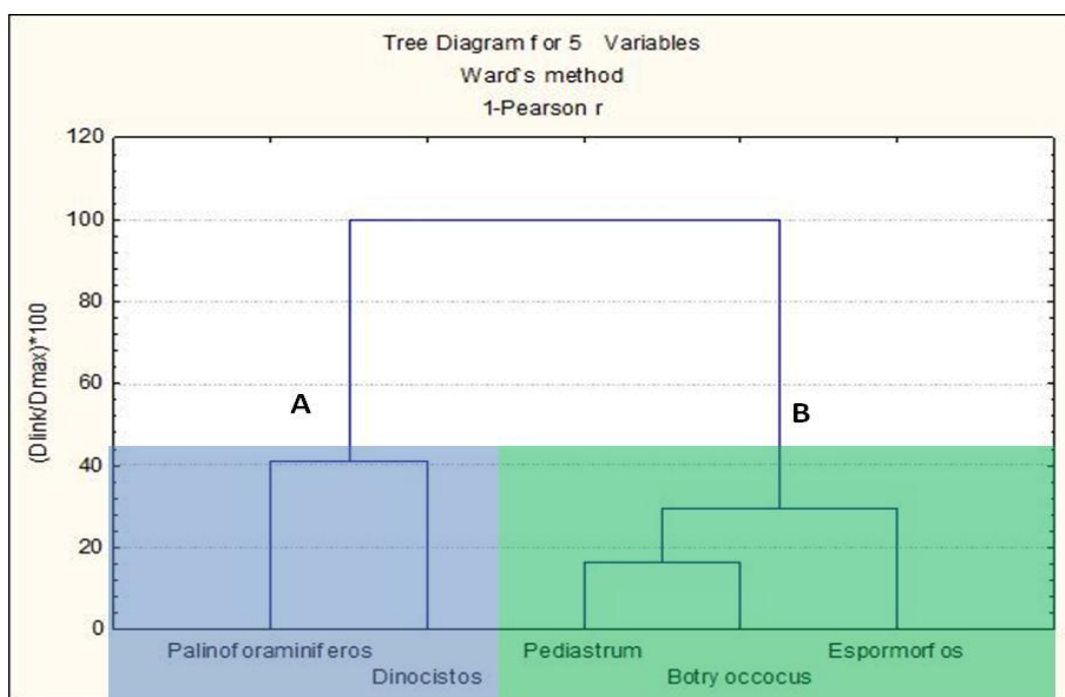


Figura 36. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento Modo-R, segundo o maior grau de similaridade dos palinóforos em relação à sua origem.

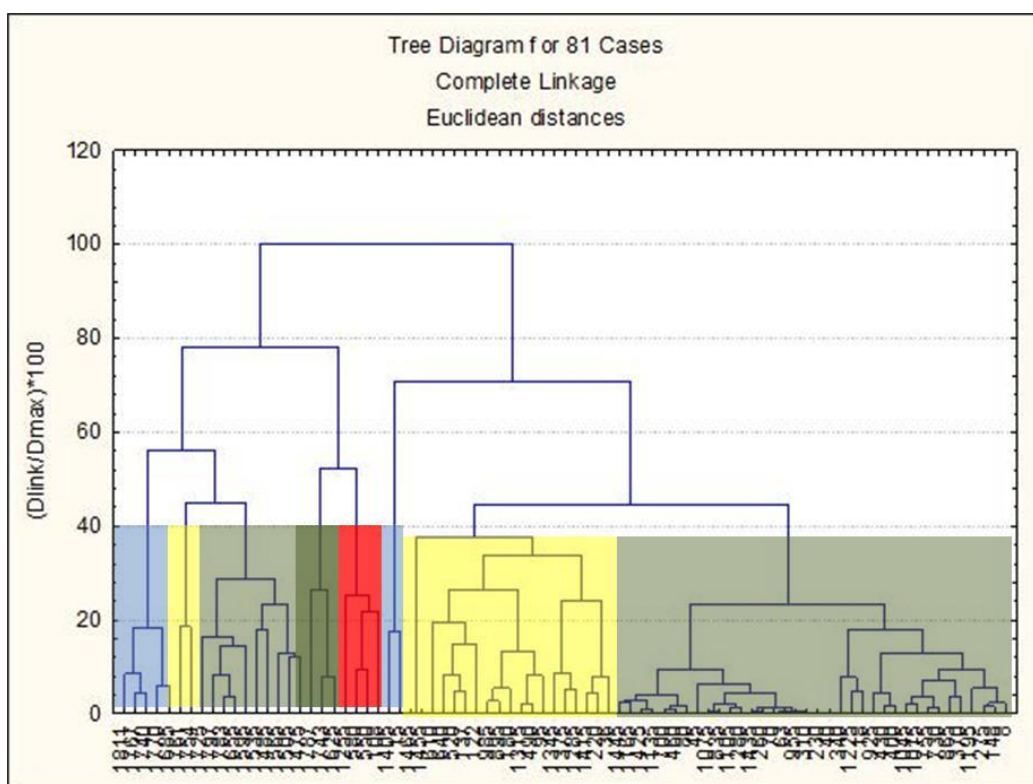


Figura 37. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento modo-Q, de acordo com a distribuição estratigráfica (profundidade em cm).





GL-77	Prof. (cm)	Esporomorfo	Botryococcus	Pediastrum	Continental Total	Dinocisto Total	Palinofor.	Marinho Total	Associações	Intervalos	ZONAS	Fases Climáticas	
44	1075	0,7	1,6	0,0	2,3	97,7	0,0	97,7				Interglacial	
45	1105	0,3	2,5	0,0	2,9	97,1	0,0	97,1					
46	1135	5,2	3,1	0,0	8,3	91,7	0,0	91,7					
47	1165	6,8	0,9	0,0	7,7	90,6	1,7	92,3					
48	1195	8,2	5,3	0,0	13,5	82,1	4,4	86,5					
49	1225	4,5	3,5	0,0	8,0	75,9	16,0	92,0					
50	1255	35,5	9,5	0,0	45,0	32,4	22,5	55,0	A+B	3	X3		Interglacial
51	1285	18,0	3,9	0,0	21,9	61,1	17,0	78,1	A	2			
52	1315	24,7	1,6	1,2	27,5	72,1	0,4	72,5					
53	1345	25,7	1,5	0,2	27,3	55,1	17,6	72,7					
54	1375	16,8	0,7	0,2	17,7	59,8	22,5	82,3					
55	1405	10,8	0,2	0,0	11,0	45,0	44,0	89,0					
56	1415	4,1	0,7	2,0	6,8	67,6	25,7	93,2					
57	1425	5,0	2,3	0,0	7,3	92,7	0,0	92,7					
58	1435	0,7	0,7	0,0	1,4	98,6	0,0	98,6					
59	1445	6,8	0,0	0,0	6,8	93,2	0,0	93,2					
60	1455	4,6	8,8	32,2	45,6	54,4	0,0	54,4					
61	1465	4,6	8,6	32,3	45,5	54,5	0,0	54,5	B	1	W1	Glacial	
62	1475	25,7	23,2	28,3	77,1	22,9	0,0	22,9					
63	1485	32,9	7,8	36,9	77,6	22,4	0,0	22,4					
64	1505	18,5	21,0	41,4	80,9	19,1	0,0	19,1					
65	1535	18,9	11,6	53,5	84,0	16,0	0,0	16,0					
66	1565	22,0	32,9	34,0	88,9	11,1	0,0	11,1					
67	1595	45,2	9,9	37,1	92,2	7,8	0,0	7,8					
68	1625	53,0	20,4	22,8	96,1	3,9	0,0	3,9					
69	1655	32,8	20,7	44,0	97,4	2,6	0,0	2,6					
70	1685	4,7	17,3	77,3	99,3	0,7	0,0	0,7					
71	1725	34,7	12,1	53,3	100,0	0,0	0,0	0,0					
72	1740	15,1	18,4	66,5	100,0	0,0	0,0	0,0					
73	1743	48,4	19,7	31,1	99,2	0,8	0,0	0,8					
74	1754	24,8	55,0	20,1	100,0	0,0	0,0	0,0					
75	1761	10,8	49,6	38,4	98,7	1,3	0,0	1,3					
76	1767	11,8	22,7	65,5	100,0	0,0	0,0	0,0					
77	1770	7,6	21,0	71,3	100,0	0,0	0,0	0,0					
78	1783	36,0	21,8	42,1	100,0	0,0	0,0	0,0					
79	1787	76,0	8,9	14,9	99,8	0,2	0,0	0,2					
80	1797	40,0	22,9	37,1	100,0	0,0	0,0	0,0					
81	1811	20,5	18,6	60,5	99,5	0,5	0,0	0,5					

No material deste testemunho houve uma excelente recuperação de componentes do Grupo Palinomorfo e, a análise palinológica, revelou que os subgrupos continentais e marinhos, ocorrem com uma boa representatividade.

#### **Associação de Palinologia A:**

Nesta Associação ocorre o subgrupo de microplâncton marinho de parede orgânica (dinocistos) e subgrupo de zoomorfos (palinoforaminíferos). Com o predomínio dos dinocistos, a partir da amostra de profundidade de 1465 cm (com valores percentuais entre 32,4% a 100,0%), em direção ao topo. Já os palinoforaminíferos, apresentam 2 picos de maior ocorrência, o primeiro entre as amostras de profundidade 1415 cm a 1165 cm (1,7%-44,0%) e o segundo pico, entre as amostras 36 cm a 8 cm de profundidade (7,8%-62,2%). Esses dois picos de elevação no percentual de palinoforaminíferos, coincide com as duas fases interglaciais onde, conseqüentemente, ocorreu a elevação do nível do mar e aumento na concentração de nutrientes (Tabela 10; Figura 38).

#### **Associação de Palinologia B:**

Ocorre o grupo dos palinomorfos continentais, representados pelo microplâncton de parede orgânica de água doce (algas do gênero *Botryococcus* e *Pediastrum*) e esporomorfos. Os componentes desta Associação predominam na base do testemunho, nas amostras de profundidades de 1475 cm a 1811 cm, com valores percentuais variando entre 77,1%-100,0% (Tabela 10; Figura 38).

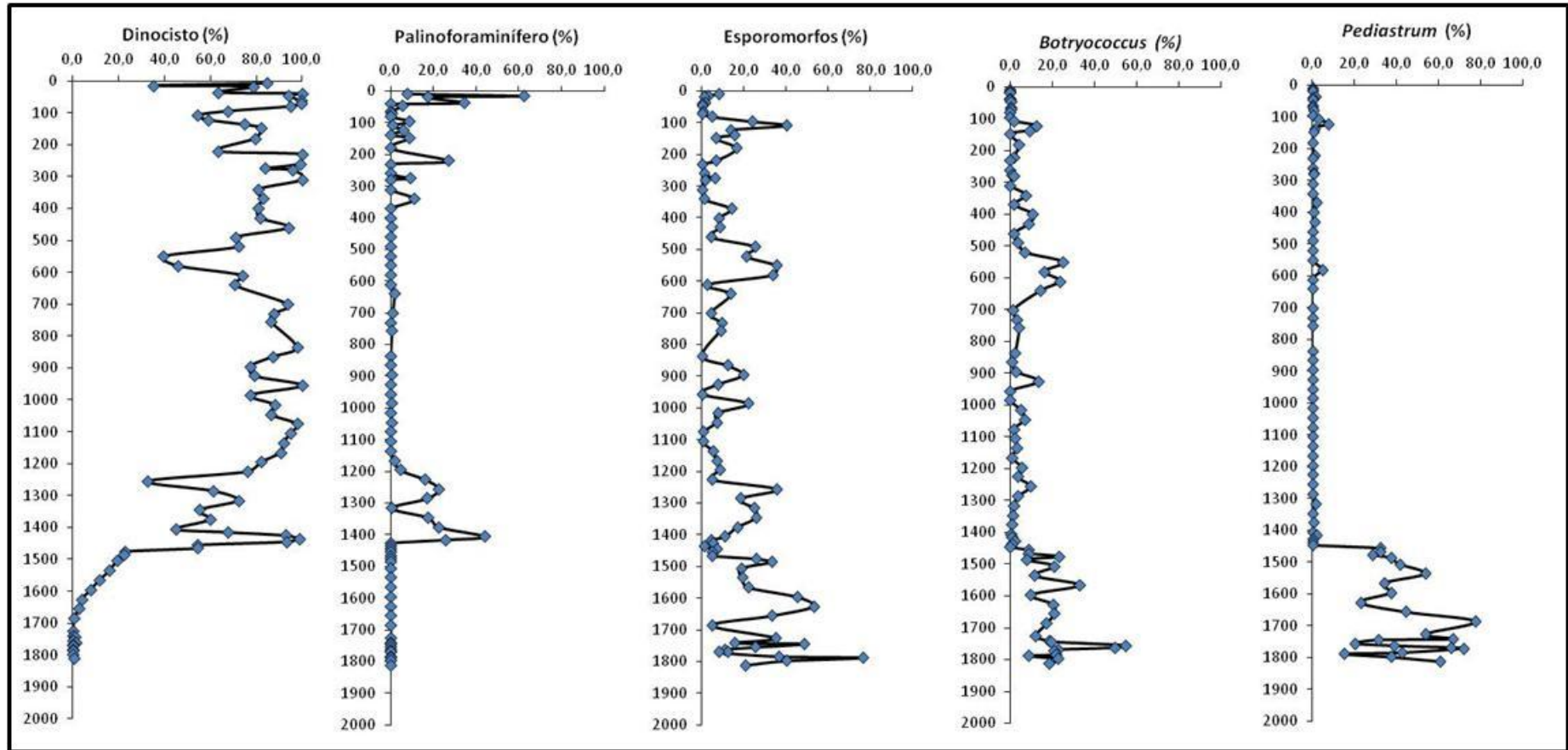


Figura 38. Valores percentuais das Associações Palinológicas: Associação A (dinocisto total e palinofoaminifero) e Associação B (esporomorfos, Botryococcus e Pediastrum).

**INTERVALO 1:**

**Amostras:** de 1475 cm a 1811 cm

Este Intervalo é composto somente pela Associação **A**, que marca a base do testemunho, na Zona W, contido na Fase Climática Glacial completa.

Com o predomínio do componente lacustre, representado pelo gênero *Pediastrum*, com valores percentuais entre 14,9%-77,3%. Seguido do subgrupo de esporomorfos, com valores entre 4,7%-76,0% e com valores percentuais variando entre 7,8%-55,0% do gênero *Botryococcus* (Tabela 10).

**INTERVALO 2:**

**Amostras:** de 1285 cm a 1465 cm

Intervalo composto somente pela Associação **B**, com valores percentuais entre 54,4%-98,6% de dinocistos. Também é um dos intervalos onde ocorre um alto percentual de palinoforaminíferos, com valores entre 0,4%-44,0%. Coincidente com a Subzona X3 da Fase Climática Interglacial (onde ocorreu a elevação do nível do mar) (Tabela 10).

**INTERVALO 3:**

**Amostras:** 1255 cm

Este intervalo é composto pelas Associações **B** e **A** e somente uma amostra. Com predominância dos componentes continentais, representados pelos esporomorfos, seguidos dos componentes marinhos, os dinocistos. Este intervalo está localizado no topo da Subzona X3, da Fase Climática Interglacial (Tabela 10).

**INTERVALO 4:**

**Amostras:** 610 cm a 1225 cm

Este intervalo também é composto somente pela Associação **B** e, é onde ocorre o maior percentual de dinocistos do testemunho (entre 70,6%-100,0%). Os palinoforaminíferos ocorrem com valores inferiores a 16,0%. O intervalo 4 está inserido nas Subzonas X1 e X2 (da Fase Climática Interglacial); Y5 e parte da Y4 (Fase Climática Interglacial) (Tabela 10).

**INTERVALO 5:**

**Amostras:** 550 cm e 580 cm

Composto pelas Associações **A** e **B**, com predominância dos componentes continentais, representados pelos esporomorfos; seguidos pelos componentes marinhos (dinocistos). E coincide com a Subzona Y4 da Fase Climática Interglacial (Tabela 10).

**INTERVALO 6:**

**Amostras:** 122 cm a 520 cm

Intervalo composto pela Associação **B**, com uma variação percentual de 58,8%-100,0% de dinocistos. Este intervalo abrange as Subzonas Y2; Y3; parte da Y1e da Y4, da Fase Climática Glacial (Tabela 10).

**INTERVALO 7:**

**Amostras:** 108 cm

Intervalo composto pelas Associações **B** e **A**, onde predominam os componentes marinhos 55,3%. Faz parte da Subzona Y1 da Fase Climática Glacial (Tabela 10).

**INTERVALO 8:**

**Amostras:** 8 cm a 95 cm

Neste intervalo ocorre somente a Associação **B**, com variação percentual entre 76,5%-100,0%. Neste intervalo ocorre novamente, uma alta no percentual de palinoforaminíferos, com valores entre 0,0%-62,2%. Coincidente com a Zona Z, da Fase Climática Interglacial (onde ocorreu a elevação do nível do mar) e, uma parte da Subzona Y1, da Fase Climática Glacial (Tabela 10).

### 6.3 Análise de Dinocistos

Para a análise de dinocistos foram preparadas 85 amostras, considerando todas as amostras que continham dinocistos na contagem absoluta, mesmo aquelas com um exemplar apenas. Portanto, foram analisadas 74 amostras (Tabela 11).

Este procedimento foi adotado para que fosse registrada a ocorrência de espécies com importante significado ecológico.

Tabela 11. Número de amostras analisadas para o estudo de dinocistos do Testemunho GL-77.

TESTEMUNHO	Número de Amostras	Amostras Analisadas	Amostras não Recuperadas
Testemunho GL-77	85	74	11

A tabela 12 contem os valores absolutos da contagem de Dinocistos; Intervalos Climáticos (Zonas) e Fases Climáticas.

Da base para o topo do testemunho, na primeira metade do intervalo glacial, correspondente à Zona W (subdividida em 2 subzonas), na Subzona W2, nas amostras de profundidade entre 1625 cm a 1811 cm, os dinocistos estão, praticamente ausentes, somente na amostra de profundidade 1625 cm, ocorre apenas 14 exemplares de dinocistos autotróficos. A partir da segunda metade do intervalo glacial (denominada Subzona W1), entre as amostras de profundidade 1465 cm a 1595 cm, começa a haver um aumento no número de ocorrências de dinocistos autotróficos, entre 25-127 exemplares (Tabela 12).

No intervalo interglacial, que corresponde à Zona X (subdividida em 3 Subzonas), na Subzona X3 (de 1255 cm a 1455 cm de profundidade), acontece uma grande variação na ocorrência de dinocistos autotróficos, representados principalmente, por espécies dos gêneros *Tuberculodinium*, *Lingulodinium* e *Operculodinium* (Figura 39). Entretanto, também foi registrada a ocorrência de dinocistos heterotróficos, com uma variação de 0-78 exemplares. Na Subzona X2, de profundidades entre 895 cm a 1225 cm, ocorre o predomínio de dinocistos autotróficos, principalmente de espécies do gênero *Lingulodinium*, seguido de *Tuberculodinium*. Nas amostras de profundidades entre 835 cm e 865 cm, na Subzona X1, ocorrem espécies do gênero *Lingulodinium* com 52 e 112 exemplares, respectivamente e *Nematosphaeropsis labyrinthus*, com 23 e 77 exemplares (Tabela 12; Figura 39).

O segundo intervalo glacial, correspondente à Zona Y (subdividida em 5 Subzonas) ocorre, na Subzona Y5 (nas amostras de profundidades 730 cm e 755 cm), *Spiniferites mirabilis* e espécies de *Lingulodinium*. Na Subzona Y4 (520 cm a 700 cm de profundidade),

predomina espécies do gênero *Operculodinium*, seguidas de *Spiniferites mirabilis*, *Nematosphaeropsis* e *Tuberculodinium* (ocorrendo com uma grande variação de 0-244 exemplares). Na Subzona Y3 (460 cm e 490 cm) e Y2 (280 cm a 430 cm) ocorrem *Operculodinium* (0-209 e 132-287 exemplares) e uma baixa ocorrência de *Spiniferites mirabilis* (0-16 e 3-46 exemplares), respectivamente. Fato que se repete na Subzona Y1 (entre 63 cm a 275 cm), com *Operculodinium centrocarpum* (10-292), *Lingulodinium machaerophorum*, *Nematosphaeropsis labyrinthus*, *Tuberculodinium vancampoe* (Tabela 12, Figura 39) e espécies agrupadas de *Spiniferites* spp., *Spiniferites mirabilis* (0-12), espécies do gênero *Impagidinium* e o total de espécies agrupadas de heterotróficos (Tabela 12; Figuras 39, 40 e 41).

Nas amostras de profundidades entre 2 cm a 45 cm, do intervalo interglacial, que corresponde à Zona Z, ocorre uma alta variação de *Operculodinium* (0-283) e o gênero *Spiniferites*, representado por *S. bulloideus*, se mantem, como nas outras subzonas, com sua ocorrência mais elevada (0-16 exemplares) (Tabela 12).



Tabela 12. Valores absolutos da contagem de Dinocistos; Intervalos Climáticos (Zonas) e Fases Climáticas.

GL 77	PROF. (cm)	<i>Operculodinium centrocarpum</i>	<i>O. israelianum</i>	<b>Operculodinium Total</b>	<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	<i>Nematosphaeropsis labyrinthus</i>	<i>Tuberculodinium vancampoe</i>	<i>Impagidinium aculeatum</i>	<i>I. paradoxum</i>	<i>I. patulum</i>	<i>I. sphaeridium</i>	<i>I. strilatum</i>	<i>Impagidinium</i> spp	<b>Impagidinium Total</b>	<i>Trinovantedinium applanatum</i>	<i>Spiniferites bentorii</i>	<i>S. bulloideus</i>	<i>S. hyperacanthus</i>	<i>S. membranaceus</i>	<i>S. mirabilis</i>	<i>S. ramosus</i>	<i>Spiniferites</i> spp	<b>Spiniferites Total</b>	<b>Cistos Autotróficos</b>	<i>Protoperidinium</i> spp	<i>Selenopemphix quanta</i>	<i>S. nephroides</i>	<i>Xandarodinium xanthum</i>	<b>Cistos Heterotróficos</b>	<b>Dinocistos Total</b>	ZONAS	Fases Climáticas
1	2	232	0	232	0	1	0	4	0	2	0	0	4	10	0	0	0	0	4	2	34	40	283	0	0	0	0	0	0	283	Z	Interglacial
2	8	0	2	2	2	1	0	0	0	1	1	2	5	9	0	2	16	0	0	4	4	25	51	65	0	0	0	0	0	65		
3	18	283	1	284	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	288	0	0	0	0	0	0	288		
4	36	270	1	271	4	7	3	1	0	6	1	2	0	10	0	0	0	0	0	1	0	1	296	0	0	0	0	0	0	296		
5	45	275	5	280	7	0	0	5	0	6	0	4	0	15	0	0	0	0	0	2	0	2	304	0	0	0	0	0	0	304		
6	63	252	0	252	1	0	0	1	0	1	2	0	0	4	0	0	1	0	0	6	0	44	51	308	0	0	0	0	0	308	Y1	Glacial
7	70	285	13	298	0	2	1	0	0	7	0	1	0	8	0	0	0	0	1	2	0	3	312	0	0	0	0	0	0	312		
8	80	130	1	131	1	1	0	1	0	2	2	1	0	6	0	0	0	0	2	0	9	11	150	0	0	0	0	0	0	150		
9	95	10	0	10	1	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	7	7	20	0	0	0	0	0	0	20		
10	108	66	0	66	8	9	1	15	0	1	1	1	0	18	0	0	0	1	0	12	1	18	32	134	0	0	0	0	0	134		
11	122	107	0	107	12	0	2	15	0	6	0	3	0	24	0	0	1	2	0	12	0	15	160	0	0	0	0	0	0	160		
12	137	175	0	175	0	2	0	2	0	1	1	1	0	5	1	0	0	1	0	9	0	19	29	212	0	0	0	0	0	212		
13	148	286	0	286	0	0	1	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	11	0	0	11	300	0	0	0	0	0	0	300		
14	180	198	0	198	2	1	2	2	0	2	2	1	0	7	0	0	1	2	0	4	1	5	13	223	0	0	0	0	0	223		
15	220	192	0	192	1	1	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0	0	12	3	0	15	214	0	0	0	0	0	0	214		
16	260	292	0	292	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6	0	1	8	300	0	0	0	0	0	300		
17	275	273	0	273	0	0	0	1	0	1	0	1	0	3	1	0	0	2	0	2	0	21	25	302	0	0	1	0	1	303		
18	280	285	0	285	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	12	16	303	0	0	0	0	0	303		

GL 77	PROF. (cm)	<i>Operculodinium centrocarpum</i>	<i>O. israelianum</i>	<b>Operculodinium Total</b>	<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	<i>Nematosphaeropsis labyrinthus</i>	<i>Tuberculodinium vancampoeae</i>	<i>Impagidinium aculeatum</i>	<i>I. paradoxum</i>	<i>I. patulum</i>	<i>I. sphaeridium</i>	<i>I. strilatum</i>	<i>Impagidinium</i> spp	<b>Impagidinium Total</b>	<i>Trinovantedinium applanatum</i>	<i>Spiniferites bentorii</i>	<i>S. bulloideus</i>	<i>S. hyperacanthus</i>	<i>S. membranaceus</i>	<i>S. mirabilis</i>	<i>S. ramosus</i>	<i>Spiniferites</i> spp	<b>Spiniferites Total</b>	<b>Cistos Autotróficos</b>	<i>Protoperidinium</i> spp	<i>Selenopemphix quanta</i>	<i>S. nephroides</i>	<i>Xandarodinium xanthum</i>	<b>Cistos Heterotróficos</b>	<b>Dinocistos Total</b>	ZONAS	Fases Climáticas
19	310	254	0	254	0	3	2	0	0	4	0	0	0	4	4	0	0	0	9	0	23	32	299	0	0	1	0	1	300	Y2	Glacial	
20	340	287	0	287	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	12	0	3	15	303	0	0	0	0	0	303			
21	370	193	0	193	1	1	3	2	0	0	0	1	0	3	1	0	0	0	3	0	49	52	254	0	0	0	0	0	254			
22	400	132	0	132	2	3	28	1	0	1	0	6	0	8	0	0	0	0	46	0	130	176	349	0	0	0	0	0	349			
23	430	170	0	170	6	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4	0	29	0	98	131	313	0	0	0	0	0			313
24	460	209	0	209	2	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	73	89	310	0	0	0	0	0	310	Y3		
25	490	0	0	0	6	5	9	2	0	0	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	24			
26	520	2	0	2	3	32	32	3	0	1	1	1	0	6	0	0	0	0	13	0	182	195	270	0	0	0	0	0	270	Y4		
27	550	0	0	0	2	7	0	2	0	1	1	1	0	5	0	0	0	0	0	0	24	24	38	0	0	0	0	0	38			
28	580	1	0	1	0	2	7	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3	0	3	0	22	28	40	0	0	0	0	0			40
29	610	4	0	4	5	41	3	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	2	0	72	74	129	0	0	0	0	0	129			
30	640	8	0	8	1	1	21	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	3	0	32	0	16	51	84	0	0	0	0	0		84	
31	700	242	2	244	3	14	8	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	8	0	41	0	49	322	0	0	0	0	0	322	Y5		
32	730	1	0	1	6	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	10	0	12	28	0	0	0	0	0	28			
33	755	24	1	25	30	14	29	1	1	3	0	0	0	5	0	0	0	8	0	44	0	25	77	180	0	0	0	0	0		180	
34	835	1	5	6	52	23	10	1	1	1	0	3	0	6	0	0	0	13	0	16	0	29	126	0	0	0	0	0	126	X1	Interglacial	
35	865	2	2	4	112	77	27	4	0	1	0	0	0	5	0	0	0	5	0	8	0	2	15	240	0	0	0	0	0	240		
36	895	1	4	5	270	2	7	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	12	0	15	300	0	0	0	0	0	300			
37	925	0	0	0	61	51	21	3	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	15	0	12	27	164	0	0	0	0	0	164	X2	

GL 77	PROF. (cm)	<i>Operculodinium centrocarpum</i>	<i>O. israelianum</i>	<b>Operculodinium Total</b>	<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	<i>Nematospaeropsis labyrinthus</i>	<i>Tuberculodinium vancampoe</i>	<i>Impagidinium aculeatum</i>	<i>I. paradoxum</i>	<i>I. patulum</i>	<i>I. sphaericum</i>	<i>I. strilatum</i>	<i>Impagidinium</i> spp	<b>Impagidinium Total</b>	<i>Trinovantedinium appplanatum</i>	<i>Spiniferites bentorii</i>	<i>S. bulloideus</i>	<i>S. hyperacanthus</i>	<i>S. membranaceus</i>	<i>S. mirabilis</i>	<i>S. ramosus</i>	<i>Spiniferites</i> spp	<b>Spiniferites Total</b>	<b>Cistos Autotróficos</b>	<i>Protoperidinium</i> spp	<i>Selenopemphix quanta</i>	<i>S. nephroides</i>	<i>Xandarodinium xanthum</i>	<b>Cistos Heterotróficos</b>	<b>Dinocistos Total</b>	ZONAS	Fases Climáticas
38	955	0	2	2	234	17	19	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	9	0	22	0	0	31	304	0	0	0	0	0	304	X2	Interglacial
39	985	0	0	0	134	19	49	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	13	15	218	0	0	0	0	0	218		
40	1015	0	0	0	252	16	32	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7	0	0	7	308	0	0	0	0	0	308		
41	1045	0	4	4	198	22	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	7	306	1	0	1	0	2	308		
42	1075	0	9	9	211	7	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	5	0	0	9	283	0	0	0	0	0	283		
43	1105	0	0	0	198	18	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	22	0	27	53	306	0	0	0	0	0	306		
44	1135	0	0	0	209	32	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	12	0	5	29	307	0	0	0	1	1	308		
45	1165	21	0	21	253	3	0	2	0	0	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	2	25	27	308	0	0	0	0	0	308		
46	1195	0	0	0	34	21	102	4	0	6	0	3	3	16	0	0	4	23	0	51	0	154	232	405	0	0	0	0	0	405		
47	1225	1	0	1	166	37	43	2	0	2	0	1	1	6	0	0	0	2	0	0	0	71	73	326	11	1	1	6	19	345		
48	1255	1	2	3	6	11	20	5	0	3	0	4	2	14	0	0	2	14	0	14	0	145	175	229	1	1	2	0	4	233		
49	1285	2	0	2	4	9	56	13	0	4	0	2	6	25	0	0	2	7	0	22	0	182	213	309	17	0	4	1	22	331		
50	1315	12	7	19	4	35	64	2	0	5	0	2	3	12	0	0	0	2	0	7	0	111	120	254	0	0	0	0	0	254		
51	1345	7	14	21	9	30	130	3	0	3	2	3	4	15	0	0	0	4	0	30	0	168	202	407	3	3	3	2	11	418		
52	1375	10	3	13	4	4	37	3	0	4	0	5	2	14	0	0	0	9	0	38	0	135	182	254	5	1	0	0	6	260		
53	1405	11	3	14	4	2	34	4	0	3	2	2	0	11	0	0	0	11	0	15	1	107	134	199	57	4	17	0	78	277		
54	1415	18	1	19	4	1	10	0	0	5	0	1	4	10	0	0	0	6	0	10	0	37	53	97	0	0	0	0	0	97		
55	1425	32	4	36	21	5	4	0	0	4	2	3	1	10	0	0	0	1	0	5	1	116	123	199	0	0	0	0	0	199		
56	1435	58	0	58	10	5	5	0	0	9	1	1	1	12	0	0	0	3	0	2	0	44	49	139	0	0	0	0	0	139		
57	1445	15	0	15	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	20	0	0	0	0	0	20		

GL 77	PROF. (cm)	<i>Operculodinium centrocarpum</i>	<i>O. israelianum</i>	<b>Operculodinium Total</b>	<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	<i>Nematosphaeropsis labyrinthus</i>	<i>Tuberculodinium vancampoeae</i>	<i>Impagidinium aculeatum</i>	<i>I. paradoxum</i>	<i>I. patulum</i>	<i>I. sphaeridium</i>	<i>I. striolatum</i>	<i>Impagidinium</i> spp	<b>Impagidinium Total</b>	<i>Trinovantedinium applanatum</i>	<i>Spiniferites bentorii</i>	<i>S. bulloideus</i>	<i>S. hyperacanthus</i>	<i>S. membranaceus</i>	<i>S. mirabilis</i>	<i>S. ramosus</i>	<i>Spiniferites</i> spp	<b>Spiniferites Total</b>	<b>Cistos Autotróficos</b>	<i>Protoperidinium</i> spp	<i>Selenopemphix quanta</i>	<i>S. nephroides</i>	<i>Xandarodinium xanthum</i>	<b>Cistos Heterotróficos</b>	<b>Dinocistos Total</b>	ZONAS	Fases Climáticas
58	1455	47	1	48	44	18	14	4	0	6	0	3	0	13	0	0	0	1	0	2	2	95	100	237	0	0	0	0	0	237	X3	In
59	1465	11	0	11	8	1	2	6	0	2	0	1	0	9	0	3	3	3	0	1	1	24	35	66	0	0	0	0	0	66	W1	Glacial
60	1475	0	13	13	14	4	10	2	5	1	0	1	0	9	0	8	0	4	5	1	1	58	77	127	0	0	0	0	0	127		
61	1485	12	1	13	16	6	6	3	0	4	0	1	0	8	0	0	4	3	0	1	1	28	37	86	0	0	0	0	0	86		
62	1505	9	1	10	12	2	0	0	1	0	0	4	0	5	0	0	0	0	0	0	0	7	7	36	0	0	0	0	0	36		
63	1535	19	0	19	18	1	2	1	2	0	0	5	0	8	0	0	1	0	0	0	1	26	28	76	0	0	0	0	0	76		
64	1565	21	1	22	10	0	1	2	2	2	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	13	13	52	0	0	0	0	0	52		
65	1595	10	0	10	3	0	1	0	2	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	8	8	25	0	0	0	0	0	25		
66	1625	3	0	3	3	0	0	1	1	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	5	5	14	0	0	0	0	0	14		
67	1655	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3		
68	1685	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1		
69	1725	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1		
70	1743	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1		
71	1761	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3		
72	1787	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1		
73	1797	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1		
74	1811	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1		

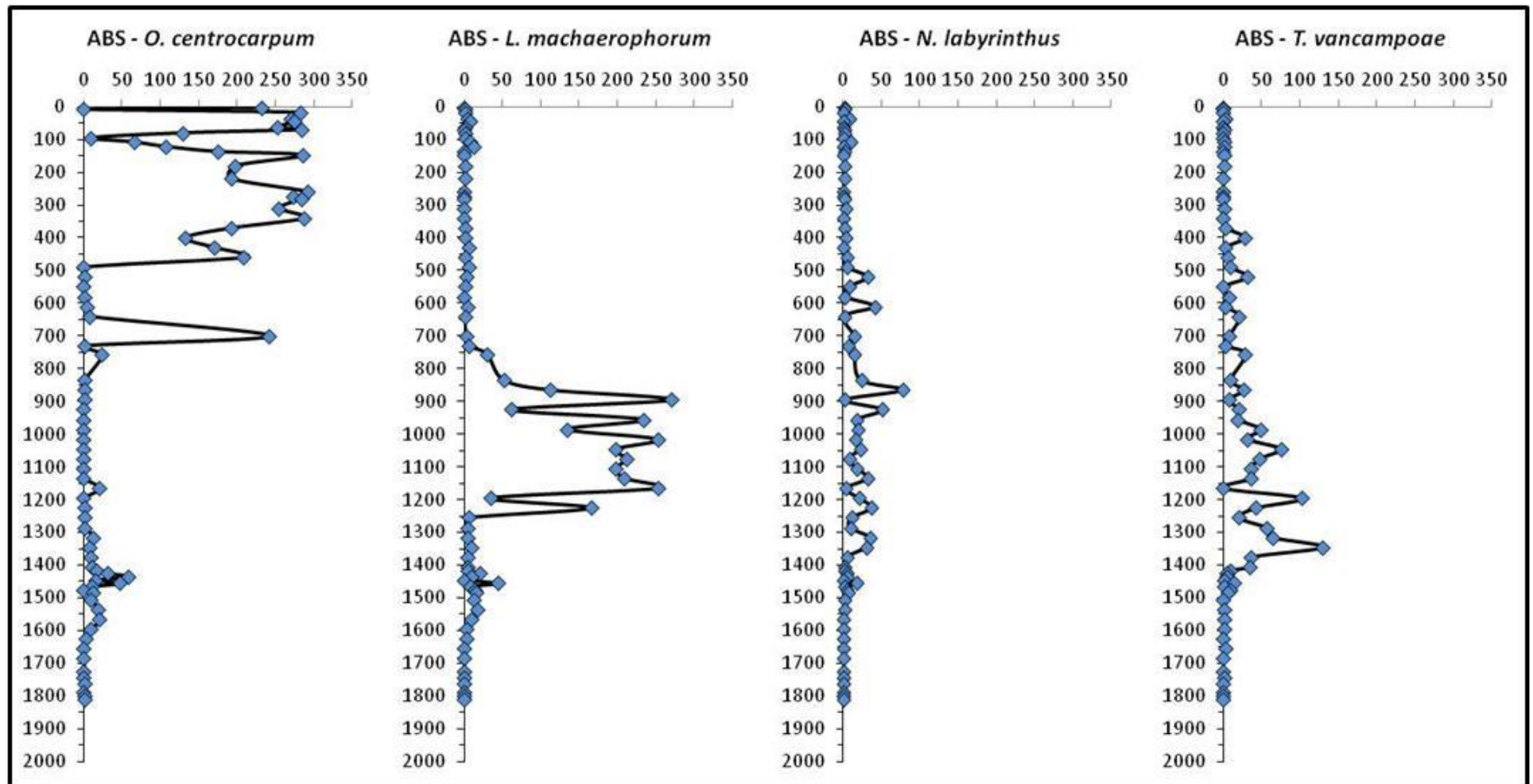


Figura 39. Valores absolutos das espécies *Operculodinium centrocarpum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Nematosphaeropsis labyrinthus* e *Tuberculodinium vancampoe* do Testemunho - GL-7.

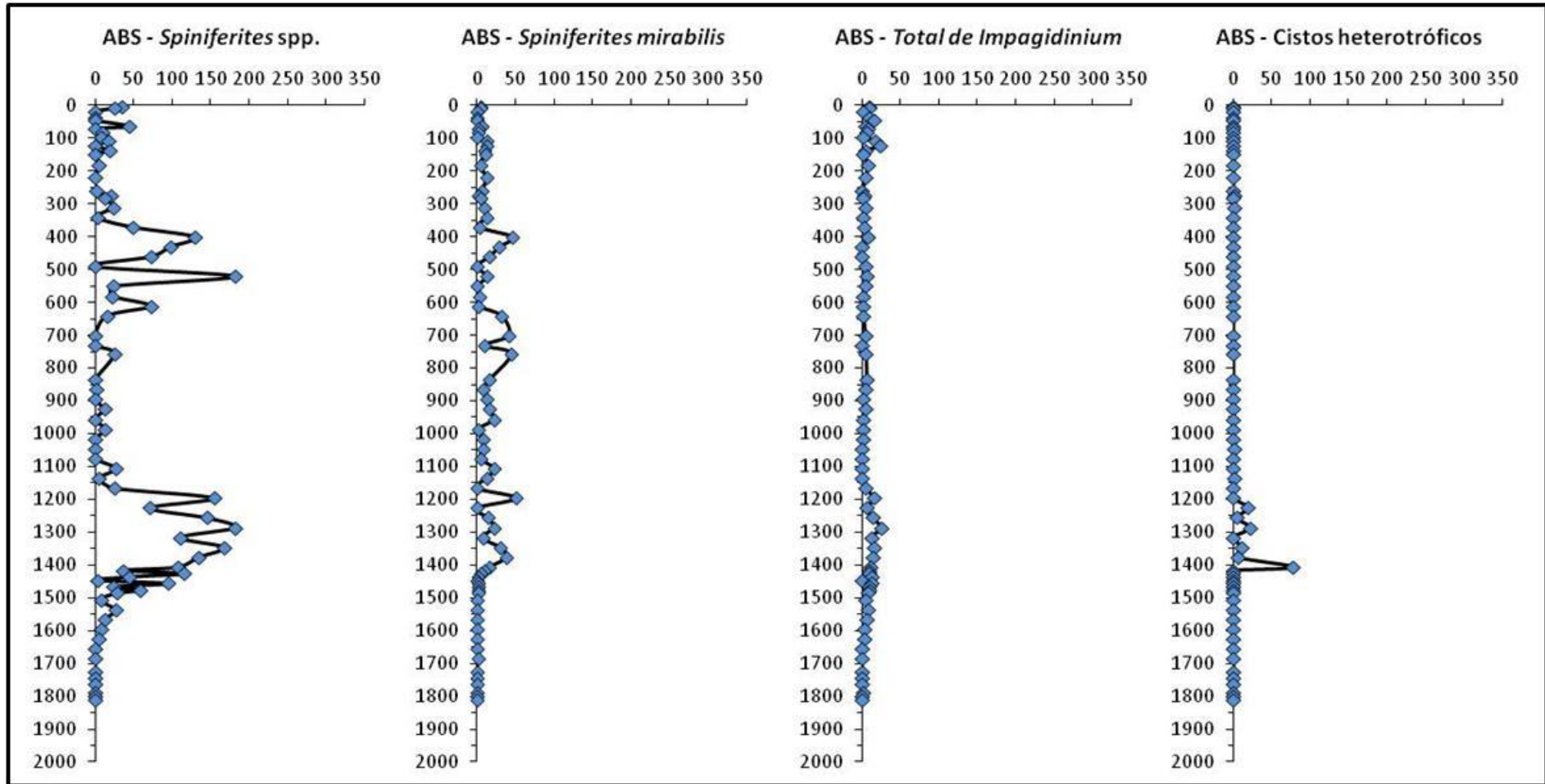


Figura 40. Valores absolutos das espécies agrupadas de pequenos *Spiniferites* spp.; *S. mirabilis*; total de cistos de *Impagidinium* e o total de Cistos heterotróficos-Testemunho GL-77.

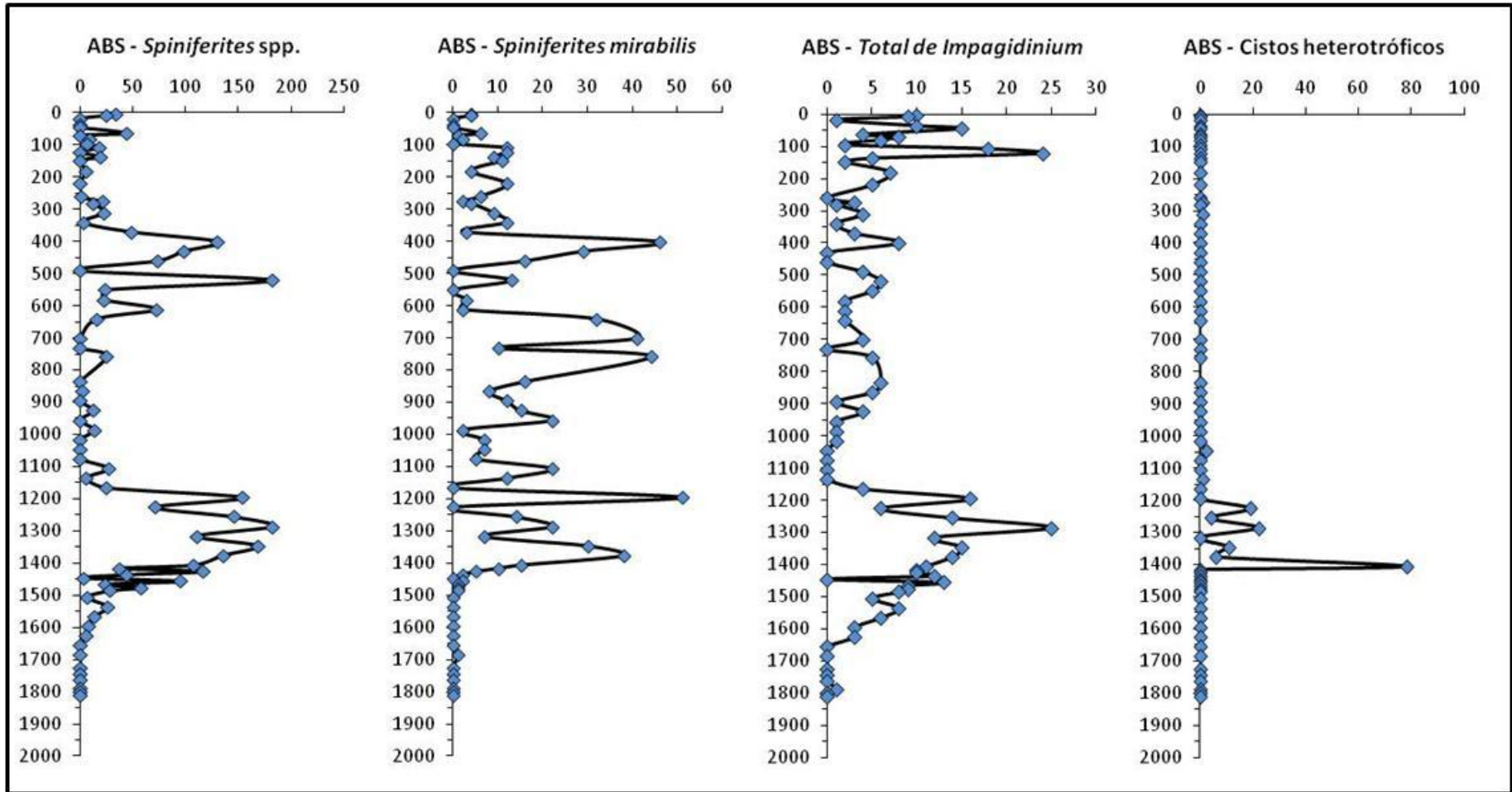


Figura 41. Valores absolutos das espécies de dinocistos *Spiniferites spp.*; *Spiniferites mirabilis*; espécies agrupadas do gênero *Impagidinium* e cistos heterotróficos com escalas próximas da maior abundância de cada um dos gráficos..

### 6.3.1 Tratamento Estatístico dos Dados de Dinocistos

Os parâmetros utilizados para determinar o grau de similaridade entre as amostras foram os valores de abundância relativa das espécies de dinocistos (*Operculodinium centrocarpum*; *Lingulodinium machaerophorum* e *Nematosphaeropsis labyrinthus*; Dinocistos Heterotróficos, *Impagidinium* Total; *Spiniferites mirabilis* e *Tuberculodinium vancampoae*) (Tabela 13).

De acordo com o *Modo-R*, as amostras foram organizadas em três (3) Associações de Dinocistos (A, B e C), segundo o maior grau de similaridade entre as espécies de dinocistos, em relação ao paleoambiente (Tabelas 13 e 14; Figura 42).

A análise do *Modo-Q* possibilitou a subdivisão de 12 (doze) intervalos, plotados estratigraficamente (profundidade em cm), de acordo com as variações climáticas e disponibilidade de nutrientes ao longo do testemunho (Tabela 14; Figura 43).

Tabela 13. Associações de Dinocistos gerada no tratamento estatístico *Modo-R*.

ASSOCIAÇÕES	DESCRIÇÃO
A	Dinocistos heterotróficos, <i>Impagidinium</i> Total; <i>Spiniferites mirabilis</i> e <i>Tuberculodinium vancampoae</i>
B	<i>Lingulodinium machaerophorum</i> e <i>Nematosphaeropsis labyrinthus</i>
C	<i>Operculodinium centrocarpum</i>



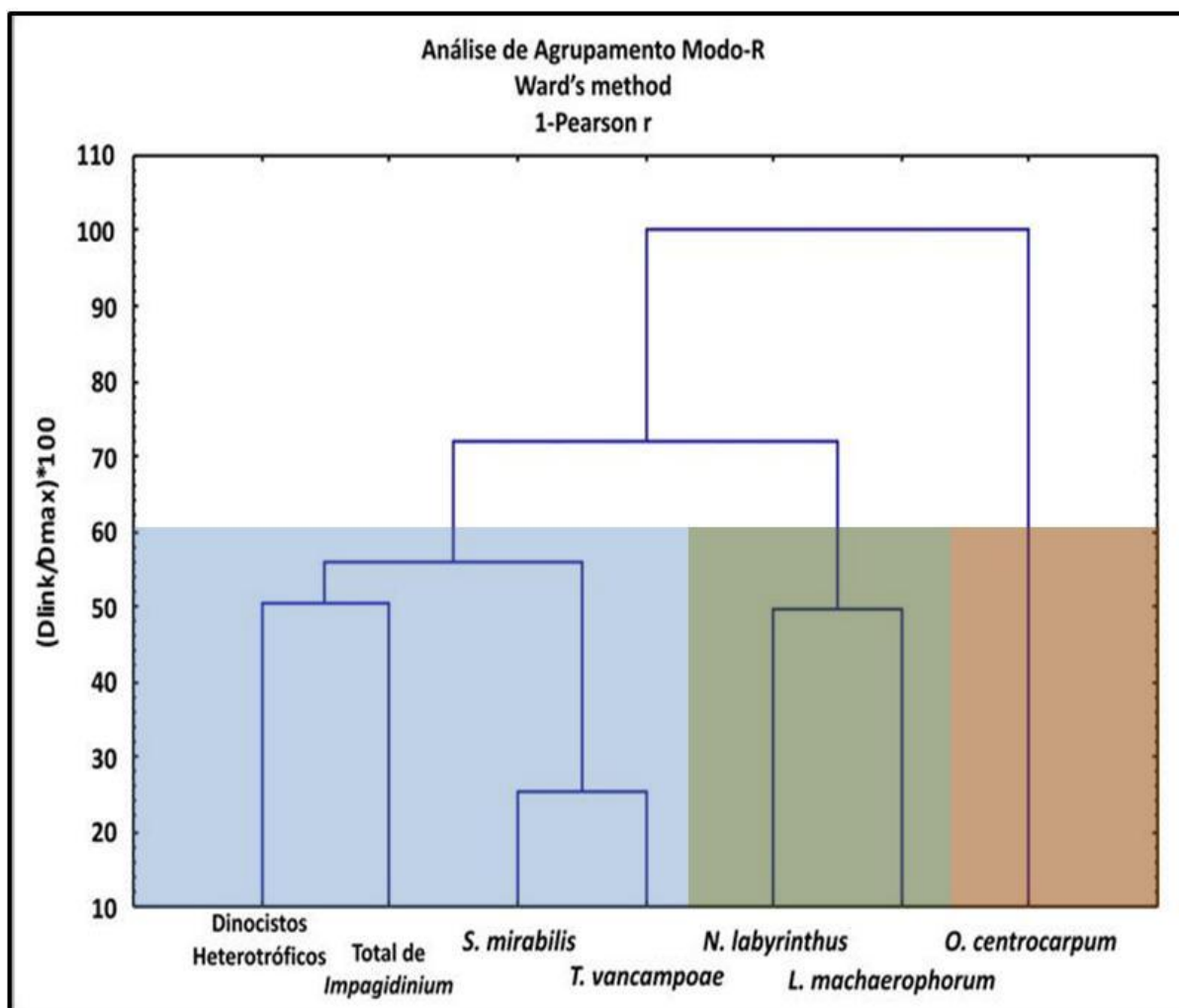


Figura 42. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento Modo-R, segundo o maior grau de similaridade entre as espécies de dinocistos, em relação ao paleoambiente.

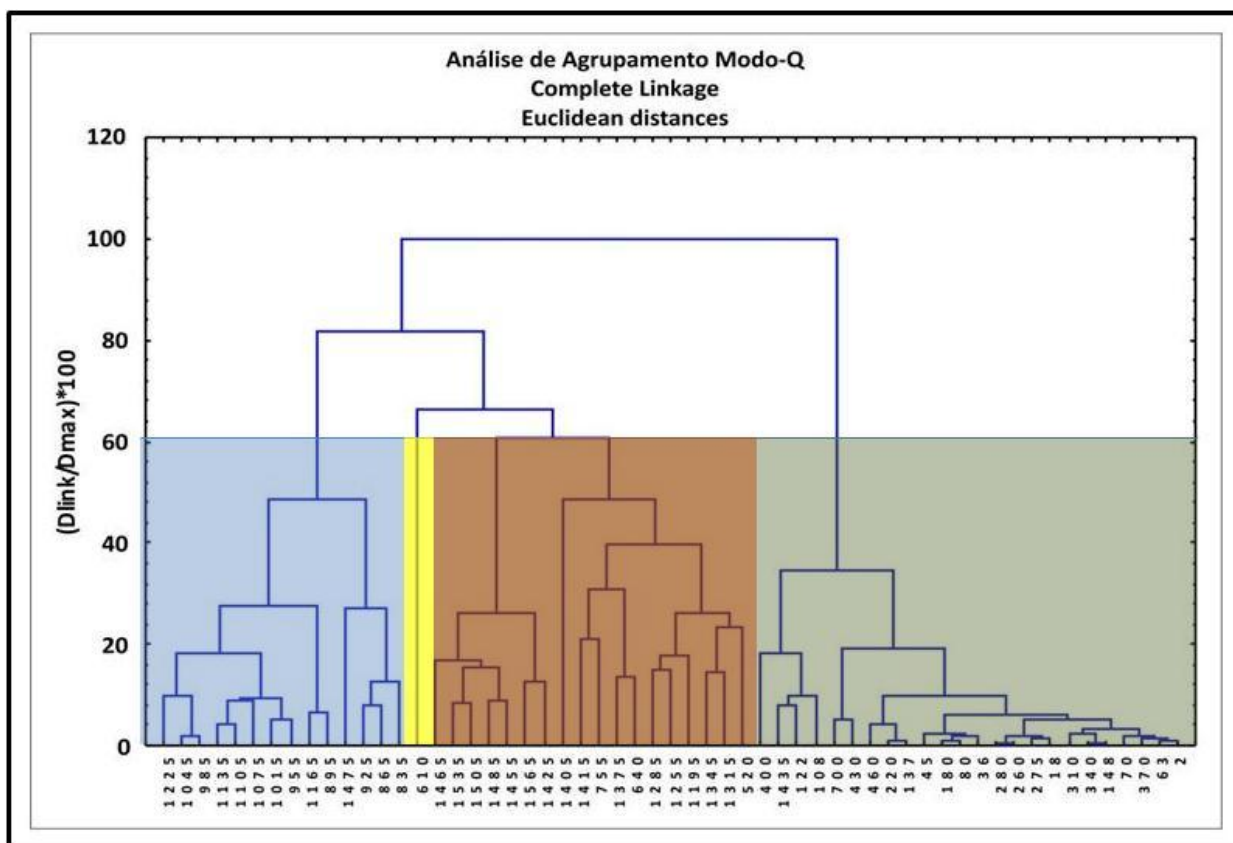


Figura 43. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento modo-Q, de acordo com as variações climáticas e disponibilidade de nutrientes ao longo do testemunho.

Tabela 14. Análise de agrupamento Modo-Q – Dinocistos.

GL-77	Prof. (cm)	<i>Operculodinium centrocarpum</i>	<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	<i>Nematosphaeropsis labyrinthus</i>	<i>Tuberculodinium vancampoeae</i>	<i>Impagidinium Total</i>	<i>Spiniferites mirabilis</i>	Dinocistos Heterotróficos	Associações	Intervalos	ZONAS	Fases Climáticas			
1	2	95,5	0,0	0,4	0,0	2,5	1,6	0,0	<b>C</b>	<b>12</b>	<b>Z</b>	Interglacial			
2	18	99,0	0,7	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0							
3	36	91,8	1,4	2,4	1,0	3,4	0,0	0,0							
4	45	92,6	2,4	0,0	0,0	5,1	0,0	0,0							
5	63	95,8	0,4	0,0	0,0	1,5	2,3	0,0							
6	70	96,0	0,0	0,7	0,3	2,7	0,3	0,0							
7	80	92,9	0,7	0,7	0,0	4,3	1,4	0,0							
8	108	57,9	7,0	7,9	0,9	15,8	10,5	0,0							
9	122	68,2	7,6	0,0	1,3	15,3	7,6	0,0							
10	137	91,6	0,0	1,0	0,0	2,6	4,7	0,0							
11	148	95,3	0,0	0,0	0,3	0,7	3,7	0,0							
12	180	92,5	0,9	0,5	0,9	3,3	1,9	0,0							
13	220	91,0	0,5	0,5	0,0	2,4	5,7	0,0							
14	260	98,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0							
15	275	97,8	0,0	0,0	0,0	1,1	0,7	0,4							
16	280	97,9	0,0	0,3	0,0	0,3	1,4	0,0							
17	310	93,0	0,0	1,1	0,7	1,5	3,3	0,4							
18	340	95,7	0,0	0,0	0,0	0,3	4,0	0,0							
19	370	94,6	0,5	0,5	1,5	1,5	1,5	0,0							
20	400	60,3	0,9	1,4	12,8	3,7	21,0	0,0							
21	430	81,7	2,9	0,0	1,4	0,0	13,9	0,0							
22	460	88,2	0,8	1,7	2,5	0,0	6,8	0,0							
23	520	2,3	3,4	36,4	36,4	6,8	14,8	0,0	<b>A + B</b>	<b>11</b>	<b>Y4</b>	Glacial			
24	610	7,0	8,8	71,9	5,3	3,5	3,5	0,0							
25	640	12,3	1,5	1,5	32,3	3,1	49,2	0,0							
26	700	77,6	1,0	4,5	2,6	1,3	13,1	0,0					<b>C</b>	<b>10</b>	
27	755	16,4	20,5	9,6	19,9	3,4	30,1	0,0					<b>B</b>	<b>9</b>	<b>Y5</b>
28	835	0,9	48,1	21,3	9,3	5,6	14,8	0,0	<b>B</b>	<b>8</b>	<b>X1</b>	Interglacial			
29	865	0,9	48,5	33,3	11,7	2,2	3,5	0,0							
30	895	0,3	92,2	0,7	2,4	0,3	4,1	0,0							
31	925	0,0	40,1	33,6	13,8	2,6	9,9	0,0							
32	955	0,0	79,9	5,8	6,5	0,3	7,5	0,0							
33	985	0,0	65,4	9,3	23,9	0,5	1,0	0,0							
34	1015	0,0	81,8	5,2	10,4	0,3	2,3	0,0							
35	1045	0,0	65,1	7,2	24,7	0,0	2,3	0,7							
36	1075	0,0	78,1	2,6	17,4	0,0	1,9	0,0							
37	1105	0,0	72,0	6,5	13,5	0,0	8,0	0,0							
38	1135	0,0	71,8	11,0	12,7	0,0	4,1	0,3							
39	1165	7,5	90,0	1,1	0,0	1,4	0,0	0,0							

GL-77	Prof. (cm)	<i>Operculodinium centrocarpum</i>	<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	<i>Nematosphaeropsis labyrinthus</i>	<i>Tuberculodinium vancampoe</i>	<i>Impagidinium Total</i>	<i>Spiniferites mirabilis</i>	Dinocistos Heterotróficos	Associações	Intervalos	ZONAS	
40	1195	0,0	15,4	9,5	46,2	5,9	23,1	0,0	A	7	X3	Interglacial
41	1225	0,4	61,3	13,7	15,9	1,8	0,0	7,0	B	6		
42	1255	1,5	8,8	16,2	29,4	17,6	20,6	5,9	A + B	5		
43	1285	1,5	3,0	6,7	41,8	14,2	16,4	16,4				
44	1315	9,2	3,1	26,7	48,9	6,9	5,3	0,0				
45	1345	3,1	3,9	13,2	57,0	4,8	13,2	4,8				
46	1375	9,0	3,6	3,6	33,3	10,8	34,2	5,4				
47	1405	7,1	2,6	1,3	21,9	7,1	9,7	50,3				
48	1415	36,7	8,2	2,0	20,4	12,2	20,4	0,0				
49	1425	42,1	27,6	6,6	5,3	11,8	6,6	0,0				
50	1435	63,7	11,0	5,5	5,5	12,1	2,2	0,0	C	4		
51	1455	34,1	31,9	13,0	10,1	9,4	1,4	0,0	A	3	W1	Glacial
52	1465	34,4	25,0	3,1	6,3	28,1	3,1	0,0	B	2		
53	1475	0,0	36,8	10,5	26,3	23,7	2,6	0,0	A + C + B	1		
54	1485	24,5	32,7	12,2	12,2	16,3	2,0	0,0				
55	1505	32,1	42,9	7,1	0,0	17,9	0,0	0,0				
56	1535	39,6	37,5	2,1	4,2	16,7	0,0	0,0				
57	1565	55,3	26,3	0,0	2,6	15,8	0,0	0,0				

Tendo em vista a variação dos dinocistos, a partir das associações geradas, de acordo com o agrupamento *Modo-Q*, o testemunho analisado foi subdividido em 12 (doze) intervalos, possibilitando inferências sobre as variações climáticas e disponibilidade de nutrientes ao longo do testemunho.

### Associação de Dinocistos A

Esta Associação está representada pelos dinocistos heterotróficos; pelo total de espécies do gênero *Impagidinium*; por *Spiniferites mirabilis* e *Tuberculodinium vancampoe*. E é predominante nas amostras de profundidade de 1195 cm a 1415 cm, que coincidem com a Subzona X3, de águas mais aquecidas, dentro da Fase Climática Interglacial (Tabela 14; Figura 44).

As espécies desta Associação ocorrem nos Intervalos 1; 3; 5; 7 e 11 que, preferencialmente preferem águas mais aquecidas, da Fase Climática Interglacial e condições de oligotróficas a mesotróficas (Tabela 14).

### **Associação de Dinocistos B**

Nesta Associação estão contidas espécies dos gêneros *Lingulodinium machaerophorum* e *Nematosphaeropsis labyrinthus*. Predominando nas amostras de profundidades 755 cm a 1225 cm, das Subzonas X1 e X2, que são águas menos quentes, dentro da Fase Climática Interglacial (Tabela 14; Figura 45).

A Associação B ocorre nos intervalos 1; 2; 5; 6; 8; 9 e 11, onde aparecem espécies que se adaptam melhor a regiões de águas aquecidas e estratificadas, da Fase Climática Interglacial, onde o regime de nutrientes está em ascensão (Tabela 14).

### **Associação de Dinocistos C**

Representada apenas por *Operculodinium centrocarpum*, predominando na Zona Z da Fase Climática Interglacial, nas amostras de profundidade 2 cm a 45 cm. Na Zona Y, com 2 Subzonas Y1 e Y2 da Fase Climática Glacial, nas amostras de profundidades de 63 cm a 275 cm e 280 cm a 430 cm (Tabela 14; Figura 45).

Esta Associação está inserida nos Intervalos 1; 4; 10 e 12 que representam fases de águas mais frias turbulentas principalmente, na Fase Climática Glacial, em condições de oligotróficas a eutróficas (Tabela 14).

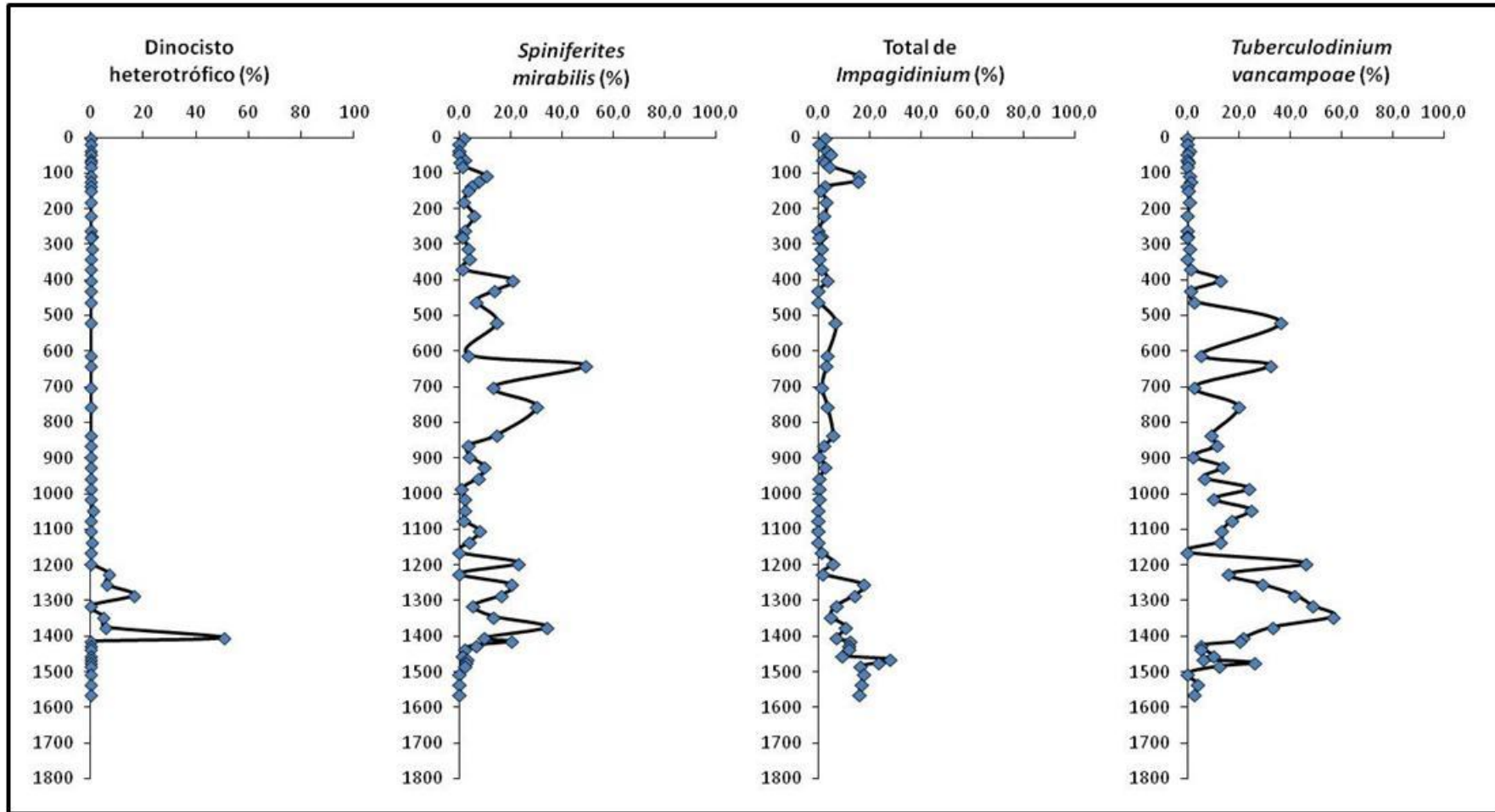


Figura 44. Valores percentuais das Associações de Dinocistos: Associação A (dinocisto heterotrófico; *Spiniferites mirabilis*; total de *Impagidinium* e *Tuberculodinium vancampoeae*).

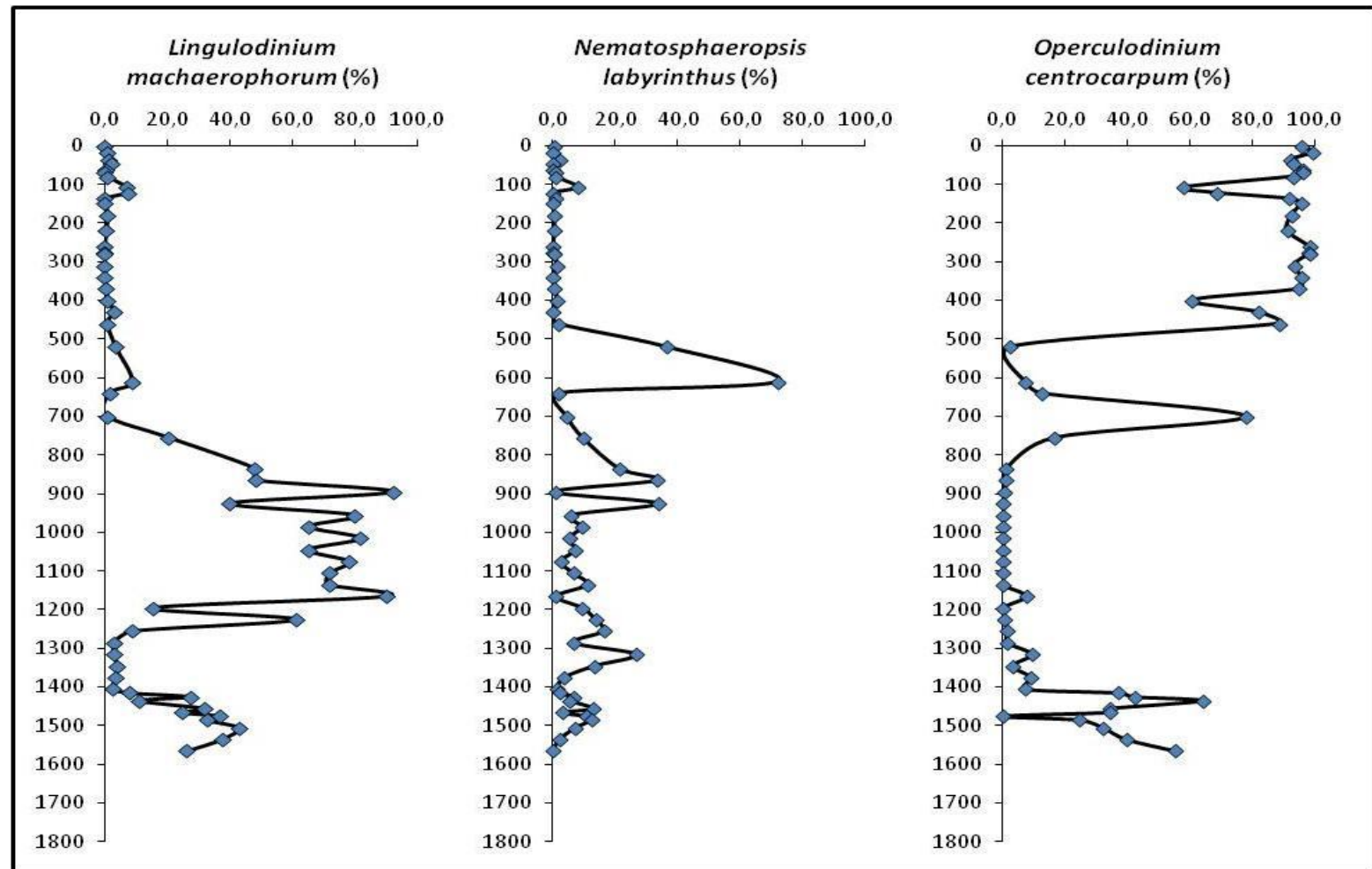


Figura 45. Valores percentuais das Associações de Dinocistos: Associação B (*Lingulodinium machaerophorum* e *Nematospaeropsis labyrinthus*) e Associação C (*Operculodinium centrocarpum*).

### **Dados climáticos (fase glacial e interglacial) Testemunho GL-77**

Na extensão estratigráfica do Testemunho GL 77 estão inseridas duas zonas climáticas glaciais (Zonas W e Y) e duas zonas climáticas interglaciais (Zonas X e Z). Além das Subzonas X3, X2, X1, Y5, Y4, Y2, Y1, Z2 e Z1 (Figura 46).

A Zona W vai da base do testemunho (1811 cm) até o contato litológico entre lamas de teores carbonáticos diferentes, na amostra de 1460 cm de profundidade.

A Subzona X3 (interglacial) vai da profundidade de 1240 cm a 1460 cm.

O limite entre X3/X2 está posicionado em 1240 cm. A Subzona X2 vai da profundidade de 880 cm a 1240 cm e o limite X2/X1, está na profundidade de 880 cm.

O topo da Subzona X1 corresponde a 84 mil anos AP. A Subzona X1 abrange o intervalo de 775 - 880 cm. O topo da Zona X é marcado a 775 cm e, é datado, em aproximadamente 84 mil anos A.P.

A Zona Y foi subdividida em cinco subzonas. A Subzona Y5 vai da profundidade de 715 cm a 775 cm. O limite Y4/Y5 está posicionado na profundidade de 715 cm. A Subzona Y4 abrange as profundidades de 505 a 715 cm e seu limite com o topo (Y3/Y4), é estabelecido a 505 cm. A Subzona Y3 está inserida no intervalo de 445 cm a 505 cm. A Subzona Y2 está posicionada na profundidade entre 277,5 cm a 445 cm e o limite entre Y1/Y2, a 277,5 cm de profundidade, foi datado com 42/45 mil anos A.P. A Subzona Y1 está entre as profundidades de 54 cm a 277,5 cm. O topo dessa Zona Y está posicionado a 54 cm.

A última zona, Zona Z está posicionada entre as profundidades 0 a 54 cm.



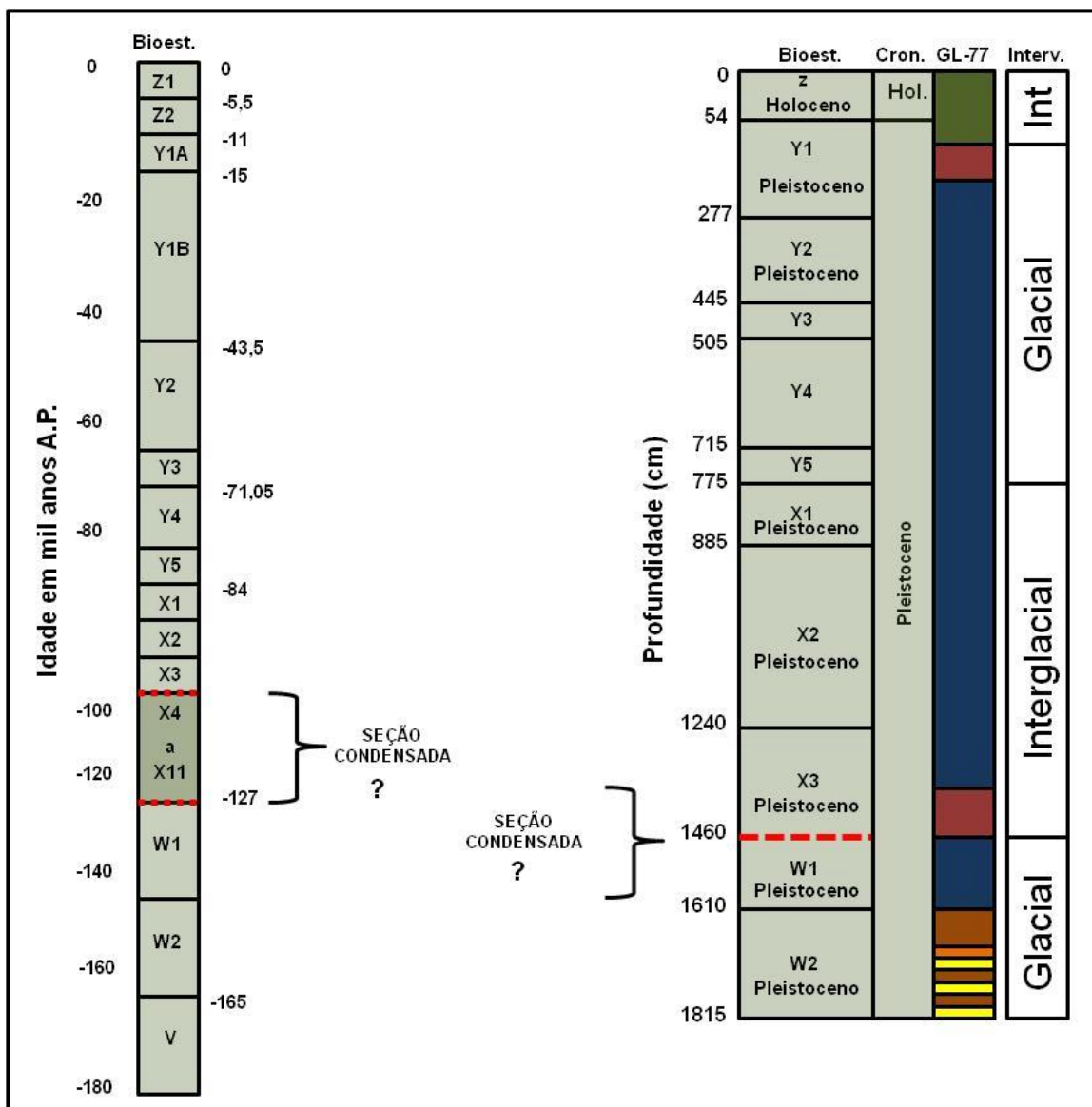


Figura 46. Carta bioestratigráfica elaborada a partir das Zonas interpretadas para o testemunho analisado (Sanjinés, 2006).

Os dados da variação isotópica de oxigênio e carbono não abrangem uma parte do Testemunho GL-77. Os gráficos de isótopos atingem até a profundidade de 1700 cm e, o testemunho estudado, atinge até a profundidade de 1811 cm.

Conhecendo-se as zonas e subzonas climáticas dos testemunhos, a comparação com os dados de isótopos foram realizadas de acordo com as mesmas.

As diferentes escalas para cada componente do Grupo Palinomorfo foram necessárias para observação dos devidos picos, principalmente para os componentes menos expressivos, em termos de abundância absoluta.

Os componentes continentais são mais abundantes na base do testemunho, entre as profundidades de 1460 cm a 1811 cm (Figura 47).

As espécies autotróficas *Operculodinium centrocarpum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Tuberculodinium vancampoe* e as espécies do gênero *Spiniferites*, de pequenas dimensões, aqui chamadas de *Spiniferites* spp., são as mais abundantes em termos absolutos. *O. centrocarpum* é mais abundante na fase glacial (Zona Y); *L. machaerophorum* na fase interglacial (Zona X), O grupo *Spiniferites* spp. obedece intervalos intermediários entre as maiores abundâncias de *O. centrocarpum* e *L. machaerophorum*. *T. vancampoe* é mais abundante na Zona X, decrescendo com o resfriamento da água e aumento da quantidade de nutrientes (Figura 48).

As espécies autotróficas, *Spiniferites mirabilis*, *Nematosphaeropsis labyrinthus* e espécies do gênero *Impagidinium aculeatum* e *I. patulum*, que apresentam moderada ocorrência, possuem um padrão de distribuição variável, mas com períodos de elevação dos picos ao longo do testemunho (Figura 49).

O grupo dos dinocistos heterotróficos, *Xandarodinium xanthum*, *Selenopemphix nephroides*, *S. quanta* e, as espécies agrupadas de cistos heterotróficos *Protoperidinium* spp., ocorrem com maior abundância absoluta, principalmente no intervalo de 1100 cm a 1400 cm, com exceção de *Selenopemphix nephroides*, que apresentam moderada ocorrência no topo do testemunho, na profundidade de 300 cm (Figura 50).

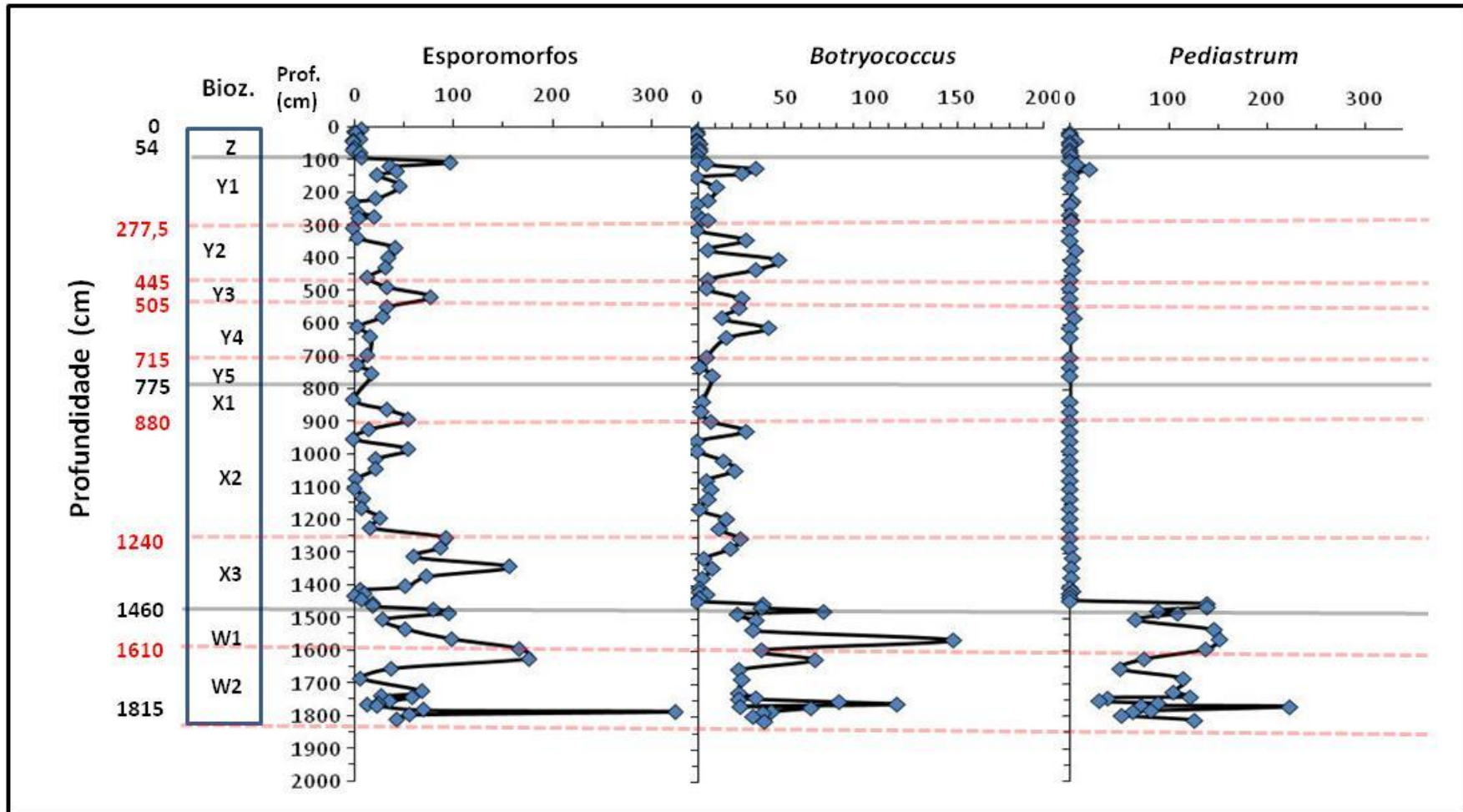


Figura 47. Gráficos da distribuição dos palinóforos continentais nas Zonas Climáticas (W, Y e Z) e suas Subzonas (W2, W1, X3, X2, X1, Y5, Y4, Y3, Y2 e Y1).

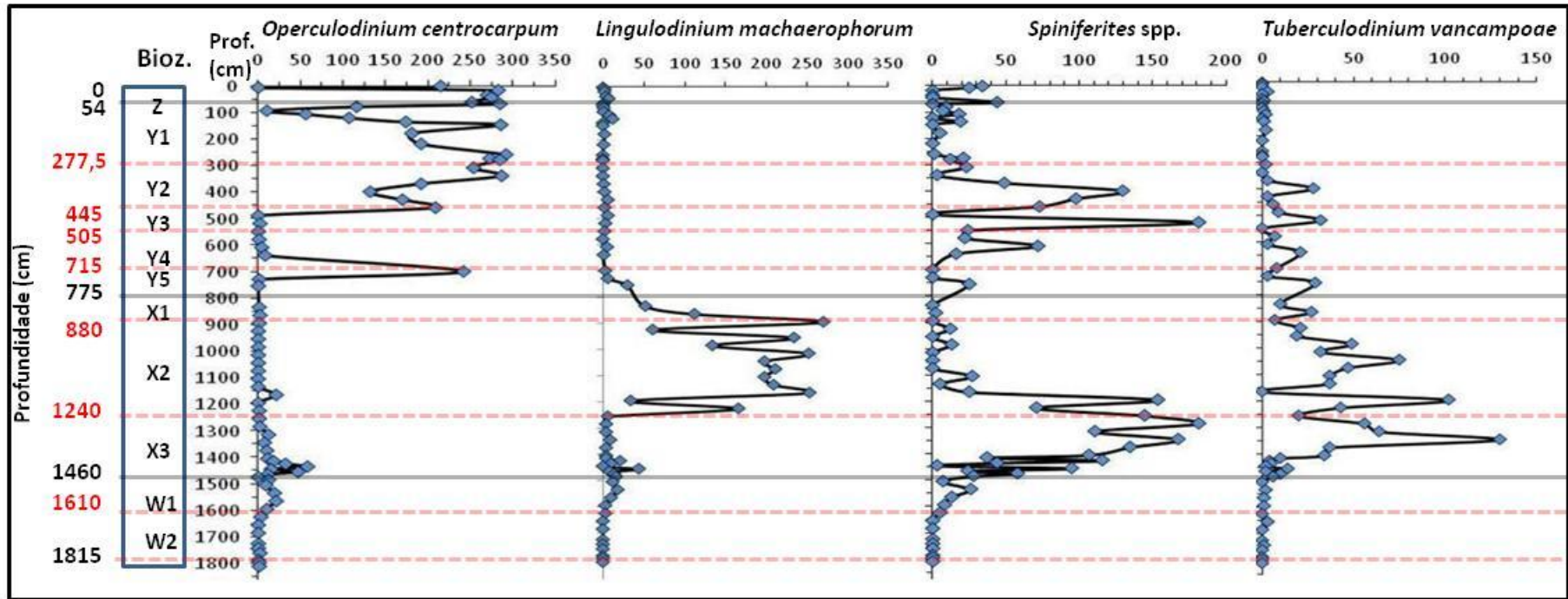


Figura 48. Gráfico da distribuição das espécies autotróficas mais representativas nas Zonas (W, Y e Z) e suas Subzonas (W2, W1, X3, X2, X1, Y5, Y4, Y3, Y2 e Y1).

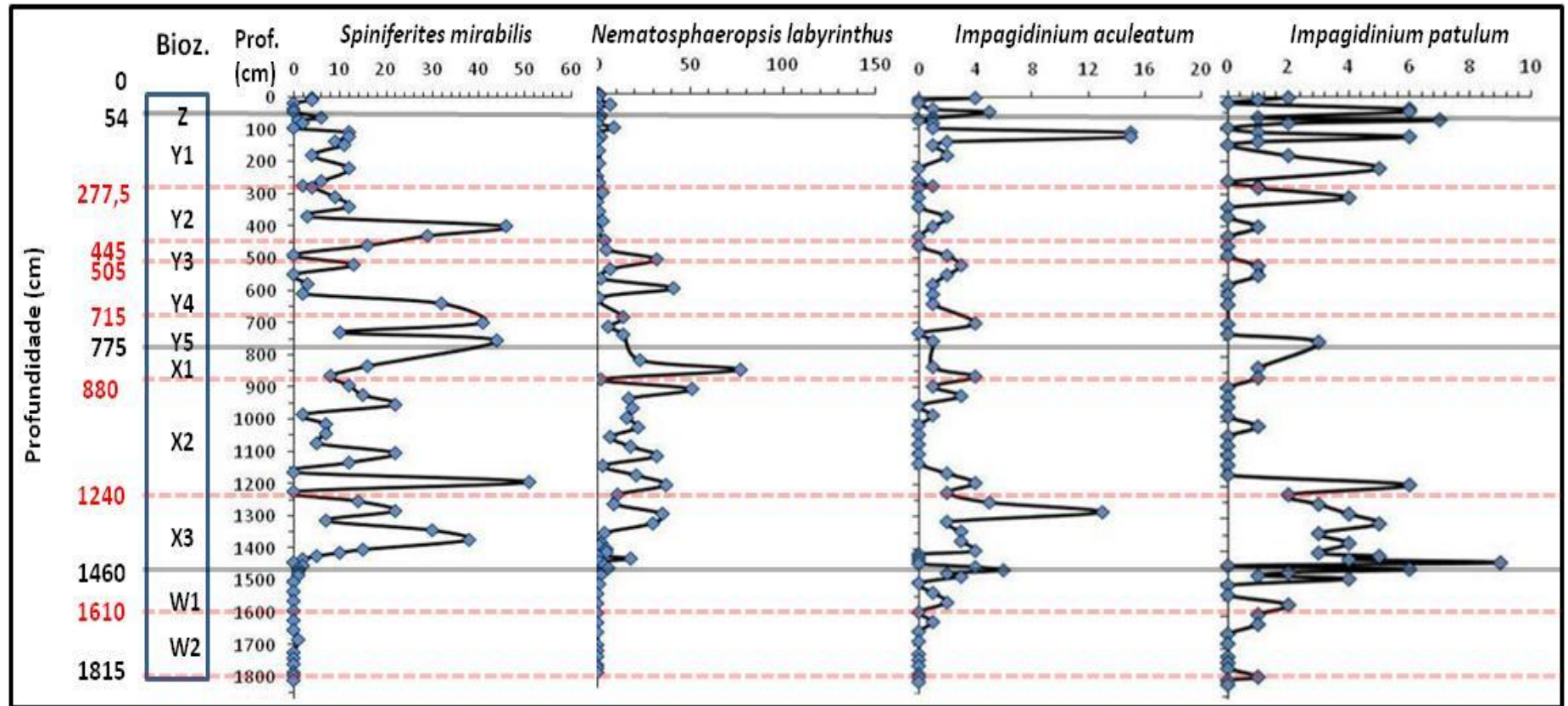


Figura 49. Gráfico da distribuição da abundância absoluta das espécies autotróficas mais representativas nas Zonas (W, Y e Z) e suas Subzonas (W2, W1, X3, X2, X1, Y5, Y4, Y3, Y2 e Y1).

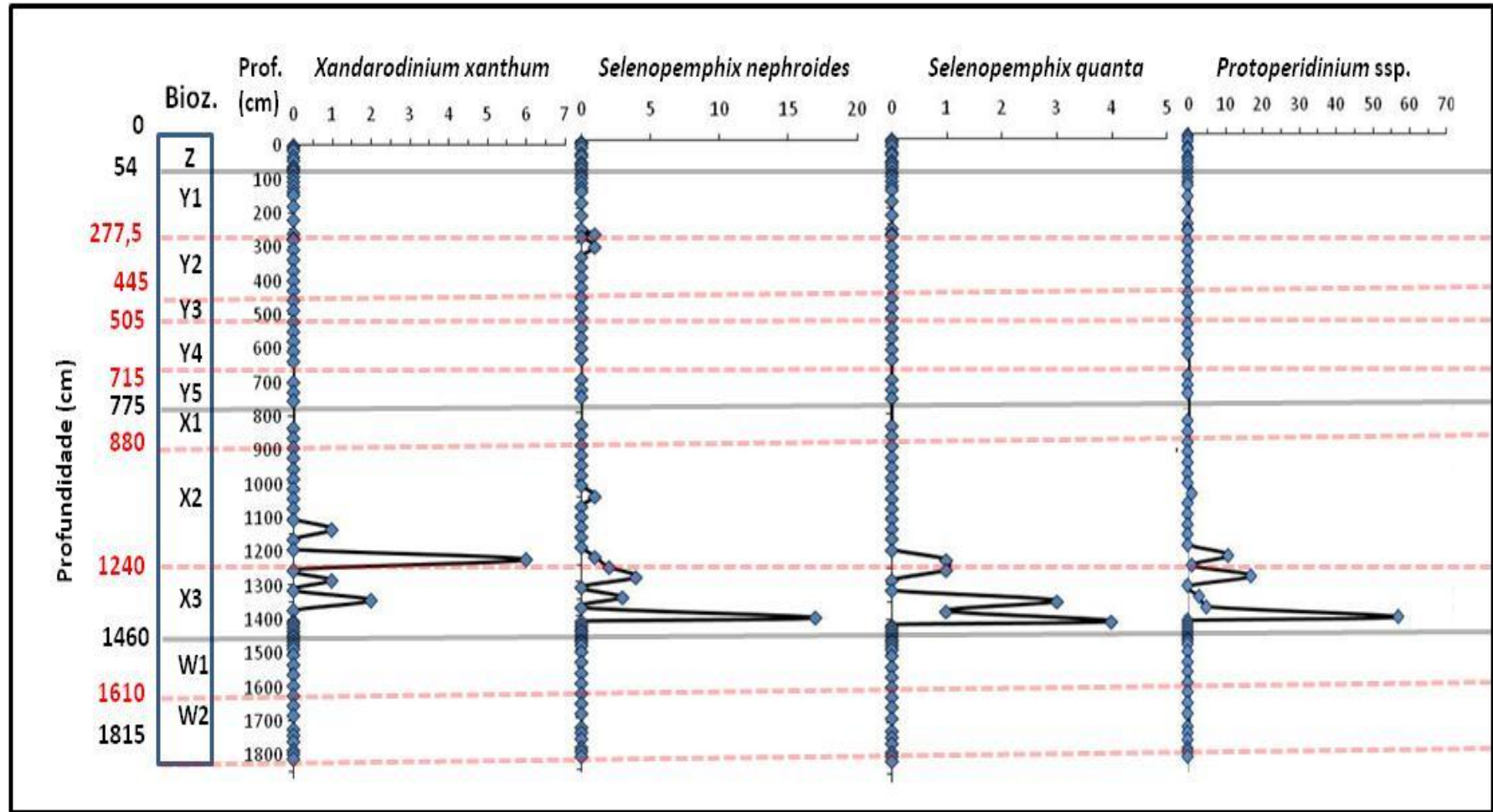


Figura 50. Gráfico da distribuição da abundância absoluta das espécies de dinocistos heterotróficos nas Zonas (W, Y e Z) e suas Subzonas (W2, W1, X3, X2, X1, Y5, Y4, Y3, Y2 e Y1).

Devido ao fato de não terem sido realizadas análises de isótopos de oxigênio e de carbono para o estudo do Testemunho GL-77 e sim, utilizados os dados de Tokutake (2005), ocorreu um desnível dos resultados plotados nos gráficos, quando estes foram comparados através da profundidade.

No entanto, comparando os gráficos de resultados de isótopo de oxigênio e de carbono, com os gráficos dos resultados do Testemunho GL-77, em relação às Zonas Climáticas, foi possível observar semelhanças entre os picos de isótopos de oxigênio e carbono, com os dados absolutos de *Operculodinium centrocarpum*, *Lingulodinium machaerophorum* e *Tuberculodinium vancampoae* (Figuras 51 e 52).

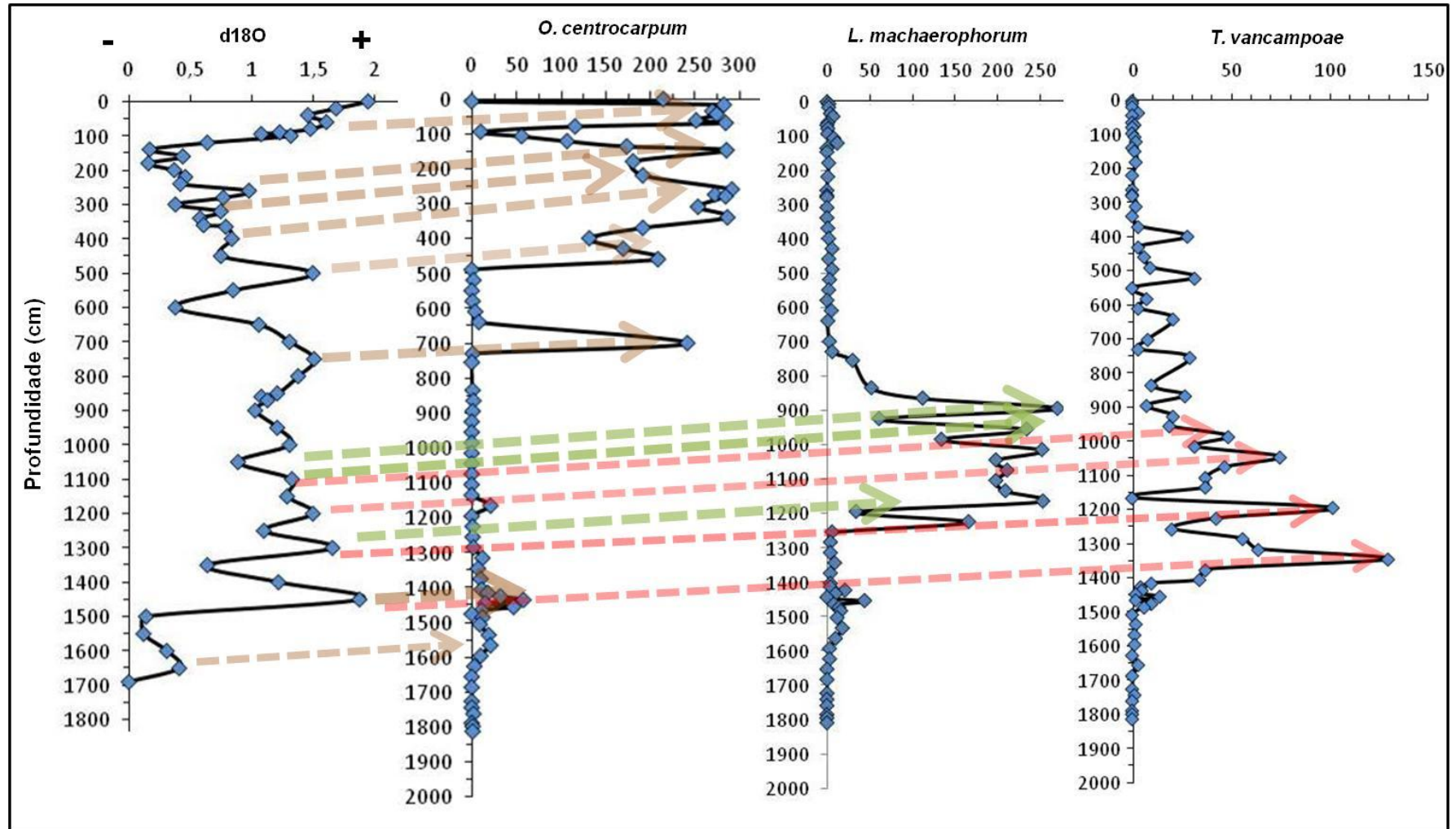


Figura 51. Correlação do gráfico da variação isotópica do oxigênio do Testemunho estudado por Tokutake (2005), com os picos de ocorrência de *O. centrocarpum* (setas marrons); *L. machaerophorum* (setas verdes) e *T. vancampoe* (setas vermelhas).



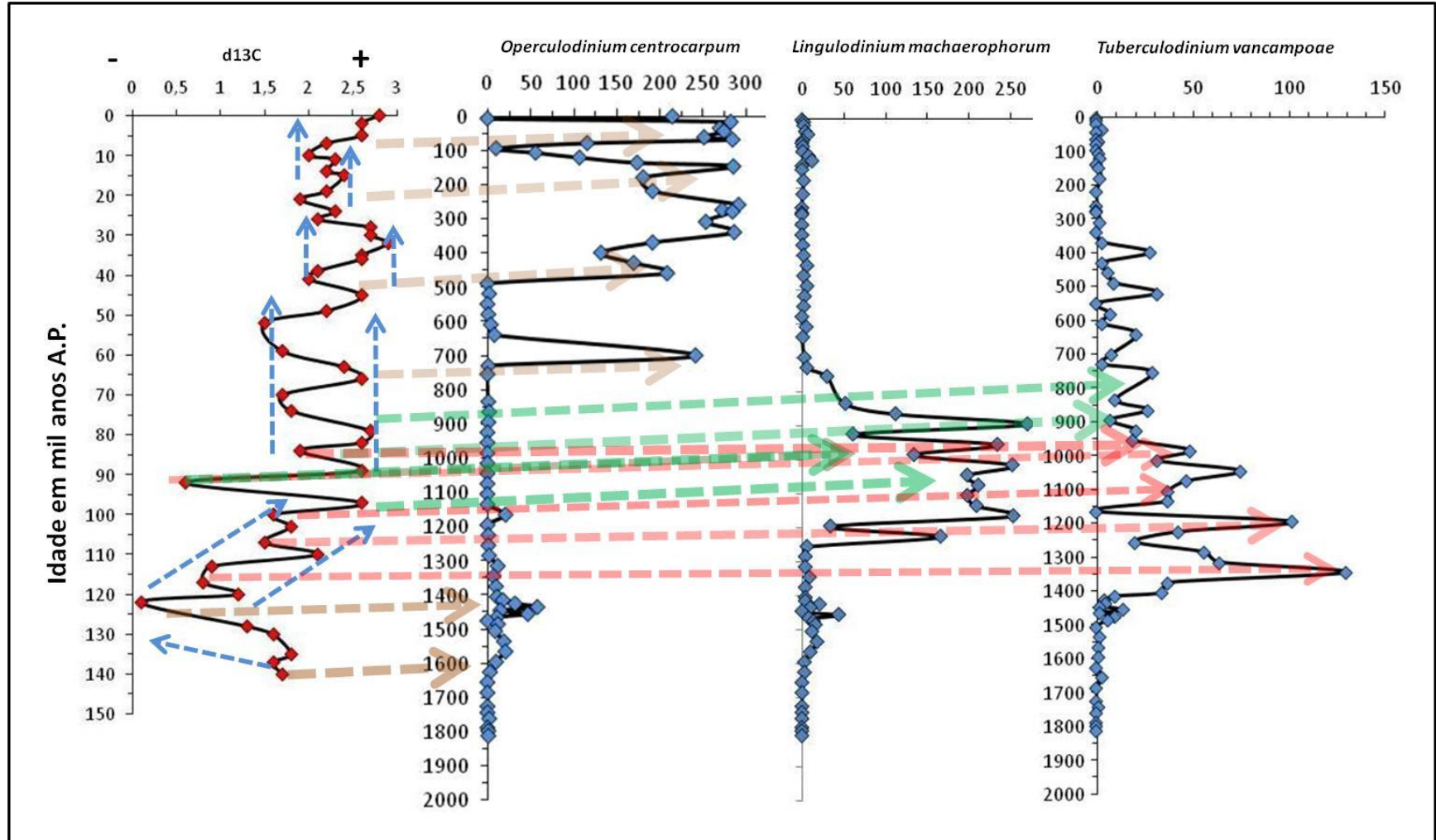


Figura 52. Correlação do gráfico da variação isotópica do carbono do Testemunho estudado por Tokutake (2005), com os picos de ocorrência de *O. centrocarpum* (setas marrons); *L. machaerophorum* (setas verdes) e *T. vancampoeae* (setas vermelhas).

Para uma melhor visualização da comparação dos dados isotópicos de oxigênio e carbono de Tokutake (2005), com os dados absolutos obtidos de dinocistos, foram usados recursos tridimensionais, o que possibilitou o entendimento da coluna estratigráfica e o posicionamento nas Fases Climáticas.

Os dados do eixo vertical dos gráficos das curvas isotópicas estão em idade de mil anos A.P. e, os do eixo vertical das espécies de dinocistos, estão de acordo com a profundidade do testemunho.

Os resultados de ocorrência absoluta de *Operculodinium centrocarpum* mostra sua afinidade a partir do primeiro pico de elevação do nível do mar, da base para o topo do testemunho, na Fase Climática Glacial (Zona Y) (Figura 53).

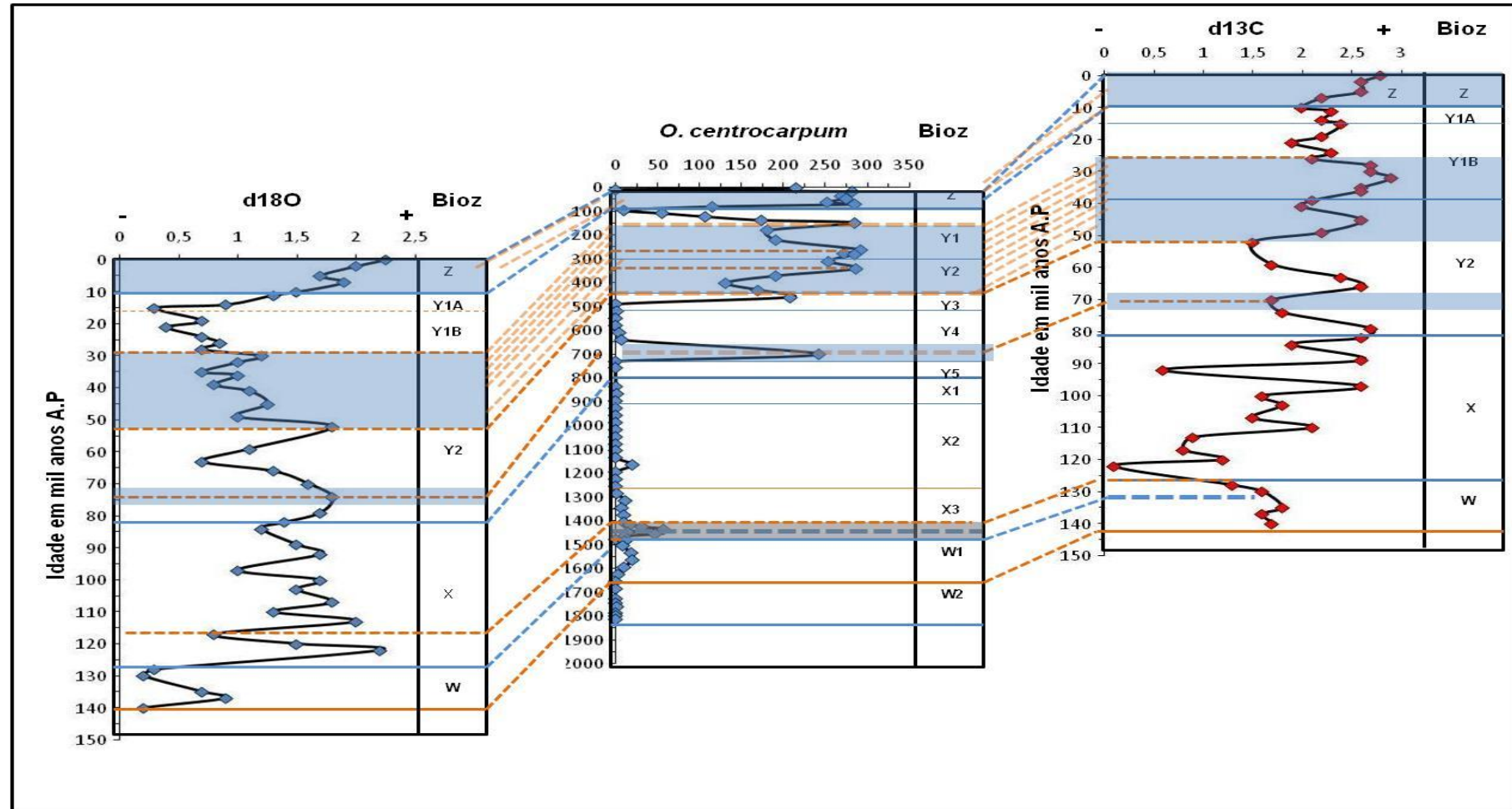


Figura 53. Gráfico da variação isotópica de oxigênio ( $d18O$ ) e de carbono ( $d13C$ ) relacionado com o gráfico de abundância absoluta de *O. centrocarpum* (as linhas tracejadas de cor laranja estão relacionadas aos picos de ocorrência do dinocisto).

A amostragem foi feita em intervalos de aproximadamente 30 cm; exceto nas profundidades entre 1400 cm a 1500 cm, que foram amostradas de 10 em 10 cm, o que causou uma concentração dos pontos plotados no gráfico, quando usada uma escala proporcional para o testemunho inteiro.

Devido a esse fato, para melhor visualização da ocorrência de picos de abundância no gráfico, usou-se uma escala horizontal reduzida. Assim, foi possível notar a semelhança na ocorrência de *Operculodinium centrocarpum*, do intervalo entre 1400 cm e 1500 cm, com o pico do isótopo de oxigênio entre 115 e 130 mil anos A.P. e, a semelhança do segundo pico, entre 1500 cm e 1600 cm, com o pico do isótopo entre 100 a 130 mil anos A.P. Reforçando a afinidade dos dados isotópicos com os dados de ocorrência de dinocistos na coluna estratigráfica (Figura 54).

*Lingulodinium machaerophorum* e *Tuberculodinium vancampoe* ocorrem com uma abundância representativa no intervalo interglacial. E seus picos também se assemelham aos da variação isotópica (Figuras 55 e 56).

A figura 57 mostra a concentração de pontos plotados no gráfico, assim como, no caso de *Operculodinium centrocarpum*, para *Lingulodinium machaerophorum* e *Tuberculodinium vancampoe*.

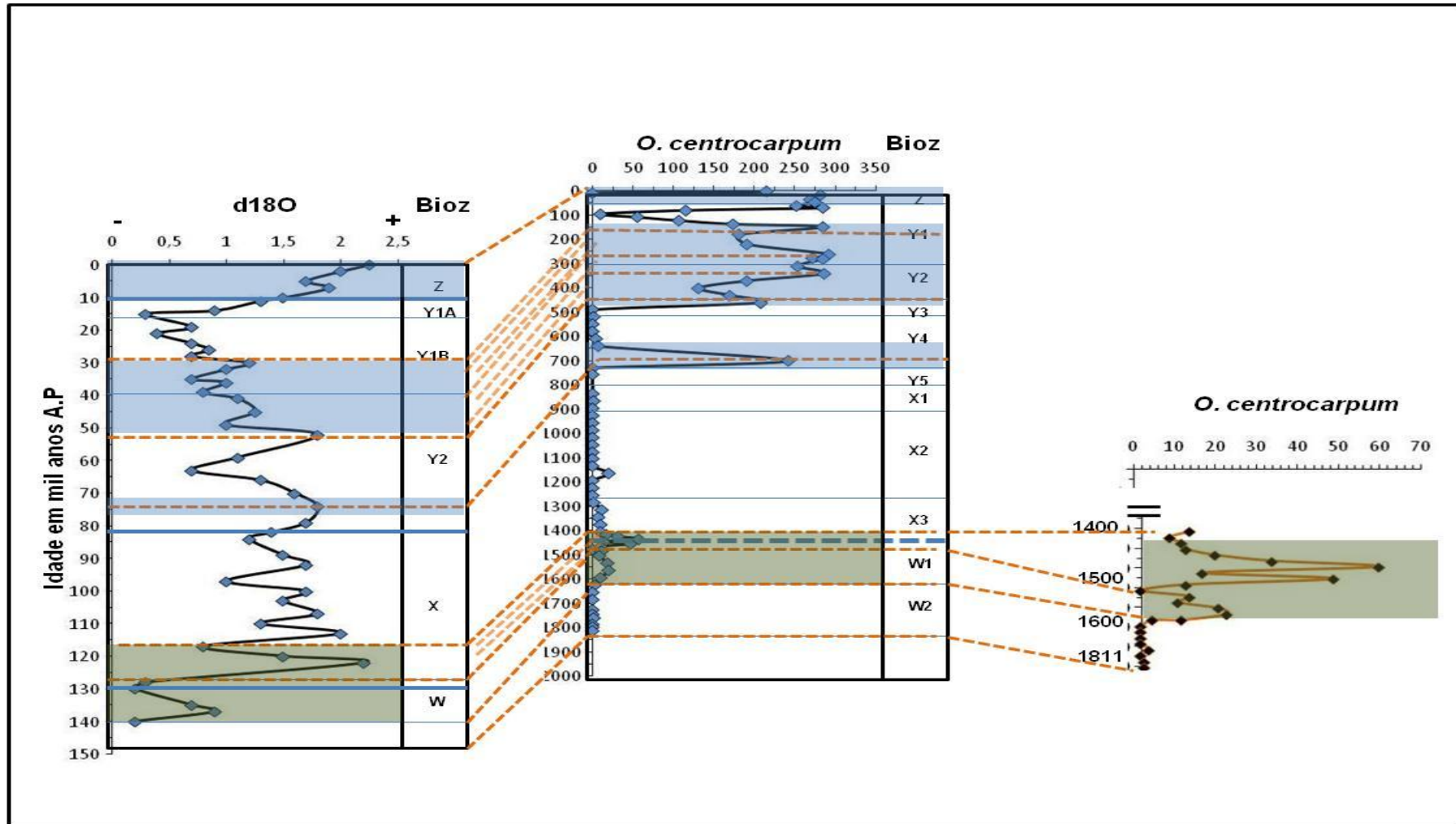


Figura 54. Detalhe mostrando a ocorrência de um pico de *Operculodinium centrocarpum* na concentração de amostras do testemunho.

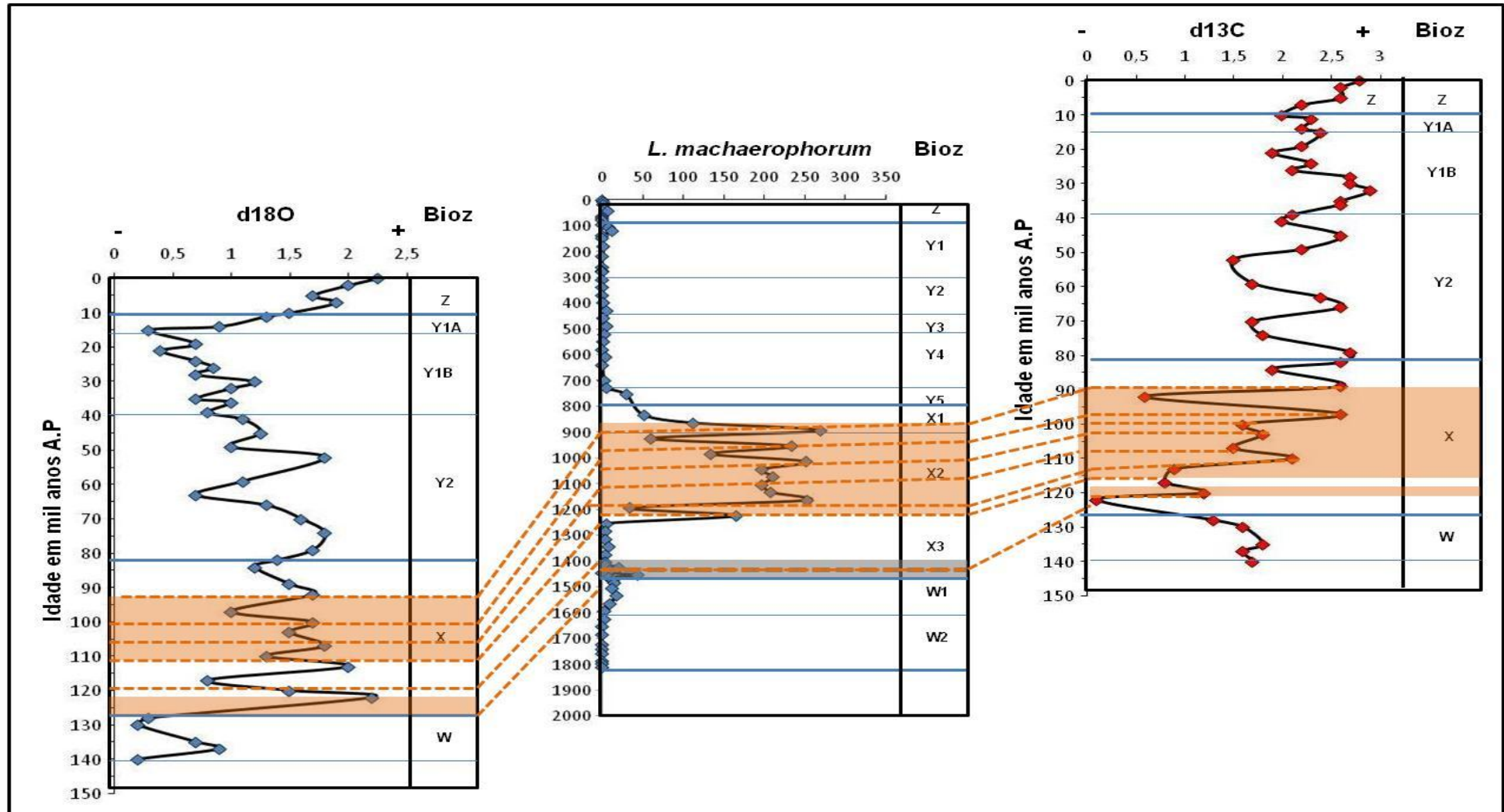


Figura 55. Gráfico da variação isotópica relacionado com a abundância absoluta de *Lingulodinium machaerophorum*.

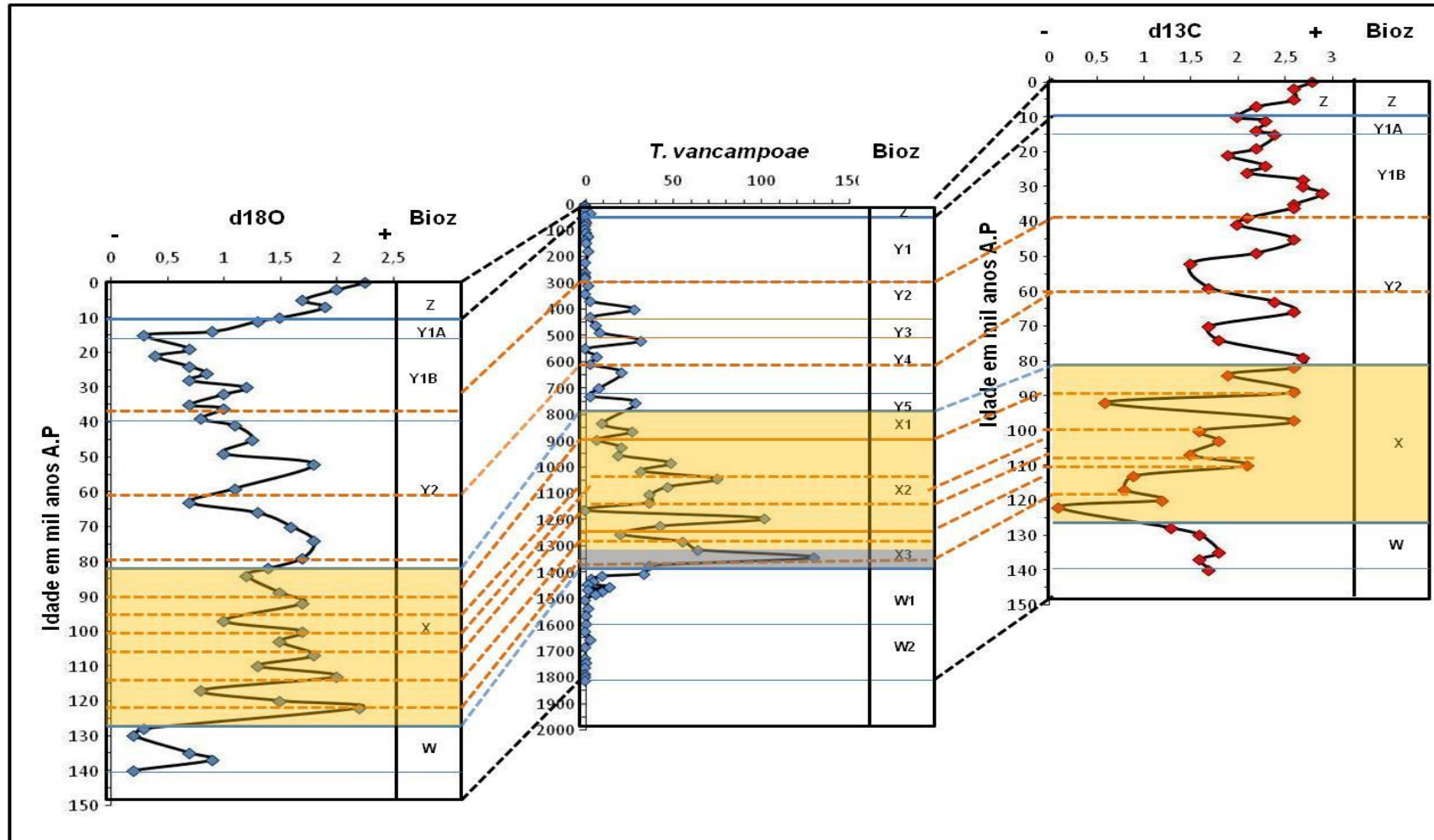


Figura 56. Gráfico da variação isotópica relacionado com a abundância absoluta de *Tuberculodinium vancampoe*.

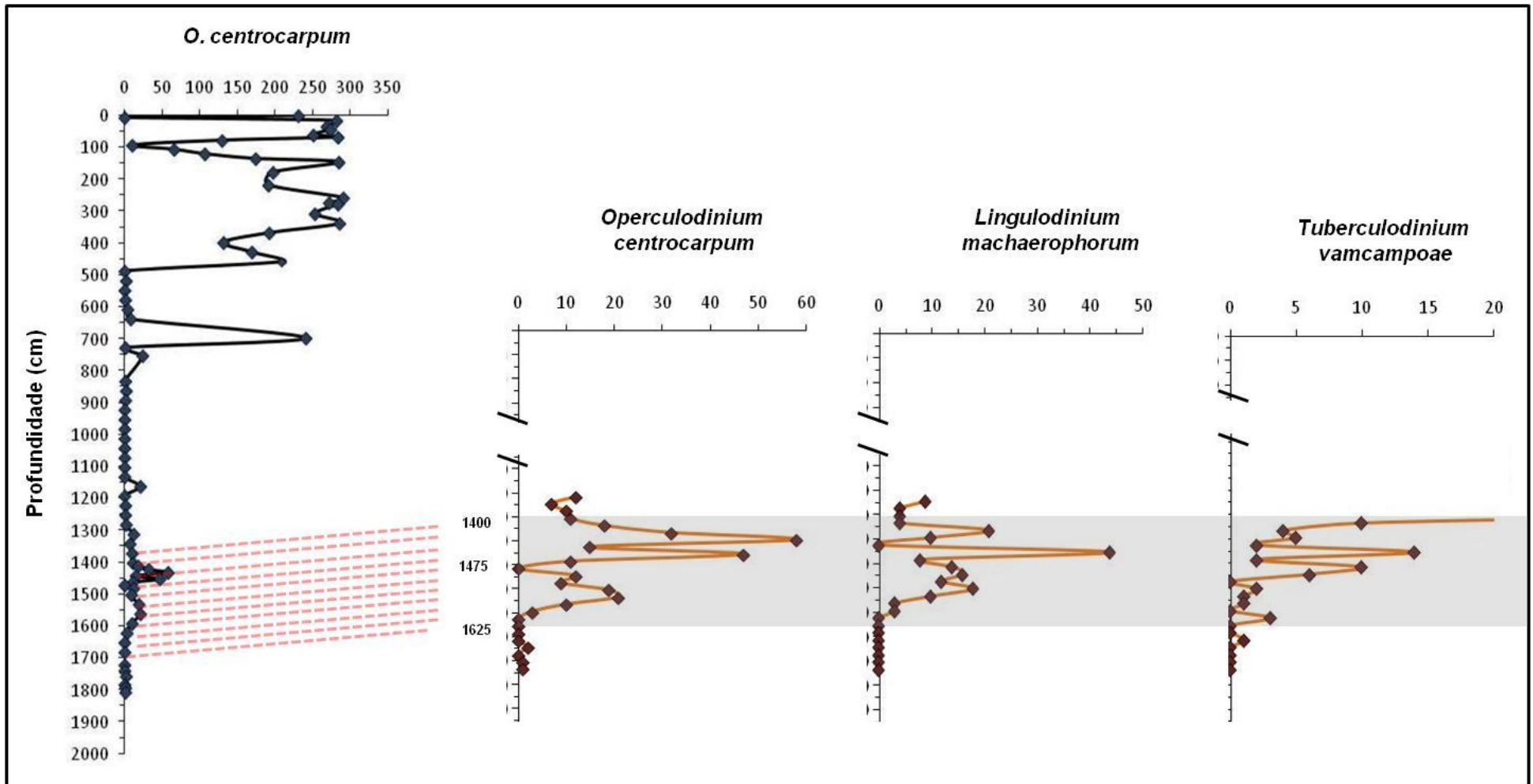


Figura 57. Detalhe dos picos de *Operculodinium centrocarpum*, *Lingulodinium machaerophorum* e *Tuberculodinium vancampoeae* no intervalo de concentração da amostragem.



## 7 DISCUSSÃO

### 7.1 Palinofácies

O cenário paleoceanográfico pode escolher as diferenças em proximidade relativa para fontes de matéria orgânica terrestres, o caminho do transporte da matéria orgânica particulada e o estado redox dos ambientes de deposição que controla o estado de preservação da matéria orgânica (Figuras 25 e 26). Porcentagens de palinomorfos relativamente alta (> 10%) e porcentagens de fitoclastos altas (> 50%) é aparentemente característica de algumas interpretações para plataformas rasas. Menezes (2002) determinou assembleias de componentes da matéria orgânica com predomínio de fitoclastos (principalmente cutículas) com características de deposição em fácies proximais (flúvio-deltaica) à fácies de talude e de bacia marginal em testemunho na Bacia de Campos (Testemunhos GL-05 e GL-07). Roncaglia (2002) estudou turbiditos siliciclásticos-carbonáticos de idade Maastrichtiano Inferior depositados em um ambiente marinho aberto e profundo, com uma palinofácies típica de ambiente marinho sujeito ao elevado aporte terrestre proveniente de uma fonte flúvio-deltaica próxima. O mesmo autor sugere que a abundância de material alóctone pode ser oriunda de retrabalhamento de plataforma.

Na figura 58 é possível notar na profundidade de 0 a 400 cm aproximadamente, a ausência do Grupo MOA, isso pode ser explicada possivelmente, em parte, devido aos níveis de ferro oxidado, evidenciando um ambiente oxidante. Outra evidência deste ambiente é a presença de dinocistos moderadamente sensíveis (como *O. centrocarpum*; *S. mirabilis* e *S. bulloideus*) e os resistentes (como as espécies do gênero *Impagidinium*, *N. labyrinthus*, *O. israelianum*), às condições oxidantes.

Porém, números de efeitos nas variáveis de acumulação da matéria orgânica no sedimento do ambiente marinho em que só uma quantidade pequena da matéria orgânica potencialmente disponível é depositada (DALE & DALE, 1992); depois de depositada e se degradando; processos microbianos e químicos podem impedir ainda a preservação da matéria orgânica no sedimento (ZONNEVELD *et al.*, 2008). Os cistos de dinoflagelados consistem em material orgânico quimicamente resistente e são preservados facilmente em sedimentos marinhos. Recentes estudos (ZONNEVELD *et al.*, 2007, 2008; KODRANS-NSIAH *et al.*, 2008) mostraram que o ambiente

deposicional tem uma influência forte na composição da assembleia de cisto de dinoflagelados que podem ser usadas como um indicador ambiental.

O Subgrupo Fitoclasto não-opaco não-bioestruturado ocorrem em maior abundância relativa na Subzona W2, atingindo picos de 60%, seguido do subgrupo dos não-opacos bioestruturados e cutículas; na Subzona W1 o que prevalece é o subgrupo não-opacos bioestruturados do tipo estriado (Figura 59). O que evidencia um ambiente extremamente raso com influência fluvial.

A transição da Zona W para a Zona X, em 1460 cm de profundidade, é marcada pelo pico do subgrupo dos fitoclastos opacos, e permanece por um curto intervalo na Subzona X3. O restante dos subgrupos ocorre em picos pontuais (não-opaco não-bioestruturado e cutícula). Mostrando um pulso rápido no aporte continental. A queda acentuada do Grupo Fitoclasto parece estar de acordo com comentário de Sanjinés (2006) de haver uma seção condensada nessa transição de zona climática.

Na Subzona X3 o Grupo MOA, Palinomorfo e Fitoclasto ocorrem equilibradamente (Figura 58). E dentro do Grupo Fitoclasto, predomina o subgrupo dos não-opacos bioestruturados (Figura 59). Mas a base da Subzona X3 é marcada pela alta frequência do Grupo Palinomorfos, representados pelos dinocistos e palinoforaminíferos, mostrando uma subida muito rápida do oceano.

Na Subzona X2, prevalecem dois grupos, o Grupo MOA e o Palinomorfo. Componentes do Grupo Fitoclasto é praticamente ausente nessa zona de nível de mar alto. Predomina o subgrupo dos palinomorfos marinhos. Nesse intervalo de águas mais aquecidas *L. machaerophorum* ocorre em abundância mais elevada. A temperatura de águas mais aquecidas é favorável para essa espécie, que também pode ocorrer florações e ser potencialmente tóxica. Por isso talvez, que a sua ocorrência é quase que monoespécífica.

Na Subzona X1 e Y5 ocorre a abundância relativa mais alta do grupo MOA e do subgrupo dos fitoclastos opacos. Na Subzona Y4 ocorre o subgrupo dos não-opacos bioestruturados.

Na Subzona Y3 a Z ocorre queda do subgrupo não-opaco não-bioestruturado e bioestruturado. Para a Zona Y (fase glacial), Vicalvi (1999) menciona um resfriamento mais intenso para as subzonas Y1, Y3 e Y5, indicando um nível de mar mais baixo.

As subzonas Y1 e Y2 e Z, de profundidade entre 0 a 400 cm, além da queda de fitoclastos não-opacos bioestruturados e ausência da MOA, ocorre níveis de óxido de ferro que pode degradar esses componentes. Outro fato é o aumento dos palinomorfos

(dinocistos) que podem estar relacionados ao nutriente ferro diluído na massa d'água.

Tal ambiente ainda é composto por assembleias de dinocistos resistentes (cistos resistentes como *N. labyrinthus* e espécies agrupadas de *Impagidinium*) a ação do oxigênio não foi tão intensa pois ocorre a presença de dinocistos moderadamente resistente (*O. centrocarpum*, *Spiniferites* spp; .Figura 48).

Na profundidade de 63 cm, ocorre um pico do Grupo MOA. Essa profundidade está próxima da transição do intervalo interglacial para o glacial, o qual, de acordo com Sanjinés (2006), ocorre a profundidade de 54 cm para o mesmo testemunho estudado. A elevação rápida do nível relativo do mar e a sua acomodação determinaram o pico do Grupo MOA na profundidade de 63 cm. Esse intervalo glacial (Zona Y e Z) com o Grupo MOA praticamente inexistentes, alta abundância de dinocistos (plataforma óxica), ocorre também uma ocorrência significativa de palinoforaminíferos em sedimentos de talude ou de plataforma com salinidade normal ( fácies óxica para subóxica). Em ambiente de plataforma normal, hidrograficamente instável, *offshore* para essa região de clima tropical, ocorre uma alta dominância e baixa diversidade. O que ocorre é que foi comprovada a potencialidade tóxica do dinocisto *O. centrocarpum* portador da YESSOTOXINA. E até mesmo a quantidade do elemento ferro favorecendo tal fitoplâncton.

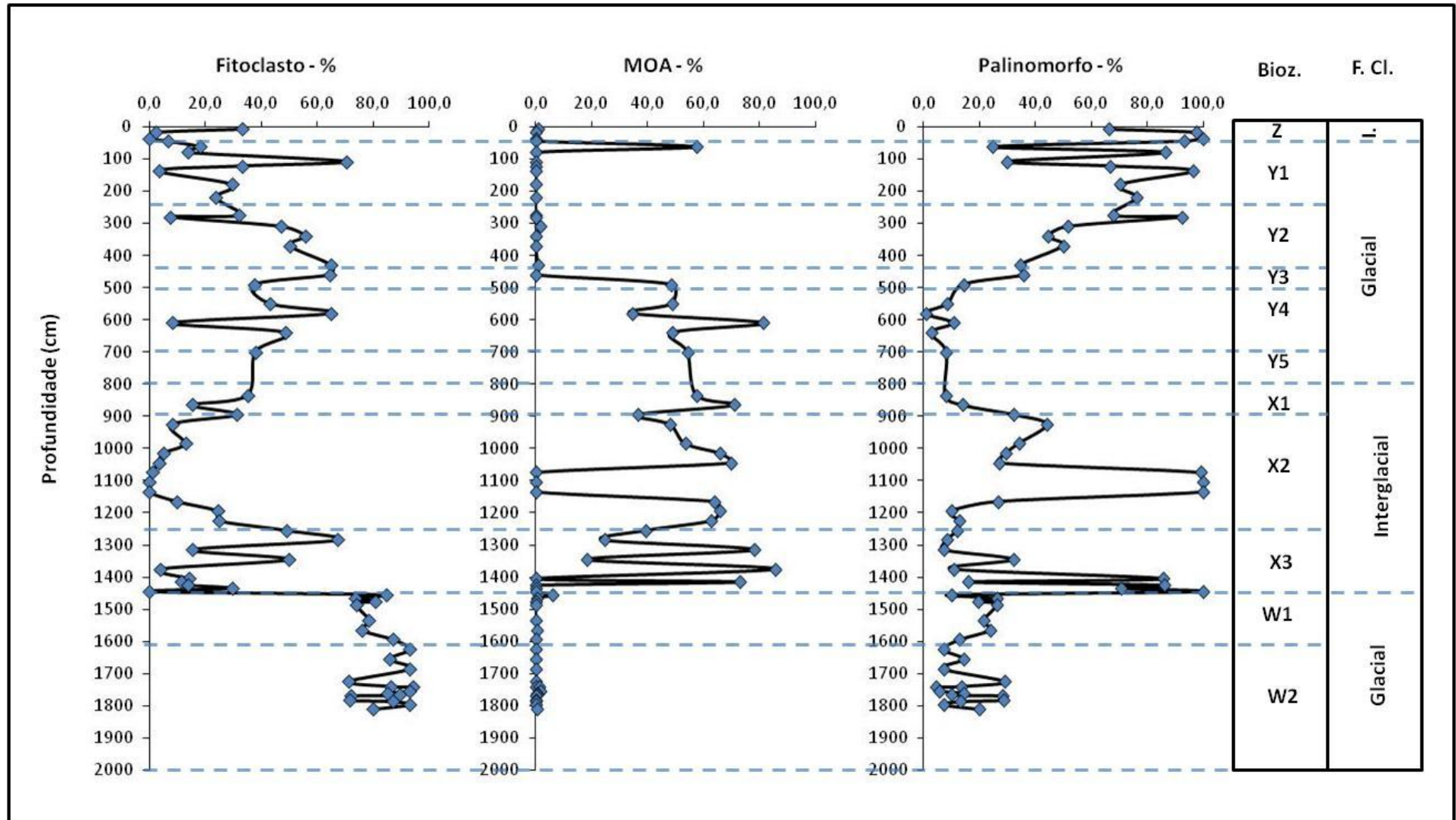


Figura 58. Gráficos dos dados relativos dos Principais Grupos da Matéria Orgânica; Zonas e Subzonas Climáticas.

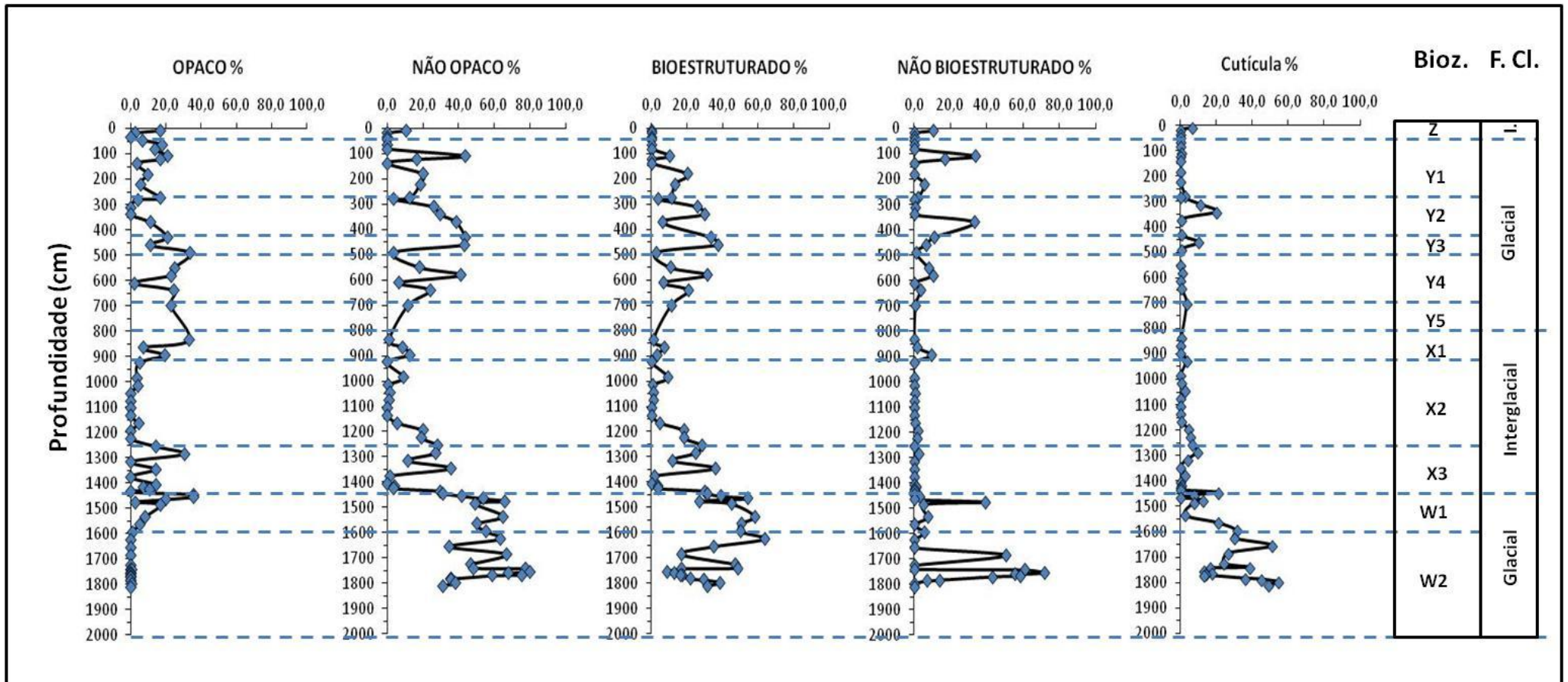


Figura 59. Gráficos dos dados relativos dos subgrupos dos fitoclastos e suas ocorrências nas Subzonas Climáticas.

Ao longo do Testemunho GL-77, as amostras foram plotadas em campos de palinofácies que nos sugerem suas características deposicionais de acordo com o diagrama ternário de dados relativos de Fito-MOA-Palino. Foi realizada uma integração dos resultados obtidos entre a palinofácies e o tratamento estatísticos dos dados palinomorfos e dinocistos, que possibilitaram a geração de intervalos ao longo do testemunho.

### **Intervalo de Palinofácies 1**

Profundidade de 1783 cm a 1811 cm

Zona climática W (Subzona W2; Glacial)

Este intervalo é composto pela **Associação de Palinofácies A** representada pelos componentes lenhosos do Grupo Fitoclasto, Subgrupo Fitoclastos Não Opacos Bioestruturados do tipo estriado e cutículas. Os componentes continentais do Grupo Palinomorfo de origem terrestre, representados pelo Subgrupo Esporomorfo, ocorrem com baixos valores percentuais. E os componentes do Grupo Palinomorfo do subgrupo microplâncton de parede orgânica de água Doce (algas dos gêneros *Botryococcus* e *Pediastrum*) de origem continental lacustre, ocorrem com baixos valores percentuais, em relação ao total da matéria orgânica. Este primeiro intervalo da base do Testemunho GL-77 está inserido num intervalo de fase glacial.

Sanjinés (2006) estudando este testemunho sugere a idade de 165 mil anos A.P. Há cerca de 170 mil anos AP o nível relativo do mar no Brasil estaria por volta de 110m abaixo do nível atual e a 120 mil anos A.P. estaria de 8 a 10 m acima do atual. Assim o nível de base para as bacias oceânicas do Oceano Atlântico, adjacente ao território brasileiro nos últimos 120 mil anos A.P. teria variado dentro de uma faixa entre as cotas de -120 e + 10 m (VIANA *et al.*, 1998a).

As amostras ricas em componentes do Grupo Fitoclasto (subgrupo fitoclasto não-opaco bioestruturado do tipo estriado; fitoclasto não-opaco não-bioestruturado; cutículas) foram plotadas no campo de palinofácies I, com características deposicionais de bacia ou plataforma altamente proximal e que possui um elevado suprimento de fitoclastos que dilui todos os outros componentes orgânicos. O outro, o campo de palinofácies III com características deposicionais de plataforma óxica (plataforma proximal) geralmente com baixa taxa de preservação de MOA, abundância absoluta de fitoclastos dependendo da proximidade de fontes flúvio-deltaicas em que a oxidação e o retrabalhamento são comuns.

Viana & Faugères (1998) comentam que nessa fase glacial, entre 165 mil anos e 120 mil anos A.P. aproximadamente, com o nível do mar variando os processos de sedimentação da bacia seriam bem diferentes.

Quantidades significativas de matéria orgânica terrestre alcançaram a plataforma externa quando a descarga dos rios foi alta, ou quando a plataforma for estreita e cortada por *canyons* onde existe alta intensidade de correntes de turbidez (TYSON, 1984) e transportes por correntes (VIANA & FAUGÉRES, 1998a).

Mendonça Filho *et al.* (2010) comentam em seu estudo que um elevado suprimento de fitoclastos transportados e depositados no sedimento pode diluir todos os outros componentes orgânicos e refletir características proximais em que a deposição ocorre muito próximo à flora-mãe. Os mesmos autores atentam para que a abundância do material alóctone possa estar associada a processos de retrabalhamento de plataforma.

A análise de palinofácies em cima do diagrama ternário com os campos de palinofácies plotou as amostras nos campos I (Bacia ou plataforma altamente proximal) e III (Plataforma óxica heterolítica) (Figura 26).

## **Intervalo de Palinofácies 2**

Profundidade de 1685 cm a 1767 cm

Zona Climática W (Subzona W2; Glacial)

Intervalo constituído pelas **Associações de Palinofácies D e A**, onde estão incluídos o subgrupo fitoclastos não-opacos não bioestruturados degradados e não degradados; cutículas; fitoclastos não-opacos bioestruturados do tipo estriado; esporomorfos; *Botryococcus* e *Pediastrum*. Que marcam também, assim como no Intervalo 1, tendências de distribuição em fácies mais proximais.

Este Intervalo 2 ocorre dentro da fase glacial, com nível relativo do mar mais baixo e, águas mais frias. A dominância da Associação D (do subgrupo do fitoclasto não-opaco não-bioestruturado degradado e não degradado) juntamente com o subgrupo da cutícula parece sugerir uma região com variações do nível relativo do mar. Nesse intervalo já ocorrem os fitoclastos com características mais densas do que as cutículas, indicando maior proximalidade.

Paleocanais de rios próximo a área poderiam estar alimentando essa região em nível de mar mais baixo. Com base nos contrastes de densidade entre as águas do afluyente fluvial principal e o corpo líquido receptor. Em áreas de deltas de canhões submarinos poder-se-ia originar fluxo hiperpicnal. No momento de deposição desse material com a diferença na

densidade do fluxo, por exemplo, a densidade do meio transportador é maior que a do meio receptor e, desse modo, os sedimentos são carreados junto ao substrato por correntes de turbidez. Pode ocorrer outro caso, de fluxo hipopícnais, a densidade do meio transportador é menor que a do meio receptor e, dessa forma, os sedimentos movem-se pela superfície do meio mais denso. Situação esta, mais característica dos deltas originados por rios que deságuam em mares e oceanos. Essas são situações plausíveis em termos de variações do nível relativo do mar, em períodos de mar baixo na fase glacial.

A lenta sedimentação, em muitos casos, faz com que os sedimentos fiquem submetidos à oxidação, dissolução e bioturbação por organismos bentônicos.

Esse intervalo, em sua maioria coincide com o campo de palinofácies I (Bacia ou plataforma altamente proximal, figura 26), com características deposicionais de plataforma altamente proximal, devido ao domínio da Associação D de palinofácies.

### **Intervalo 3**

Profundidade de 1465 cm a 1655 cm

Zona Climática W (Subzona W1; Glacial)

Este Intervalo 3 também é constituído pelas **Associações de Palinofácies A e D** que, assim como nos Intervalos 1 e 2, mostram também condição mais proximal de deposição da matéria orgânica sedimentar. A atual topografia encontrada em larga escala nas plataformas continentais resulta da superimposição de eventos geológico do Plioceno e Pleistoceno. Bastante significativas são as oscilações eustáticas de níveis do mar, frequentemente de grande amplitude, ligadas à formação de imensas calotas glaciais, que ocasionaram o rebaixamento do nível relativo do mar, de cerca de 120 m abaixo do atual entre 120 mil anos A.P. (VIANA & FAUGÉRES, 1998). É possível que nos períodos de máxima regressão, as linhas de costa situavam-se próximas ou na própria quebra de plataforma, que limita a plataforma do talude. Nesse momento, possivelmente, os paleo-rios fluíram para o mar através das plataformas continentais em grande parte expostas subaereamente (TOKUTAKE, 2005).

A Subzona W1 contida no intervalo de 1610 a 1460 cm reflete condições glaciais de sedimentação no talude por lama levemente carbonática (LL). Sanjinés (2006) comenta que uma mudança brusca no comportamento das espécies *Globorotalia inflata* e *G. truncatulinoides* por apresentar uma redução brusca no contato LL/LR, no limite W/X, sugere uma superfície de águas estratificadas.



A lâmina d'água no talude médio, na região estudada corresponde a 1287m, em termos atuais (SANJINÉS, 2006). Estipula-se que o nível relativo do mar foi mais baixo nesse episódio glacial (Zona W). Tokutake (2005) estudando o Testemunho B próximo ao Testemunho GL-77 (Figura 59), obteve dados de variação de isótopos oxigênio que refletem a variação do nível relativo do mar e de carbono que refletem a disponibilidade de nutrientes. No intervalo em que a Zona W do Testemunho B de Tokutake (2005) a disponibilidade de nutrientes está pouco abaixo de 1<sup>0</sup>/<sub>00</sub> sofrendo decréscimo no limite W/X.

O topo desse intervalo coincide com o topo da Zona W e, também, pode ocorrer uma seção condensada.

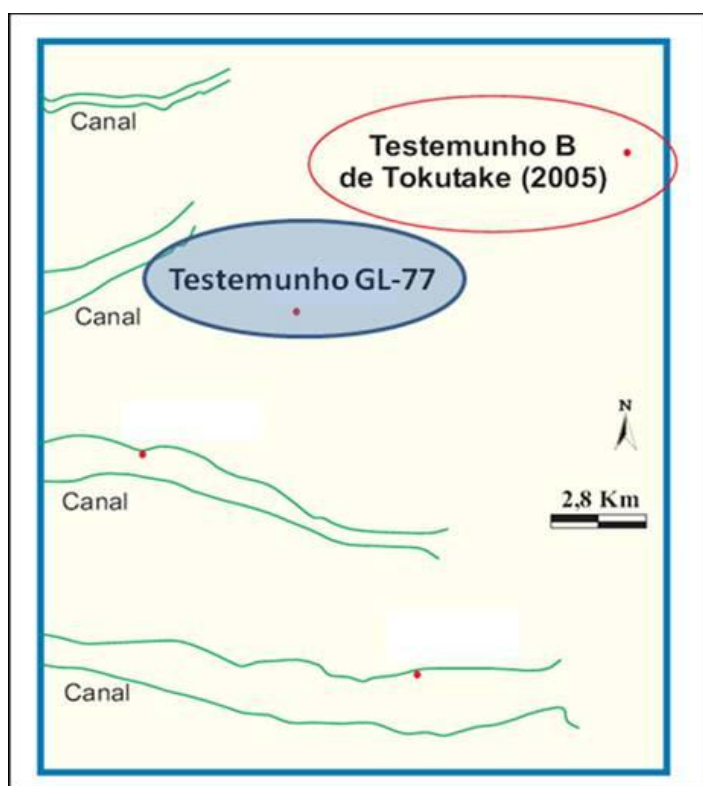


Figura 60. Localização do Testemunho B de Tokutake (2005) e do Testemunho GL-77 (modificado de Sanjinés, 2006).

#### Intervalo de Palinofácies 4

Profundidade de 1405 cm a 1455 cm

Zona Climática X (Subzona X3; Interglacial)

O Intervalo 4 é composto pelas Associações de Palinofácies **B**, **E** e **F**, representado por componentes marinhos do Grupo Palinomorfo, Subgrupo Microplâncton Marinho de Parede Orgânica (dinocistos), que ocorrem com grande variação percentual. O Grupo MOA está representado por uma matéria orgânica do tipo homogênea exibindo fluorescência amarela

esverdeada fraca e por vezes em tonalidade amarela alaranjada também fraca, ocorre somente na amostra de profundidade de 1415 cm. O Grupo Fitoclasto, representado pelo subgrupo de fitoclastos opacos dos tipos corroído, e alongado; o subgrupo de fitoclastos não-opacos bioestruturados do tipo perfurado. Este intervalo representa a primeira fase interglacial do testemunho e pode estar representando uma seção condensada (subzonas de X4 a X 11 de Vicalvi, 1999). A sedimentação está na transição de uma fase glacial para interglacial. Representa uma subida abrupta do nível relativo do mar. Segundo estudos de Viana & Faugères (1998), cerca de -30 m a -60m abaixo do nível relativo do mar atual é que foi a variação na fase interglacial que se estendeu entre 80 a 120 mil anos A.P. Depois de uma subida rápida do nível do mar, devido à deglaciação, na fase interglacial o resfriamento e descida do nível do mar são mais lentos (Tokutake, 2005). As assembléias de dinocistos desse intervalo que começam a aparecer com abundância absoluta elevada ainda fazem parte de águas não tão aquecidas (*O. centrocarpum* e *Spiniferites* spp.). As constantes oscilações no nível relativo do mar, os diferentes tipos de fluxo de gravidade devido a deglaciação, influxo de águas doce (material continental como do Grupo Fitoclastos) parecem ser favoráveis para o habitat da espécie de dinoflagelado *Protoceratium reticulatum* produtora do dinocisto *Operculodinium centrocarpum*.

### **Intervalo de Palinofácies 5**

Profundidade de 1375 cm

Zona Climática X (Subzona X3; Interglacial)

Composto pela Associação C, representado por 85,1% de componentes do Grupo MOA heterogênea exibindo fluorescência de amarela esverdeada média a amarela alaranjada fraca, desde aspecto grumoso (mais denso) a um aspecto mais ralo (menos denso). Este intervalo que coincide com a mudança de litologia, de lamas ricas em carbonatos (LR) para lama levemente carbonática (LL), possivelmente representa um momento de deposição mais prolongado que se estendendo desde o final do intervalo anterior.

Nesse intervalo começam a aparecer os dinocistos heterotróficos que são ótimos indicadores de ambientes com reduzida concentração de oxigênio (ambientes anóxicos). Head (1996) comenta que os dinocistos peridinióides (grupo heterotróficos) são extremamente sensíveis a ambientes ricos em oxigênios. Alguns autores (ZONNEVELD *et al.*, 2008, KODRANS *et al.*, 2008) comentam que a acumulação de táxon de “espécies sensíveis” pode refletir baixas condições de oxigênio no ambiente.

## **Intervalo de Palinofácies 6**

Profundidade de 1195 cm a 1345 cm

Zona Climática X (Subzona X2 e X3; Interglacial)

Intervalo composto pelas Associações de Palinofácies E, A e F, representado por uma matéria orgânica amorfa do tipo homogênea exibindo fluorescência de amarela esverdeada média a amarela alaranjada fraca, com altos valores percentuais; o subgrupo dos fitoclastos opacos do tipo corroído e o percentual do tipo equidimensional (quadrático); o subgrupo de fitoclastos não-opacos bioestruturados apresenta altos valores percentuais do tipo estriado, o tipo perfurado e os tipos listrado e bandado, ocorrem com baixos percentuais. O Grupo Palinomorfo é composto pelos esporomorfos, componentes de origem terrestre, com baixos valores percentuais, variando entre, 1,3-7,5% e, os componentes lacustres, *Botryococcus* e *Pediastrum*, ocorrem com valores inferiores a 1,3%.

Abrange os campos de palinofácies IVa, IVb, V, VIII e IX (Transição plataforma-bacia a bacia distal subóxica-anóxica, figura 26). Um intervalo que se mostra com bastantes oscilações do nível relativo do mar e que coincide com a Fase Interglacial (Zona Y) (Figura 61). A base do intervalo é plotado no campo IV, com as características deposicionais da matéria orgânica variam entre transição plataforma/bacia no tempo (e.g. aumento da subsidência/profundidade da lâmina d'água). A abundância absoluta de fitoclastos depende da proximidade da fonte fluvial e do grau de redeposição. A quantidade de matéria orgânica vai depender do estado redox da bacia (IVa: disóxico, IVb: subóxico-anóxico). Plataforma distal disóxica-óxica com a MOA em excelente taxa de preservação inserida no campo VIII; características deposicionais de bacia distal subóxica-anóxica/plataforma carbonática com MOA dominante inseridas no campo IX podendo ser de águas estratificadas ou depósitos de águas profundas.

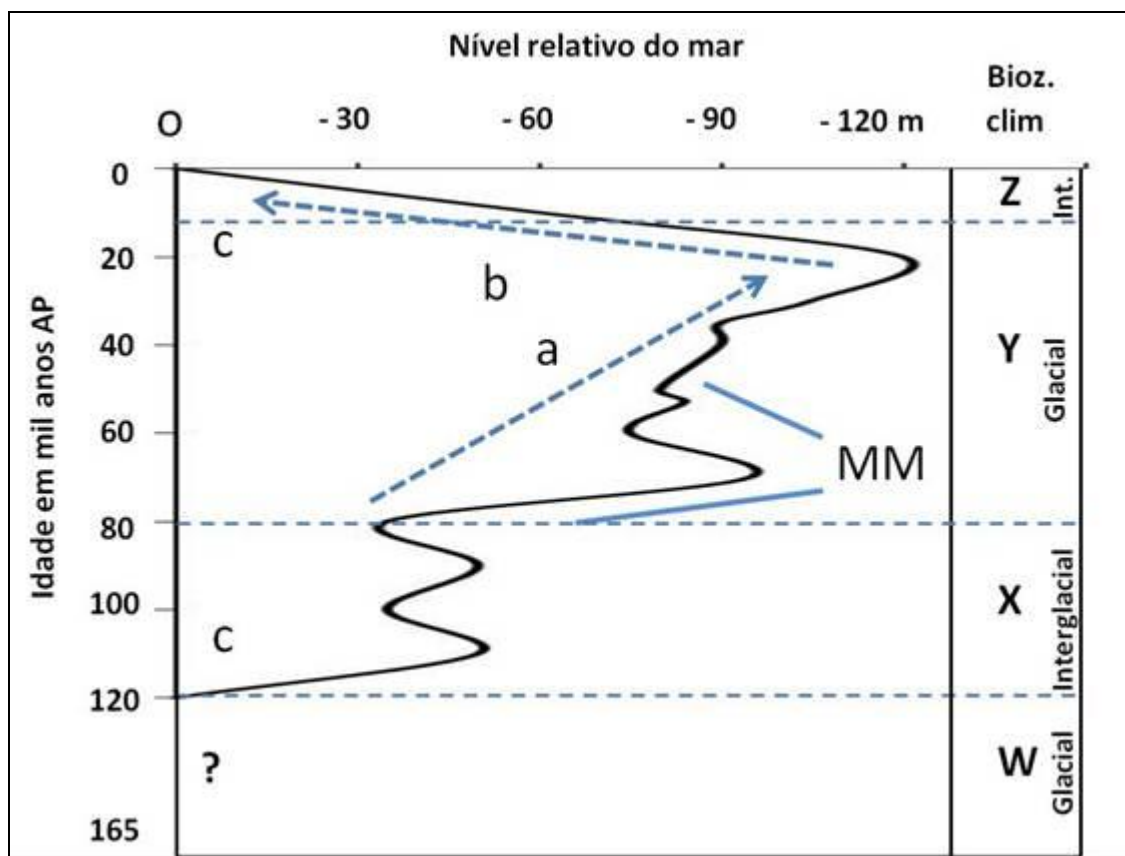


Figura 61. (a) Nível do mar ameaçador: Corrente do Brasil enfraquecida; taxa de sedimentação alta; fluxo de gravidade e movimento de massa (MM) em migração para o talude; (b) máxima parada e subida do nível relativo do mar; ativação da Corrente do Brasil; erosão ao longo do talude; (c) o mais alto nível relativo do mar: excursão da CB no talude; correntes de plataforma em intensa atividade, agravamento dos depósitos de areia e as Biozonas Climáticas (modificado de Viana & Faugères, 1998; Vicalvi, 1999).

De acordo com o gráfico de Viana & Faugères (1998) a análise de palinológica determinou para esse intervalo da ASS-Pal-I, que coincide com a Subzona X3, abrange os campos de palinofácies IVa, IVb, V, VIII e IX. Um intervalo que se mostra com bastantes oscilações do nível relativo do mar. A base desse intervalo é caracterizada pelo campo de palinofácies V, de características deposicionais de plataforma óxica, dominada por lama (plataforma distal). O campo IV, com as características deposicionais da matéria orgânica variam entre transição plataforma/bacia no tempo (e.g. aumento da subsidência/profundidade da lâmina d'água) ou espaço (talude).

Os microfósseis do subgrupo *Pediastrum* apresentam-se em estado de amorfização, sugerindo ação de bactérias anaeróbicas (ambientes anóxicos). A assembleia de dinocistos nesse intervalo sofre uma mudança. A ocorrência que predomina é a da *Spiniferites* spp. (espécies agrupadas do gênero *Spiniferites* de pequenas dimensões). Ecologicamente esse grupo é considerado de ambientes plataformais. Também ocorre, em termos específicos de domínio a espécie *Tuberculodinium vancampoeae*, espécie considerada de águas quentes.

Nesse intervalo também ocorrem os dinocistos heterotróficos indicadores de ambientes com reduzida concentração de oxigênio (ambientes anóxicos).

### **Intervalo de Palinofácies 7**

Profundidade 1165 cm

Zona Climática X (Subzona X2; Interglacial)

Este Intervalo é composto apenas pela Associação de Palinofácies **B**, representado por 63,7% de componentes do Grupo MOA heterogênea sem fluorescência. Esta MOA apresenta-se em estado grumoso a ralo. O Grupo Palinomorfo está representado por 26,4% de dinocistos. Provavelmente um intervalo representado por águas mais calmas e distais. Esse intervalo corresponde ao campo VIII de palinofácies com características deposicionais de plataforma distal disóxica-anóxica, com MOA dominante, com excelente taxa de preservação, baixo a moderado conteúdo de palinomorfos em condições águas estratificadas.

### **Intervalo de Palinofácies 8**

Profundidade de 1075 cm a 1135 cm

Zona Climática X (Subzona X2; Interglacial)

Intervalo composto apenas pela Associação de Palinofácies **B**, representado por 2 (duas) amostras, onde ocorrem a maior média percentual de dinocistos do testemunho. Esse intervalo contém principalmente o campo de palinofácies V de características deposicionais de plataforma óxica dominada por lama (plataforma distal), com abundância de baixa a moderada de matéria orgânica amorfa e palinomorfos abundantes.

### **Intervalo de Palinofácies 9**

Profundidade de 490 cm a 1045 cm

Zona Climática X (Interglacial) e Y (Glacial) (Subzonas Y3, Y4, Y5, X1 e X2)

O Intervalo 9 é composto apenas pela Associação de Palinofácies **E**. Representado por um alto percentual de MOA homogênea exibindo fluorescência, variando entre 34,4-82,9%. E também, pelo subgrupo de fitoclasto opaco do tipo corroído, com percentual variando entre 0,0-31,3%.

As amostras nas profundidades de 835 a 1045 m foram plotadas no campo de palinofácies VII de características deposicionais de plataforma distal disóxica-anóxica de moderada a boa taxa de deposição de MOA, baixo a moderado conteúdo de palinomorfos e no campo VIII com características deposicionais de plataforma distal disóxica-anóxica, com

MOA dominante, com excelente taxa de preservação, baixo a moderado conteúdo de palinomorfos em condições de águas estratificadas. Há também a deposição de material com características de plataforma distal com abundância em palinomorfos marinhos. Essa profundidade corresponde a base desse intervalo da palinofácies. Esse intervalo é composto principalmente por *Lingulodinium machaerophorum*, característico de águas mais estratificadas e calmas. As amostras desse intervalo estão inseridas na fase interglacial.

Na profundidade de 490 a 700 cm, outra mistura de campos II-IV-VI-VII-IX (Figura 26), como no intervalo II. Nesse intervalo prevalece o campo de palinofácies VII de características deposicionais de plataforma distal disóxica-anóxica de moderada a boa taxa de preservação de MOA, baixo a moderado conteúdo de palinomorfos. A assembléia de dinocistos muda nesse intervalo. As amostras desse intervalo estão inseridas na fase glacial. Composta pelos dinocistos autotróficos *S. mirabilis*, *T. vancampoe* e *Spiniferites* spp. está entre o domínio da (*L. machaerophorum*). Nesse intervalo as espécies agrupadas de *Spiniferites* spp. também são representativas. Segundo muitos autores (e.g. WALL *et al.*, 1977; ELLEGAARD, 2000; VINK *et al.*, 2000; VINK, 2004) esse grupo representam espécies plataformais, indicando variações na salinidade devido as variações morfológicas.

### **Intervalo de Palinofácies 10**

Profundidade de 310 cm a 460 cm

Zona Climática Y (Subzonas Y2 e Y3; Glacial)

Neste Intervalo estão contidas as Associações de Palinofácies **B**, **A** e **D**, que está representado por um alto valor percentual de componentes marinhos do Grupo Palinomorfo, os dinocistos. Representado também, pelo subgrupo de fitoclastos não-opacos bioestruturados do tipo estriado; fragmentos de cutículas; pelo subgrupo de fitoclastos não-opacos não-bioestruturados degradados, na amostra de profundidade de 370 cm e, nas amostras de profundidades de 430 cm e 460 cm, respectivamente e, ocorre somente na amostra de profundidade de 310 cm de fitoclastos não-degradados. Ocorrem também, neste intervalo, componentes continentais lacustres, com baixos valores percentuais de *Pediastrum* e *Botryococcus*, ocorrendo apenas na amostra de profundidade de 370 cm.

Esse intervalo também abrange a Subzona Y3 (490 a 460 cm), Y2 (430 a 280 cm), Y1 (275 a 63cm) e a Zona Z (45 a 2cm). Vicalvi (1997) estipulou para as Subzonas Y1 e Y3 como mais frias do que a Subzona Y2 para a fase glacial. Esse intervalo contém principalmente o campo de palinofácies III (Plataforma óxica) (Figura 26), geralmente com baixa taxa de preservação em MOA, abundância absoluta de fitoclastos onde oxidação e

retrabalhamento são comuns (MENDONÇA FILHO *et al.*, 2010). Além da estrutura de bioturbação ocorrem também níveis oxidados.

### **Intervalo de Palinofácies 11**

Profundidade de 108 cm a 280 cm

Zona Climática Y (Subzonas Y1 e Y2; Interglacial)

Intervalo composto pelas Associações de Palinofácies **B** e **D**, com um alto valor percentual de componentes marinhos, representados pelos dinocistos e, composto também pelo subgrupo de fitoclastos não-opacos não-bioestruturados degradados de ocorrência na amostra de profundidade de 108 cm e o tipo não-degradado, ocorre somente na amostra de profundidade 220 cm.

Esse intervalo também abrange o campo de palinofácies V de características deposicionais de plataforma óxica dominada por lama (plataforma distal), com abundância de baixa a moderada de matéria orgânica amorfa e palinomorfos abundantes. Uma amostra do topo é inserida no campo de palinofácies III (Plataforma óxica) (Figura 26), geralmente com baixa taxa de preservação em MOA, abundância absoluta de fitoclastos onde oxidação e retrabalhamento são comuns (MENDONÇA FILHO *et al.*, 2010).

### **Intervalo de Palinofácies 12**

Profundidade de 63 cm

Zona Climática Y (Subzona Y1)

O Intervalo 12 é composto apenas pela Associação de Palinofácies **C**, de MOA heterogênea, exibindo fluorescência de amarela média a alaranjada fraca. Este intervalo está inserido no campo de palinofácies VII de características deposicionais de plataforma distal disóxica-anóxica de moderada a boa taxa de deposição de MOA, baixo a moderado conteúdo de palinomorfos. Ainda inserido na fase glacial.

### **Intervalo de Palinofácies 13**

Profundidade de 8 cm a 45 cm

Zona Climática Z

Intervalo composto pela Associação de Palinofácies **B**, onde ocorre um alto valor percentual de dinocistos, variando entre 64,4-79,6%. O campo de palinofácies V de características deposicionais de plataforma óxica dominada por lama (plataforma distal), com abundância de baixa a moderada de matéria orgânica amorfa e palinomorfos abundantes.

## 7.2 Palinologia

Para o Pleistoceno Superior e todo Holoceno foram reconhecidas as Zonas W, X, Y e Z de Ericson & Wollin (1968); W2, W1, X5, X4, X3, X2, X1, Y8, Y7, Y6, Y5, Y4, Y3, Y2 e Y1, Z2 e Z1 de Kenneth & Huddlestun (1972); W2, W1, X11 a X1, Y5 a Y1, Z2 e Z1 de Vicalvi (1999). Estudando o mesmo testemunho com ênfase em Biocronoestratigrafia de microfósseis calcários (Foraminíferos Planctônicos e Bentônicos), Sanjinés (2006) só não identificou oito subzonas do interglacial de Vicalvi (1999), as biozonas de X11 a X4 e não dividiu a Zona Z nas Subzonas Z1 e Z2. Então, de acordo com os foraminíferos planctônicos e bentônicos, Sanjinés (2006) neste poço reconheceu as subzonas de Vicalvi (1999) X3, X2, X1, Y5, Y4, Y2, Y1, Z; e também observou a divisão da Subzona Y1B e Y1A (KOWSMANN & VICALVI, 2003). Esse testemunho se encontra fora de um canal inativo (*canyon* inativo) no talude continental médio de águas ultraprofundas. Os sedimentos abrangem o Holoceno e parte do Pleistoceno, inserido no Quaternário Superior.

Essas subdivisões em biozonas, assim como os dados de variações isotópicas de oxigênio e carbono de outro testemunho próximo ao Testemunho GL-77 nos será útil para uma correlação em termos de climáticos e em termos da distribuição de nutrientes.

De acordo com os resultados palinológicos, o Testemunho GL-77 é composto em sua maior parte, na profundidade de 0 cm a 1400 cm, pelo Subgrupo Palinomorfo Marinho e em sua parte inferior nas profundidades de 1400 cm a 1811 cm pelo Subgrupo Palinomorfos Continentais (Figura 35). Esses gráficos mostram uma tendência mais proximal na base do testemunho pela maior ocorrência do Subgrupo Palinomorfos Continentais e uma tendência mais distal na parte superior do testemunho com a ocorrência do Subgrupo Palinomorfos Marinhos. Essa tendência proximal, pode significar ainda, maior fluxo fluvial chegando até a área ou nível do mar mais baixo ou clima mais úmido, enquanto a tendência distal ao contrário pode significar, nível do mar mais alto ou baixa contribuição fluvial em épocas mais secas.

À medida que analisamos o Grupo Palinomorfo em termos de subgrupo os valores absolutos dos componentes com abundância absoluta baixa vão se tornando difíceis de analisar, por isso a necessidade de uma observação em escalas diferentes para alguns componentes.

Uma observação importante ao se analisar o gráfico de abundância absoluta do Subgrupo Palinomorfo Continental foi o padrão de distribuição de dois componentes, do



subgrupo esporomorfo e do subgrupo microplâncton de parede orgânica de água doce do gênero *Botryococcus*.

De acordo com Fischer & Bottjer (1991) com base nos estudos do ciclo orbital de Milankovitch que declarou que as variações na inclinação, na orientação do eixo da Terra e no formato de sua órbita alternam a quantidade de calor incidente em diferentes locais. Com base nessas informações, tais variações afetariam o clima no planeta (em ciclos muito longos) que influenciariam fatores importantes como a circulação do ar na atmosfera, as correntes marinhas, o volume de gelo e outros mais. De acordo com Milankovitch, as Eras glaciais e interglaciais ocorreriam aproximadamente a cada 100 mil anos, quando a Terra passa por determinadas combinações das variações na precessão, obliquidade e excentricidade. O movimento de precessão tem período médio de 23 mil anos A.P.; a obliquidade tem período médio de 43 mil anos A.P. e a excentricidade tem período médio de 90 a 100 mil anos A.P.

Nos gráficos de abundância absoluta dos palinomorfos continentais do subgrupo dos esporomorfos e *Botryococcus* é possível notar uma semelhança cíclica ao longo da ocorrência desses elementos no testemunho (Figura 47).

As algas de água doce do gênero *Botryococcus* e *Pediastrum* podem ocorrer conjuntamente, sendo *Botryococcus* mais expressivo ao longo do testemunho, que *Pediastrum*. Apesar de ocorrerem conjuntamente, na base do testemunho elas indicam preferências ecológicas distintas. Ao longo do testemunho, a frequência é maior de *Botryococcus*.

Tyson (1995) informa através de seus estudos que a salinidade parece ser um fator significativo para ocorrência desses componentes, pois algas do gênero *Botryococcus* suportam mais as variações do teor da salinidade, enquanto as algas do gênero *Pediastrum* não suportam tais variações.

Esteves (1998) comenta que a maioria das algas Chlorophyceae habita, preferencialmente, lagos mesotróficos a eutróficos e são cosmopolitas (e.g. *Pediastrum*). E menciona ainda, as inter-relações entre pH e comunidades fitoplanctônicas.

Zippi *et al.* (1992) mencionam que os *Pediastrum*, estudados em lagos da América do Norte aumentam em diversidade e abundância com pH mais alto e alcalino. A concentração de cistos peridinióides aumenta considerando que a de *Pediastrum* diminui. Então os dinocistos peridinióides e *Pediastrum* são indicadores sensíveis da fase crítica de acidificação de corpos d'água. Possivelmente, esta pode ser uma das possíveis explicações para a não ocorrência de dinocistos peridinióides de origem continental ou marinha na base do testemunho, já que há ocorrência elevada de *Pediastrum*. A deposição do *Pediastrum* cessa

quando inicia a deposição de lama rica em carbonato (LR), quando se inicia a presença de números significativos de dinocistos (Zona X; interglacial).

Esteves (1998) cita que no Brasil os ecossistemas aquáticos com elevados valores de pH são encontrados normalmente, em regiões com balanço hídrico negativo (onde a precipitação é menor do que a evaporação), em regiões onde os ecossistemas aquáticos continentais são, em diferentes graus de intensidade, influenciados pelo mar (recebem grandes contribuições de carbonatos e bicarbonatos) e por ocasião de secas prolongadas. As condições propícias para o desenvolvimento de *Pediastrum* são em ambientes com o pH da água mais alto e alcalino.

Tyson (1993) sugere que o subgrupo microplâncton de parede orgânica de água doce (*Botryococcus* e *Pediastrum*) por possuírem alta capacidade de flutuações podem ser transportados para a plataforma.

A falta de dinocistos peridinióides autotróficos juntamente com as algas de água doce pode estar relacionada ao pH da água na região sudeste. As algas do gênero *Pediastrum* estão presentes apenas na Zona W (Glacial) do testemunho estudado, já as do gênero *Botryococcus* aparecem ao longo do testemunho mostrando uma ciclicidade na ocorrência.

### **Associações palinológicas**

A análise estatística gerou duas associações palinológicas, Associação Palinológica A (*Pediastrum*, *Botryococcus* e esporomorfos) e Associação Palinológica B (dinocistos e palinoforaminíferos). Uma genuinamente continental e a outra composta na grande maioria por um grupo genuinamente marinho, os dinocistos. Essas associações foram distribuídas em 8 intervalos de acordo com a distribuição dos palinomorfos ao longo do testemunho.

### **Intervalo palinológico 1**

O Intervalo 1 é o maior intervalo entre eles e é dominado pela **Associação Palinológica A**. Este intervalo está inserido na profundidade de 1475 cm a 1811cm que coincide com a Zona W e subzonas W1 (1475 cm a 1595 cm) e W2 (1625 cm e 1811 cm) do testemunho em questão.

Para o Testemunho GL-77, Testemunho C de Sanjinés (2006), foi estipulada a idade aproximada de 165 mil anos A.P. na profundidade de 1811 cm. Para essa idade o nível relativo do mar, no Brasil, estava por volta de 110 m abaixo do nível atual e a 120 mil anos A.P. estava de 8 m a 10 m acima do atual. Assim, o nível de base para as bacias oceânicas do Oceano Atlântico, adjacente ao território brasileiro nos últimos 120 mil anos A.P., teria variado dentro de uma faixa entre as cotas de -120 e + 10 m (VIANA *et al.*, 1998a). Viana &

Faugères (1998) esboçaram a variação relativa do nível do mar nos últimos 120 mil anos A.P (Figura 61).

Entretanto, quantidades significativas de material continentais podem alcançar a plataforma externa quando a descarga dos rios for alta, ou quando a plataforma for estreita e cortada por *canyons* onde existe alta intensidade de correntes de turbidez (TYSON, 1984), correntes de plataformas intensas, transportes por correntes (VIANA & FAUGÉRES, 1998).

Mendonça Filho *et al.* (2010) comentam que o material alóctone pode estar associado a processos de retrabalhamento de plataforma. Portanto, uma identificação e classificação mais detalhada do Grupo Palinomorfo é indispensável para compreender a relação *proximal-distal* dos aportes de matéria orgânica terrestre em sítios deposicionais marinhos.

A análise de palinofácies em cima do diagrama ternário com os campos de palinofácies plotou as amostras nos campos I (Bacia ou plataforma altamente proximal) e III (Plataforma óxica heterolítica). Esses campos foram coincidentes com a Associação Palinológica A (*Pediastrum – Botryococcus* - Esporomorfos). Em relação aos palinomorfos, a associação é composta exclusivamente por palinomorfos continentais, subgrupo dos esporomorfos e subgrupo microplâncton de parede orgânica de água doce (algas dos gêneros *Botryococcus* e *Pediastrum*) e marca um intervalo de deposição proximal.

O subgrupo microplâncton de parede orgânica de água doce (do gênero *Pediastrum* e *Botryococcus*) ocorre conjuntamente na profundidade de 1475 cm a 1811 cm aproximadamente, e também o subgrupo esporomorfo. Os microfósseis do subgrupo microplâncton de parede orgânica de água doce, nessa profundidade, apresentam-se amorfizados, principalmente o gênero *Pediastrum*. Na profundidade de 1475 cm ocorre uma mudança abrupta na ocorrência desses palinomorfos, assim como o Grupo Fitoclasto. A partir daí a ocorrência dos componentes continentais deixa de existir abruptamente. A transição do Intervalo 1 para o Intervalo 2, coincide com a elevação do nível do mar, a transição da fase glacial para a interglacial; a transição da subzona W1 para a subzona X3.

Essa transição é notada devido a brusca queda dos componentes continentais e uma elevada ocorrência de componentes marinhos. O transporte do material continental para o local de deposição do testemunho estudado tornou-se mais difícil devido ao distanciamento da área fonte do material continental. As condições dos lagos eram propícias para o desenvolvimento do fitoplâncton de água doce. Essas condições na região sudeste do Brasil, de clima tropical, parece não ser muito favorável para a ocorrência de cistos de resistência de dinoflagelados de água doce, pois eles não são encontrados juntamente com *Pediastrum* e

*Botryococcus*. Tal fato, segundo Esteves (1998), pode estar relacionado ao pH e eutrofização da água em que se encontram as algas continentais.

De acordo com Zippi (1992) ambientes aquáticos podem ser ricos e diversificados em *Pediastrum*, mas serão pobres ou não existirão cistos de dinoflagelados. Outra possibilidade está no processamento palinológico rotineiro através do uso de ácidos fortes, agentes oxidantes (hidróxido de potássio, acetólise, ácido nítrico, etc.) e utilização de centrífuga que poderiam destruir tais dinocistos.

Boa parte da MOA que começa a aparecer a partir desse intervalo, provavelmente, pode ser derivada do *Pediastrum*, que parece ser, em termos de seletividade de microfósseis, o menos resistente em relação a ação do oxigênio do que *Botryococcus* e os esporomorfos.

### **Intervalo palinológico 2**

O Intervalo Palinológico 2 (profundidades de 1285 cm a 1465 cm) é dominado pela Associação Palinológica B (Dinocisto e Palinoforaminíferos). O subgrupo dos dinocistos é quem domina tal associação no intervalo todo. A ocorrência dos palinoforaminíferos é observada no topo do intervalo.

Esse intervalo formado por tal associação palinológica coincide com as características de águas mais aquecidas de acordo com Vicalvi (1999), que estudou testemunhos na Bacia de Campos e confirmadas por Sanjinés (2006), para esse testemunho. Essa associação coincide com a subzona X3.

### **Intervalo palinológico 3**

O Intervalo Palinológico 3 é formado apenas por uma amostra (1255 cm de profundidade). Essa amostra faz parte do topo da subzona X3, de águas mais aquecidas. Esse intervalo é caracterizado pelas duas associações. Tal fato mostra um aumento na deposição da Associação Palinológica A (palinomorfos continentais), evidenciando uma queda no nível relativo do mar. Esse intervalo, marcado pela ocorrência das duas associações marca a transição da subzona X3 para a X2.

### **Intervalo palinológico 4**

O Intervalo Palinológico 4 está inserido nas profundidades de 610 cm a 1225 cm. É caracterizado pela Associação Palinológica B, dominada por dinocistos. Esse intervalo englobou três (3) subzonas climáticas (X1, X2 e Y5) e parte da subzona Y4.

### **Intervalo palinológico 5**

Esse intervalo palinológico é formado pelas amostras de profundidades de 550 cm e 580 cm. Ele está inserido na subzona Y4, considerado por Vicalvi (1999) como sendo de águas mais aquecidas dentro da fase glacial, possivelmente evidenciando uma fase de degelo, devido ao clima mais aquecido. A Associação Palinológica é evidenciada por ocorrência elevada de palinomorfos continentais e uma redução nos palinomorfos marinhos. O intervalo é marcado pela ocorrência das duas associações.

### **Intervalo palinológico 6**

O intervalo contém as amostras de 122 cm a 520 cm. Nele estão inseridas, parte da subzona Y1 e as subzonas Y2 e Y3. O domínio é do subgrupo do microplâncton marinho, os dinocistos. O topo desse intervalo é marcado pela volta representativa do zoomorfo (Palinoforaminíferos).

### **Intervalo palinológico 7**

O Intervalo 7 é caracterizado também por uma única amostra, como no Intervalo 3. Esse intervalo, na profundidade de 108 cm, é composto por duas associações. Novamente ocorre um aumento na abundância relativa dos componentes continentais. Outro fato é que uma pequena porcentagem de palinoforaminíferos volta a aparecer na Associação Palinológica B.

### **Intervalo palinológico 8**

Este último intervalo é composto pelas amostras de profundidade de 8 cm a 95 cm. Este intervalo é composto pela Associação B (dinocistos e palinoforaminíferos). A base do intervalo está inserida na subzona Y1 e o restante, o topo na Zona Z. Está associação é marcada pelo retorno do subgrupo zoomorfo (palinoforaminíferos) no topo.

## **7.3 Dinocisto**

De acordo com o Testemunho B de Tokutake (2005), os intervalos das zonas climáticas foram relacionados com as idades em mil anos A.P. A Zona W abrange a idade entre 130 a 165 mil anos A.P.; a Zona X de 84 a 130 mil anos A.P.; a Zona Y2 de 40 a 84 mil anos A.P.; a Y1B de 25 a 43 mil anos A.P. e a Subzona Y1A de 11 a 43 mil anos A.P.; a Zona Z de 0 a 11 mil anos A.P. aproximadamente.

Dale (1976) alerta para o fato de que os cistos estão provando ser ótimos indicadores de mudanças paleoclimáticas como a maioria dos organismos bentônicos e isto reflete o fato que dinoflagelados produtores de cisto não são apenas "planctônicos", como também, bentônicos. Muitas das assembleias de dinocistos são dominadas por formas que Wall *et al.* (1977) identificam como cosmopolita, mais comumente as espécies *Operculodinium centrocarpum* (Figura 48, 53), *Nematosphaeropsis labyrinthus* (Figura 48) e mais restritamente *Lingulodinium machaerophorum* (Figura 48 e 55). A espécie *O. centrocarpum* além de cosmopolita é considerada uma espécie oportunista. Esses autores estudaram amostras de superfície através de métodos palinológicos rotineiros em vários ambientes marinhos em quatorze regiões geográficas dos Oceanos Atlântico Norte e Sul, mares mediterrâneos e do Caribe e uma região no Oceano Pacífico no Peru, com o propósito de reconhecer a paleoecologia desses organismos.

Autores como Wall *et al.* (1977) mostram que muitos dinocistos apresentam restrições em relação a latitude sugerindo principalmente limitação a temperatura da superfície da água.

As quatro ecozonas mais recentes do período Quaternário, segundo as definições de Ericson & Wollin (1968), foram identificadas no talude da bacia de Campos: Z, Y, X e W. Segundo Vicalvi (1999), formas de foraminíferos indicadoras de águas quentes mais sensíveis refletem condições mais quentes ou mais frias. Para o intervalo interglacial (Zona X) a fauna indica condições mais quentes para as subzonas X1, X3. As subzonas com numeração par refletem condições mais frias dentro da interglacial. Mas, durante o último episódio glacial (Zona Y), a associação planctônica indica resfriamento mais intenso para as subzonas Y1, Y3 e Y5.

O domínio da assembleia de dinocisto na subzona X3 é composta pela espécie considerada de águas quentes *Tuberculodinium vancampoe* (Figura 56; Estampas 18 e 19). Ocorre que nessa assembleia, ainda há a presença de espécies de águas extremamente quentes. De acordo com a assembleia de dinocistos, a espécie heterotrófica *Selenopemphix nephroides* (Figura 50) e a autotrófica *Operculodinium israelianum*, são consideradas de ambientes de águas "extremamente quente". Essas espécies aparecem no intervalo, considerado por Vicalvi (1999), como de águas mais quentes dentro da fase interglacial a subzona X3. As maiores abundâncias absolutas dessas espécies estão na transição do glacial para o interglacial.

As espécies de águas quentes de maior ocorrência dentro do testemunho são as *Lingulodinium machaerophorum*, *Spiniferites mirabilis* (Estampa 17) e *Tuberculodinium vancampoe*. Outras espécies como *Impagidinium aculeatum*, *I. patulum*, ocorrem moderadamente (Estampas 23 e 24) e *Spiniferites bentorii* tem ocorrência baixíssima.

Marret & Zonnevel (2003) comentam que variação do nível relativo do mar tem influência direta na variação da salinidade. Algumas espécies são mais tolerantes a variação de salinidade (espécies eurihalinas) do que outras. Algumas não suportam tais variações de salinidade (estenohalinas). As espécies agrupadas do gênero *Impagidinium* atingem os maiores valores em ambientes com salinidade elevada e não toleram ranges de variações elevadas. As espécies *Spiniferites bentorii*, *S. mirabilis*, *Selenopemphix nephroides* e *Xamdarodinium xanthum* também atingem suas abundâncias mais altas onde a salinidade é elevada. Os gráficos de abundância absoluta mostram ocorrências dessas espécies na Zona X, principalmente na Subzona X3, onde o valor de isótopo de oxigênio é o mais elevado.

Winter *et al.* (1993) mencionam que o limite da salinidade superior atual de um organismo pode, porém, ser deduzido de seu registro fóssil em sedimentos antigos depositados em ambientes marinhos altamente salinos para o qual não existe nenhum modelo análogo.

No testemunho estudado, a variação na salinidade marinha pode ser justificada com as variações morfológicas de alguns dinocistos, como *O. centrocarpum* (Estampas 6, 7 e 8), *O. israelianum* (8, 9 e 10), *L. machaerophorum* (Estampas 11 a 13), *Spiniferites* spp. (Estampas 14 a 16). De acordo com estudos de Sanjinés (2006), o limite das Zonas W/X pode ser uma seção condensada provavelmente nas profundidades entre 1405 cm a 1485 cm aproximadamente.

Reid & Harland (1977) encontraram espécies do gênero *Spiniferites* em habitats menos restritos em regiões tropicais e Harland (1977) sugere que é necessário ter uma influência oceânica na área para seu desenvolvimento. As espécies agrupadas de *Spiniferites* spp. começam a parecer logo na subzona W1 (fase glacial) e começam a atingir sua maior abundância no momento de transição da fase glacial para a interglacial. Tais espécies agrupadas variam muito quanto a morfologia. Vink *et al.* (2000) e Ellegaard (2000) sugerem que essa variação morfológica está relacionada à variação na salinidade. As acentuadas variações relativas no nível do mar no período Quaternário influenciaram a variação na salinidade.

Vink *et al.* (2000) estudando cistos de dinoflagelados de parede orgânica em sedimentos de superfície, no Oceano Atlântico Equatorial próximo a descarga do Rio Amazonas no norte do Brasil, comentam que o gênero *Spiniferites* alcançam suas abundâncias máximas aparentemente em sistema estuarino e nerítico. O mesmo autor comenta que *Spiniferites* spp., são encontradas em áreas oceânicas abertas, em habitats com massas d'água

bem misturadas. Possivelmente em momento em que a termoclina não exista, caracterizando águas bem misturadas.

Ellegaard (2000) coletando e pesquisando material da Dinamarca encontra *Spiniferites* spp. Seu estudo refere-se às variações morfológicas em espécies de dinocistos causadas por fatores ambientais, entre as espécies os *Spiniferites* spp. As assembleias de dinocistos em regiões de baixas salinidades foram dominadas por dinocistos *Spiniferites* spp. (no geral com dimensões cerca de 25µm) com processos curtos e aberrantes, geminados na região antapical, complexa distribuição dos processos na superfície da parede do cisto.

Esse grupo de *Spiniferites* spp., aparece com elevada abundância no intervalo da Subzona X3, com influência oceânica e de fase de águas mais aquecidas dentro da Fase Interglacial (Figura 48). Possivelmente são espécies onde ocorrem fases de águas mais aquecidas e salinidade elevadas em regiões tropicais.

Os dinocistos heterotróficos aparecem associados a espécies *T. vancampoe*, de águas quentes e com baixas concentrações de nutrientes. Os dinocistos heterotróficos *Selenopemphix nephroides*, *Xandarodinium xanthum*, *Selenopemphix quanta* e *Protoperidinium* ssp. (Figura 49) aparecem nessa Subzona X3 de águas mais quentes.

Estudos a partir de processamento palinológico documentam uma sensibilidade enorme de dinocistos heterotróficos (protoperidinióides) a tratamentos oxidativos. Wolfran W. Brenner (comunicação verbal em 2001) nos alertou do problema de usarmos oxidantes, ácidos fortes por tempo prolongado (HCl à 36% por mais de 24horas e HF à 40% por mais de dias), lavar amostras com ácido nítrico para eliminação da matéria orgânica amorfa (MOA) que pode eliminar os dinocistos heterotróficos.

Vários autores (e.g. REID, 1977; MARRET, 1993; HEAD, 1996; OLIVEIRA, 2003; MUDIE & MCCARTHY, 2006; ZONNEVELD *et al.*, 2008) observaram que os dinocistos de coloração marrom observados em microscópio de luz branca transmitida foram alvejados e desintegrados quando agentes de oxidação foram usados.

Trabalhos recentes (ZONNEVELD *et al.*, 2007, 2008; KODRANS-NSIAH *et al.*, 2008) comentam que além do processamento agressivo com ácidos fortes, os ambientes naturais com locais caracterizados por fundos porosos, bioturbados e com correntes de águas ricas em oxigênio favorecem a degradação da matéria orgânica total em ambientes naturais comparados a locais que não ocorra tais fatores.

Reichart & Brinkhuis (2003), que compararam associações de cisto em sedimentos de superfície dentro e fora de Zona Mínima de Oxigênio (ZMO), consideraram que fluxos da camada da superfície marinha produtiva têm sido basicamente idênticos. Eles observaram que



as concentrações da maioria das espécies de goniaulacóides são semelhantes em todos os sedimentos da região considerando que em amostras de ZMO são relativamente mais enriquecidas em cistos de *Protoperidinium* (Estampas 25 e 26). Eles atribuem este fato a degradação aeróbia pós-deposicional com espécie seletiva.

Alguns trabalhos recentes (ZONNEVELD & SUSEK, 2007; ZONNEVELD *et al.*, 2008; KODRANS-NSIAH *et al.*, 2008) mencionam o cuidado com os dados ao se tratar de dinocistos, quando se tratar de ambientes anóxicos a óxicos por terem influência na preservação seletiva dos cistos, principalmente os protoperidinióides. O quadro abaixo mostra uma lista do comportamento de dinocistos diante da ação de ambientes ricos em oxigênio (Quadro 2).

Quadro 2. Relação dos cistos de dinoflagelados segundo sua resistência a disponibilidade de oxigênio (modificado de Zonneveld & Susek, 2007; Zonneveld *et al.*, 2008).

<p>Cistos de dinoflagelados EXTREMAMENTE SENSÍVEL (Cistos-S)</p>	<p>Espécies de <i>Protoperidinium</i>: <i>P. americanum</i>, <i>P. monospinum</i> <i>P. nudum</i>, <i>P. stellatum</i>  <i>Lejeunecysta oliva</i> <i>Lejeunecysta sabrina</i> <i>Selenopenphix nephroides</i> <i>Selenopenphix quanta</i> <i>Trinovantedinium applanatum</i> <i>Xandarodinium xanthum</i></p>
<p>Cistos de dinoflagelados MODERADAMENTE SENSÍVEL (Cistos-MS)</p>	<p><i>Lingulodinium machaerophorum</i> <i>Operculodinium centrocarpum</i> <i>Pyxidinopsis reticulatum</i> Espécies de <i>Spiniferites</i>, incluindo <i>Spiniferites mirabilis</i> <i>Spiniferites bentorii</i> <i>Spiniferites ramosus</i></p>
<p>Cistos de dinoflagelados RESISTENTE (Cistos-R)</p>	<p><i>Nematosphaeropsis labyrinthus</i> <i>Impagidinium aculeatum</i> <i>Impagidinium paradoxum</i> <i>Impagidinium patulum</i> <i>Impagidinium sphaericum</i> <i>Operculodinium israelianum</i></p>

Outro fato ligado aos dinocistos heterotróficos é eles apresentarem fluorescência. Muitos autores (BOUVIER *et al.*, 1998; CARON *et al.*, 1993; JONES *et al.*, 1994; LAVAL-PEUTO *et al.*, 1986; STOECKER, 1991) estudam os dinoflagelados autotróficos, mixotróficos, os que sequestram clorofila para depender diretamente da luz solar, e os que consomem outros organismos com cloroplastos para utilizações ainda desconhecidas

Jeong *et al.* (2010) comenta que um possível mecanismo da persistência de erupção de marés vermelhas em regiões *offshore* e oceânicas, em que as concentrações de nutrientes inorgânicos são extremamente baixas, são dominadas por dinoflagelados mixotróficos. Esses dinoflagelados mixotróficos crescem na maré vermelha alimentando-se de cianobactérias como mostra a figura 62, que podem administrar a fixação de nitrogênio e de bactérias heterotróficas, que normalmente têm conteúdos de fósforo elevados (Figura 62).

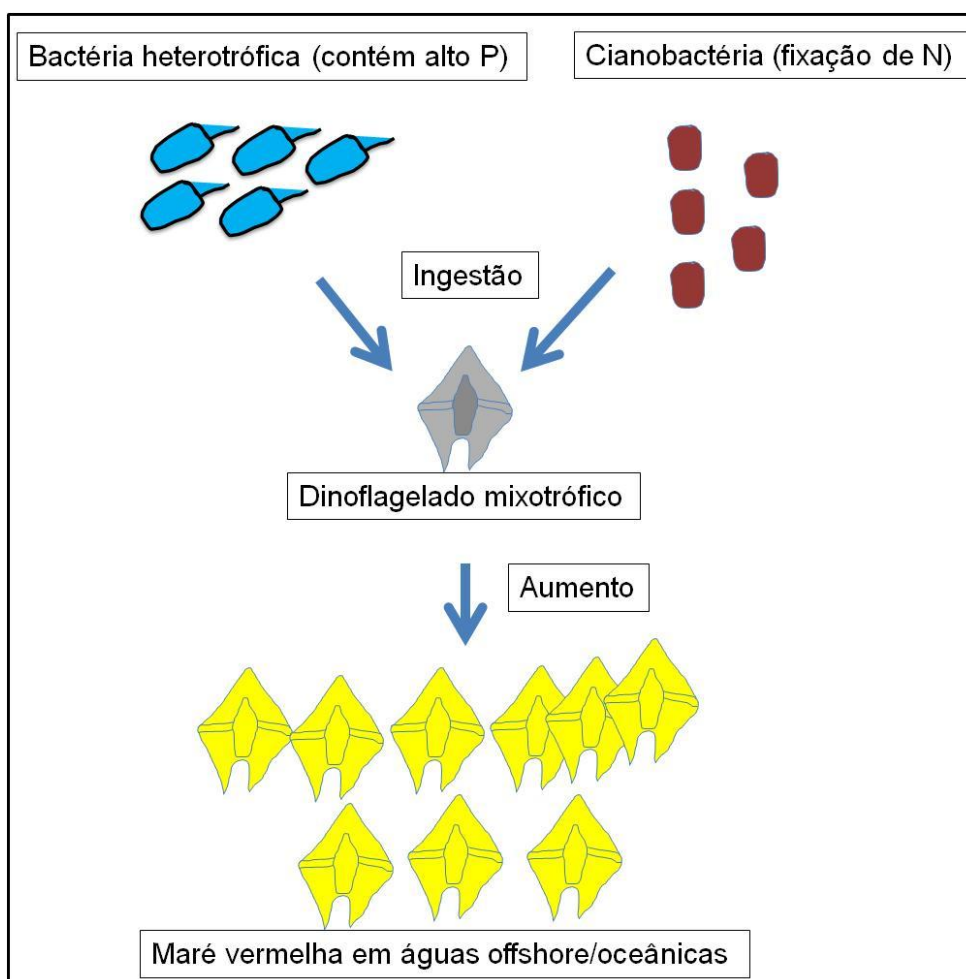


Figura 62 Forma nutricional de dinoflagelados mixotróficos em regiões com reduzida disponibilidade de nutrientes (modificado de Jeong *et al.* 2010).

Muitos autores como (WALL *et al.*, 1977; TYSON, 1995; DALE, 1996; PROSS, 2001; RONCAGLIA, 2004) sugerem que mudanças na diversidade (no número de espécies), mudança no domínio de espécies na assembleia, mudança na segunda espécie do domínio, ou inversão no domínio e subdomínio e na assembleia de dinocistos, podem ser interpretadas em relação à mudança no padrão hidrográfico e variações no ambiente ao longo do tempo.

As espécies que aparecem com o maior número absoluto na contagem são: *Operculodinium centrocarpum*, *Lingulodinium machaerophorum* e *Tuberculodinium vancampoe*. Espécies agrupadas do gênero *Spiniferites*, de pequenas dimensões (cerca de 20 µm), também aparecem com valores absolutos elevados e são referidas aqui como *Spiniferites* spp.

As espécies mais representativas do Testemunho GL-77 (*O. centrocarpum*, *L. machaerophorum* e *T. vancampoe*), de acordo com a abundância absoluta para este testemunho, obtiveram resultados significativos (Figuras 50, 51 e 52). A ocorrência destas espécies corresponde, com extrema semelhança, aos picos de variação do nível relativo do mar e dos picos de disponibilidade de nutrientes, ocorrerem especificamente nas fases climáticas.

### ***Operculodinium centrocarpum***

De acordo com as zonas climáticas identificadas por Sanjinés (2006) no Testemunho GL-77; correlacionamos com os dados do Testemunho B de Tokutake (2005), que obteve as variações do nível do mar e a disponibilidade de nutrientes. O gráfico de abundância absoluta da espécie de dinocisto *O. centrocarpum* comparado ao gráfico de variação do nível do mar ( $\delta^{18}\text{O}$ ) e ao da distribuição de nutrientes ( $\delta^{13}\text{C}$ ), podemos sugerir que tal espécie possui uma relação fortemente positiva com as curvas de variações isotópicas de oxigênio e carbono, de acordo com as fases climáticas. O domínio da espécie *O. centrocarpum* ocorre praticamente nas Subzonas W/X, Y4, Y2, Y1 e Z. Notar que os picos de ocorrência da espécie coincidem com as variações isotópicas de oxigênio e carbono, variação relativa do nível do mar e da disponibilidade de nutrientes, respectivamente.

A Figura 53 mostra no detalhe a ocorrência da espécie na seção condensada, notar que o pico da espécie *O. centrocarpum* coincide com o primeiro pico de elevação do nível do mar no glacial e com as baixas concentrações de nutrientes na fase. (aproximadamente 1450 cm). Ocorre uma baixa abundância absoluta no intervalo glacial e interglacial. Então os dinoflagelados produtores do dinocistos *O. centrocarpum* produzem esses cistos em águas de

condições mais frias e oligotróficas para fases glaciais. Ocorre um pequeno pico da espécie *O. centrocarpum* que corresponde à seção condensada do testemunho, na fase interglacial na Zona X, Subzona X3, que pode ainda estar representando temperaturas ótimas para tal espécie, ou seja, águas ainda frias.

Isso também ocorre no topo do testemunho. Na transição da Zona Y (fase glacial) para a Zona Z (fase interglacial) ainda ocorre *O. centrocarpum*. Significando que ainda as condições da temperatura da água estão boas para tal espécie.

Marret & Zonneveld (2003) em seu quadro de biozonas geográficas e comparando com as espécies que ocorrem nesse testemunho é possível notar que a *O. centrocarpum* tem distribuição com abundância relativa elevada desde a zona climática temperada quente até a tropical.

Mudie *et al.* (2000) comentam que o dinocisto *O. centrocarpum* parece ser mais tolerante à temperaturas mais baixas da superfície das águas em seu estudo no Quaternário do Mar Negro e de Mármara.

Wall *et al.* (1977) estudando a paleoecologia dos dinocistos em sedimentos de superfície da Argentina, Rio de La Plata, sistema de talude e elevação continental encontrou abundâncias elevadas de *O. centrocarpum* em região de talude. Sua associação para esta região contém as espécies onipresentes além da espécie *O. centrocarpum*, as associações compostas por *Spiniferites bulloideus*, *S. mirabilis*, *N. labyrinthus* e *I. sphaericum*. Essa assembleia de Wall *et al.* (1977), que ocorre nessa região, é similar a que ocorre na Bacia de Campos com sedimentos do Quaternário superior de fase glacial.

Recente estudo de Vilanova *et al.*, (2008), na plataforma da Argentina próxima ao Rio de La Plata, região de plataforma interna, em sedimentos do Holoceno, mostrou assembleia de dinocistos com baixa diversidade. A maior abundância relativa foi de *O. centrocarpum* interpretada como de ambiente marinho nerítico interno. A mesma autora relata a elevada abundância de *O. centrocarpum*, como uma influência de águas de plataforma e, em outros níveis, associados à ocorrência de heterotróficos, uma maior influência de águas *inshore* (costeiras) influenciada pelo aumento de nutrientes. Mas ambas refletem a descontinuidade de águas, um sistema fronteiro, transicional de águas mais costeiras para águas de ambiente nerítico. Condições hidrodinâmicas diferentes, variações do nível relativo do mar e condições de águas mais turbulentas podem favorecer a adaptação da célula móvel do dinocisto *O. centrocarpum*. Outro fato a considerar é a ocorrência de espécies moderadamente sensíveis a degradação do oxigênio como *O. centrocarpum*, *Spiniferites mirabilis* e *Spiniferites* spp.

O estudo do testemunho em questão (GL 77) mostrou condições de mar com águas mais frias (Fase Glacial), rebaixamento contínuo do nível do mar (Figura 61), conseqüentemente o aumento de nutrientes, contribuição de componentes fluviais, em que há a maior abundância relativa e absoluta da espécie *O. centrocarpum* (Figura 53). Então a espécie *O. centrocarpum* parece se adaptar a sistema nerítico proximal.

Como o fitoplâncton é influenciado fortemente por correntes oceânicas, alguns autores (VIANA *et al.*, 1998a, 1998b; CREMER *et al.* 2007), estudando as massas oceânicas que agem na parte sudeste do Brasil, relatam a complexidade de ação de seus movimentos nessa área devido a mudança no clima que afeta as correntes no Atlântico Norte, refletindo sua ação nas massas d'água no Atlântico Sul. No Quaternário Superior, devido às grandes variações climáticas, a área é afetada por duas principais massas de água, a Água Profunda do Atlântico Norte e Água de Fundo da Antártica.

Viana & Faugères (1998) mencionam que a Corrente do Brasil (CB) na fase glacial (Zona Y) possuía uma velocidade menos intensa do que a atual. Vink (2004) comenta que a Corrente Costeira de Benguela (CCB), quando inclina para o oeste a 20°S, alimenta a Corrente Equatorial Sul (CES) que é relativamente uniforme, sua temperatura e salinidade continuamente aumentam e seu conteúdo em nutrientes diminuem, até que bifurca para formar a atual Corrente do Brasil Norte (CBN), que se desloca para a direção norte e a Corrente do Brasil (CB) em direção sul, margeando a costa brasileira.

Tyson (1995) comenta que sistemas de descontinuidade em temperatura e salinidade são propícios para o desenvolvimento de dinoflagelados, incluindo os dinoflagelados formadores de cistos. Segundo Wall *et al.* (1977) o Sistema Transicional compreende uma banda da água superficial, de composição hidrográfica intermediária entre as águas nerítica e oceânica, que ocorrem primeiramente na zona topográfica de talude continental, mas também, se estende da zona da plataforma externa para a zona da elevação continental. Em alguns lugares essas águas intermediárias formam uma permanente massa d'água próxima à superfície em forma de cunha, essa massa d'água é conhecida como água de talude e, sua junção com as águas de plataforma, possui a principal descontinuidade de temperatura-salinidade (área de convergência ou frente oceanográfica). Os mesmos autores mencionam ainda que essa zona de transição é, frequentemente, caracterizada por turbulência vertical nos primeiros 100 m superiores e por complexas correntes hidrodinâmicas, formando redemoinhos e se separando.

Viana & Faugères (1998) estudando o comportamento hidrográfico na Bacia de Campos fizeram uma hipótese da variação do nível do mar nos últimos 50 mil anos A.P. E sugerem para as idades de 20 a 80 mil anos, uma corrente do Brasil enfraquecida (Zona Y; fase

glacial); com o nível relativo do mar mais baixo que o presente, variando entre -60 a -120 m (Figuras 61 e 63).

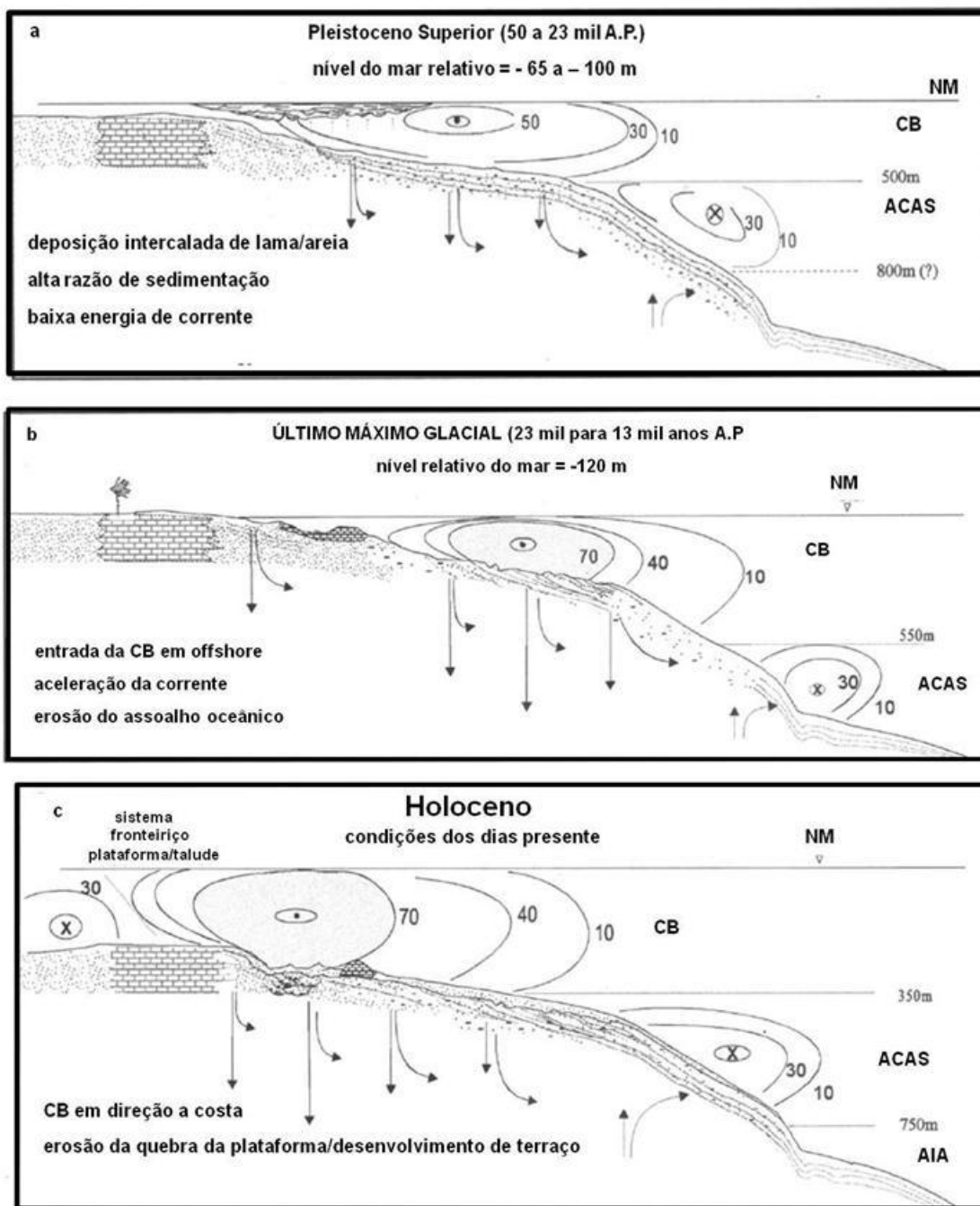


Figura 63 Diagrama que ilustra a evolução da circulação das massas oceânicas do Quaternário dentro de “zonas de divisão de afunilamento” em três episódios (a, b, e c), correspondendo a diferentes níveis do mar no Brasil da posição atual. Os números indicam velocidades atuais hipotéticas em cm/s. X indica a direção do fluxo para a página, o círculo cheio indica a direção do fluxo para o leitor. As setas indicam a direção de transporte de carga. Uma corrente ao longo da costa, instalada à passagem da plataforma quebra – talude, é sugerida durante o Último Máximo Glacial. Escala horizontal de 1cm: 3km. (Modificado de Viana & Faugères, 1998).

Mudie *et al* (2000) comentam que a espécie *O. centrocarpum* parecem ser mais tolerantes a temperaturas mais baixas de águas de superfície em seu estudo no Quaternário do Mar Negro e de Marmara.

Vink (2004) comenta que a Corrente do Brasil (CB) transporta para o sul a água de superfície relativamente quente e mais salina, pobre em nutriente ao longo da costa oriental da América do Sul, até que se encontra com a fria Corrente de Falkland (CF) indo em direção norte a 40°S e é desviada para direção leste pela Corrente Atlântica Sul (CAS). A Frente Subtropical distingue a Corrente Atlântico Sul (CAS) da Corrente Circumpolar da Antártica (CCA) rica em nutrientes e relativamente fria. No Atlântico Equatorial, as águas de superfície estão geralmente mornas e são caracterizadas por uma termoclina bem desenvolvida. A alta precipitação das chuvas e a descarga nos oceanos de materiais carregados por rios (run-off) reduzem a salinidade e alimenta com nutrientes os oceanos em determinados locais.

O complexo sistema de correntes oceânicas na costa brasileira fez alguns pesquisadores (VIANA *et al.*, 1998a; VINK *et al.*, 2000) estudarem tais massas d'água. A primeira camada, a mais superficial, as Águas Tropicais Superficiais é o resultado da mistura de três tipos de água: 1) a Água Tropical (AT), com temperatura superior a 18°C e salinidade superior a 36‰; 2) a Água Costeira que sofre períodos de ressurgência da; 3) Água Central do Atlântico Sul (ACAS), com temperatura entre 6°C < T < 18°C e salinidade entre 34,5‰ < S < 36‰. A Corrente do Brasil desce paralela à costa transportando a Água Tropical (AT) na camada superficial de elevadas temperaturas (22-24°C no inverno, 25-27°C no verão) e salinidade (36,5-37,0‰) ao longo da quebra da plataforma continental, é bem caracterizada até 250-300m de profundidade. Abaixo da AT localiza-se a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), coincidindo com a termoclina permanente e que é transportada pela CB.

Wall *et al.* (1977) estudando sedimentos de superfície na região da Argentina, Rio de La Plata, descrevem um sistema parecido com o que ocorre na área estudada. Um Sistema Transicional Nerítico-Oceânico, subsistema de talude com convergência hidrodinâmica de clima temperado-subtropical. Nesse cenário os autores encontraram a espécie *Operculodinium centrocarpum* dominante e em pequenas instâncias em abundância de *Spiniferites bulloideus*, em números menores as espécies agrupadas de *Peridinium* e *Impagidinium*, *Nematosphaeropsis labyrinthus* e *Spiniferites mirabilis*. Essa assembleia se assemelha a que ocorre no topo do Testemunho GL-77, exceto pela não ocorrência de espécies do grupo de peridinióides no testemunho estudado. No caso do Testemunho GL-77, possivelmente por ser um ambiente óxico e conter amostras oxidadas o que determinou a seletividade dos



dinocistos. Os peridinióides são cistos sensíveis a ambientes ricos em oxigênio (HEAD, 1996; ZONNEVELD *et al.*, 2008; KODRANS-NSIAH *et al.*, 2008).

Na costa da África, a assembleia foi dominada por *O. centrocarpum*, subdomínio pela *Spiniferites bulloideus*, e as espécies de *Nematosphaeropsis labyrinthus* e as espécies agrupadas de *Impagidinium* e *Peridinium* foram menos abundantes.

Já na costa do Peru com subsistema com divergência hidrodinâmica e de clima temperado quente, os mesmos autores encontraram assembleias dominadas por espécies agrupadas de *Peridinium* e a espécie *O. centrocarpum* foi menos abundante que em outras zonas de transição talude-elevação continental, *Nematosphaeropsis labyrinthus* e espécies agrupadas de *Impagidinium* foram encontradas em proporções muito baixas (WALL *et al.*, 1977).

*Spiniferites bulloideus* ocorre como dominante em uma das amostras do topo localizada no Holoceno. Semelhante a assembleia da costa da África.

Para a comparação com os dados de nutrientes é possível notar que para a fase glacial, com níveis de nutrientes altos, a espécie *O. centrocarpum* aumenta.

O ciclo do ferro no oceano é comparável à dinâmica de macronutrientes em alguns comprimentos vitais. Perfis de concentrações férreas dissolvidos são semelhantes à distribuição de nitrogênio e fósforo (JOHNSON *et al.*, 1997).

Fennel *et al.* (2003) comentam que para os oceanos sulistas o controle da razão de crescimento do fitoplâncton na luminosidade e pastagem são bastante importantes além do ferro e não está claro que determinam o fator de produção primária no final das contas. Estas proteínas contendo ferro fazem um papel importante em processos fotossintéticos e são diretamente envolvidos na redução de nitrato e síntese da clorofila.

Martin (1996) comenta que o aumento da disponibilidade de nutrientes para o Fanerozoico focando a biomassa e diversidade na biosfera marinha mostra que o aumento da razão da circulação oceânica, erosão continental e bioturbação fizeram aumentar os níveis de nutrientes suspensos na coluna d'água (condições "eutróficas") e a produtividade no Neógeno. Excursões positivas fortes em  $\delta^{13}\text{C}$  aconteceram novamente no Cenozoico, com início perto do limite do Eo-Oligoceno (SHACKLETON, 1986). Estas trocas refletem aumento da produtividade marinha como resultado de formação de calotas de gelo polares e aumento da erosão continental (por queda do nível relativo do mar) e contribuição de nutriente terrestre (por exemplo, elevação de curva de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ).

Silva (2011) ainda nos esclarece que tal especulação se baseia no fato de que durante a fase glacial, uma grande disponibilidade de Fe presente na superfície do oceano, proveniente

da intensa atividade dos agentes de intemperismos, somado ao transporte de partículas do continente (ricas em Fe), estimulou uma captura adicional de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) pelo fitoplâncton.

Álvarez *et al.* (2011), estudando amostras de superfícies na costa do Chile e obtendo dados oceanográficos e de fitoplâncton, sugerem que a floração de *Protoceratium reticulatum* é iniciada em regiões de *offshore*, por células móveis dos cistos germinados durante um pulso de ressurgência. Estas células se desenvolveram na baía no relaxamento da ressurgência e cresceram sem a ameaça de qualquer competidor. Estudos recentes (ÁLVAREZ *et al.*, 2011) mostram que o fitoplâncton do *Protoceratium reticulatum* é uma fonte de yessotoxina em águas chilenas do norte e, por conseguinte, é um risco para saúde humana e exploração de molusco na área.

Loureiro *et al.* (2011) comenta que as proliferações de florações de algas nocivas (FAN) foram notadas na Península Ibérica com temperatura da água superficial mais alta, baixas concentrações de nitrato e clorofila “a”.

Guerrine *et al.* (2007) estudando o *Protoceratium reticulatum* confirmou a tolerância a variação na salinidade a valores de entre 22–42<sup>0</sup>/<sub>00</sub>. A produção da mais elevada taxa de Yessotoxina (YTX) foi observada a salinidade intermediária (32<sup>0</sup>/<sub>00</sub>) considerando que a liberação de toxina, expressa como porcentagem do total produzida, diminui com o aumento da salinidade. O crescimento do número de células de *P. reticulatum* foi prejudicado em culturas persistidas a 26°C. A liberação de YTX diminuiu com o aumento de temperatura; porém, células persistentes na temperatura de 26 °C exibiram um conteúdo de YTX muito alto. As implicações ambientais deste destaque é que moluscos podem ficar menos tóxicos em águas mais frias e a baixos valores de salinidade. *O. centrocarpum* representa bem a fase glacial com condições de nível de mar decrescente, condições de nutrientes mais elevadas, de condições de águas mais frias. Seu dinoflagelado sofreu na região estudada influência da Corrente do Brasil (menos intensa que a atual; baixas concentrações de nutrientes; águas mais aquecidas); influência de descontinuidade entre temperatura e salinidade devido as águas neríticas e oceânicas e influência da Água Central do Atlântico Sul (ACAS).

### ***Lingulodinium machaerophorum***

*Lingulodinium machaerophorum* também responde com a maior abundância absoluta à variação do nível relativo do mar na fase interglacial (Figura 54). Esta espécie é considerada de águas quentes (ROCHON *et al.*, 1999; MARRET & ZONNEVELD, 2003).

Lewis & Hallett (1997) informam que *L. machaerophorum* também pode formar florações em águas de superfície desprovida de nutriente. Porém, em águas da Corrente Circumpolar da Antártica (CCA), que são caracterizadas por temperaturas inferiores a 10°C, que poderiam ser desfavoráveis para a produção desta espécie.

*O. centrocarpum*, *O. israelianum*, *N. labyrinthus* e as espécies agrupadas do gênero *Impagidinium* são encontradas em ambientes onde a disponibilidade de nitrato e fosfato é elevada. Na contramão, *L. machaerophorum*, *T. vancampoeae*, *S. bentorii* e *Xamdarodinium xanthum* são encontrados onde a disponibilidade desses dois nutrientes é baixa (MARRET & ZONNEVELD, 2003).

Marret & Zonneveld (2003) observam várias situações de marés vermelhas, causadas por florações de *L. polyedrum*, como também, aumento nas concentrações de cistos fósseis em sedimentos, pode estar relacionada a contribuição de nutriente. O que leva a crer que *L. polyedrum* requer níveis de nutrientes mais altos. Entretanto, Lewis & Hallett (1997), também informam que pode florescer em águas de superfície desprovida de nutriente e, que sua migração vertical e sua habilidade para buscar nutrientes na escuridão permitem sucesso na competição em águas desprovidas de nutriente.

*L. machaerophorum* é uma das espécies mais abundante no Testemunho GL-77 e sua maior abundância coincide com a fase interglacial. Esta espécie vem sendo estudada por vários autores devido a sua potencialidade tóxica (e.g. BENNOUNA *et al.*, 2002; MUDIE *et al.*, 2002; KUDELA *et al.*, 2005; FREHI *et al.*, 2007; MORTON *et al.*, 2007; MARRET *et al.*, 2009;) e produzir Florações de Algas Nocivas (FAN).

Lewis & Hallett (1997) sugere que a **turbulência** poderia ser uma das causas para a ausência de *L. machaerophorum* em sedimentos de área de ressurgência do Peru e, esta também, poderia ser uma possível explicação para a região de Benguela. Porém, são encontradas altas abundâncias de *L. machaerophorum* próximas de células de ressurgências ativas, ao longo da costa noroeste africana (TARGARONA *et al.*, 1999).

Em geral, florações (“*blooms*”) de *L. polyedrum* são observadas tipicamente durante períodos em condições de água mornas e coluna de água estratificada, como por exemplo, em períodos tranquilos entre eventos de ressurgência (LEWIS *et al.*, 1985; LEWIS & HALLETT, 1997).

Foram encontradas concentrações extremamente altas de cistos de *L. machaerophorum* em áreas com típicas colunas d'águas estratificadas, como em *ffjords*, de acordo com a época e, também, em baías, lagos e mares costeiros como no Golfo Pérsico (BRADFORD & WALL, 1984; VINK *et al.*, 2000).

No período interglacial, com o nível do mar mais elevado, possivelmente o padrão de correntes oceânicas foi diferente do atual. Os picos de *L. machaerophorum* coincidem com os picos dos isótopos de oxigênio e períodos de crescimento nas concentrações de nutrientes na fase interglacial. Esses picos coincidindo com os de oxigênio e de nutrientes é possível identificar, não só o intervalo da fase climática, como também, se ter uma ideia da idade aproximada de tal ocorrência, juntamente com os dados de isótopos de carbono (Figura 55).

Duas assembleias principais, dominadas por espécies salobras, *Spiniferites cruciformis* e *Pyxidinopsis psilata* e subsequente algas de água doce, caracterizadas através de espécies eurihalinas (*Lingulodinium machaerophorum*, *Brigantedinium* spp., *Protoperidinium ponticum*), documentam uma mudança progressiva nas condições de superfície do mar e salinidade baixa (7–12 ‰) para condições atuais. Um primeiro pulso principal de águas marinhas é registrado ao redor de 8,46 mil anos A.P., com um máximo de *L. machaerophorum*.

O dinoflagelado *Lingulodinium polyedrum* produtor do cisto *L. machaerophorum* parece responder a condições de águas não tão elevadas como ocorreram no início do interglacial, respondeu bem a condições de elevação de nutrientes, águas oligotróficas para eutróficas.

### ***Tuberculodinium vancampoe***

Marret & Zonneveld (2003), em estudos das espécies de dinocistos do Quaternário, verificaram que duas exceções ocorrem com *T. vancampoe*. Ela não foi encontrada em áreas com temperatura na superfície da água entre 12,7 °C no inverno e, 14,5 °C no verão (numa gama de temperatura entre: 7,1 e 29,5 °C), mas foi encontrado dentro de ambientes salobros e completamente marinhos que variam entre 16,9 e 36,6 ‰ de salinidade e *T. vancampoe* foi observada com abundâncias relativas mais altas em locais com condições ambientais **oligotróficas**. Esta espécie é geralmente caracterizada como tropical-subtropical litorânea (estuarina, de laguna), espécies que podem ser encontradas em áreas que poderiam ter a salinidade reduzida ou aumentada (WALL *et al.*, 1977; HARLAND, 1983; BRADFORD & WALL, 1984; EDWARDS & ANDRLE, 1992; DALE, 1996). Marret & Zonneveld (2003) comentam que embora seja sempre encontrada em ambientes costeiros, *T. vancampoe* não é restringida a locais rasos. Então elas podem ser consideradas espécies de clima tropical-subtropical, costeiras rasas e de locais com salinidades em condições de redução ou elevação (Figura 56).

De acordo com o gráfico que relaciona o aumento relativo do nível do mar e disponibilidade de nutrientes, a espécie *T. vancampoe* responde muito bem aos picos de elevação do nível do mar, baixa ocorrência na fase glacial e a picos de menores concentrações de nutrientes. Na fase interglacial ocorre seu decréscimo, de acordo com o rebaixamento do nível relativo do mar e condições de oligotróficas para eutróficas, condições de águas mais quentes para mais frias, resfriamento lento da superfície da água. Nas fases glaciais, é possível notar sua baixa abundância absoluta devido a altas concentrações de nutrientes. No intervalo glacial da Zona Y, ela permanece praticamente constante em baixas ocorrências. Em regiões tropicais essa espécie parece responder melhor a condições de águas mais aquecidas dentro da zona climática interglacial, condições de nível do mar mais elevado, portando regiões mais distais e condições de nutrientes extremamente baixas. *T. vancampoe* representa muito bem a fase interglacial, com águas extremamente quentes, com baixas concentrações de nutrientes.

*T. vancampoe* e *L. machaerophorum* que ocorrem na Zona X (interglacial), não ocorrem na Zona Z (interglacial). Já *O. centrocarpum* ainda ocorre com altas abundâncias nesse intervalo interglacial (Zona Z), mostrando que as condições de temperaturas da superfície da água ainda permanecem favoráveis para tal espécie, típica de águas frias nessa região. O mesmo acontece para as espécies de águas quentes que na Zona Z, ainda não atingiram abundâncias elevadas, como nas outras fases climáticas (*L. machaerophorum* e *T. vancampoe*). Então para as três espécies, as condições da passagem do Último Glacial para o Último Interglacial ainda não aconteceu, em termos de temperatura da água.

### ASSOCIAÇÕES DE DINOCISTOS

De acordo com a análise estatística realizada em cima das espécies de dinocistos foram originadas três Associações de Dinocistos (A, B, e C). As associações originaram 12 intervalos no testemunho. **A Associação de Dinocisto A** é composta pelas espécies *Tuberculodinium vancampoe*, *Spiniferites mirabilis*, as espécies agrupadas de heterotróficos e as espécies agrupadas de *Impagidinium*; a **Associação de Dinocisto B** é composta pelas espécies *Lingulodinium machaerophorum* e *Nematosphaeropsis labyrinthus* e a **Associação de Dinocisto C**, composta por uma única espécie de dinocisto, a *Operculodinium centrocarpum*.

### Os Intervalo de Dinocistos

Foram estabelecidos 12 intervalos no testemunho de acordo com os resultados das associações de dinocistos.

### **Intervalo de dinocisto 1**

Esse intervalo é composto pela **Associação de Dinocisto A** (*Tuberculodinium vancampoe*, *Spiniferites mirabilis*, as espécies do gênero *Impagidinium* e as espécies de cistos de dinoflagelados heterotróficos principalmente de *Protoperidinium* spp.) e representa a principal associação entre a profundidade de 1485 cm a 1565 cm. Esse primeiro intervalo, com base na ocorrência de associações de dinocistos, é marcado por essa Associação de Dinocisto A. Essa associação está dentro da Zona W (glacial), mais precisamente na subzona W1, caracterizada ainda por baixa ocorrência. Para esta subzona W1, os dados estatísticos parecem destacar o início em ocorrência significativa, mas modesta, de espécies de dinocistos de condições de águas mais aquecidas dentro da fase glacial, e com disponibilidade de nutrientes no ambiente de eutróficos para oligotróficos. Em tais condições as espécies do gênero *Impagidinium* são as mais representativas.

A **Associação de Dinocisto C**, formada pela espécie *Operculodinium centrocarpum* também aparece com boa representatividade, devido as condições climáticas de temperatura na superfície da água, condições de rebaixamento do nível relativo do mar, sistema de transição de influência fluvial e de plataforma devido a uma descontinuidade de temperatura e salinidade.

A **Associação de Dinocisto B** (*Lingulodinium machaerophorum* e *Nematosphaeropsis labyrinthus*) também ocorre com valores representativos da espécie da *L. machaerophorum*. Para esta fase glacial possivelmente devido as condições de oscilações na temperatura da água e variando assim, a disponibilidade de nutrientes e salinidade. Tal fato pode também estar relacionado as concentrações de nutrientes intermediárias (condições oligotróficas a mesotróficas).

Outro fato é que esse intervalo contém uma seção condensada e por isso a ocorrência de espécies de águas quentes das duas associações e incluindo a espécie da Associação de Dinocisto C (*Operculodinium centrocarpum*).

### **Intervalo de dinocisto 2**

Esse Intervalo 2 é composto por apenas uma amostra (1475 cm de profundidade). O intervalo é composto pelo domínio da Associação de Dinocisto B (*Lingulodinium machaerophorum* e *Nematosphaeropsis labyrinthus*). Nele ocorre uma queda brusca das demais espécies de dinocistos, mantendo um valor representativo para a espécie *L. machaerophorum*. Esse intervalo faz parte da transição da fase glacial para a interglacial, o

nível do mar começa a se elevar rapidamente, deixando as condições mais defasadas em nutrientes e aquecimento das águas mais rápido e brusco.

### **Intervalo de dinocisto 3**

O Intervalo 3 é composto por apenas duas amostras (1455 cm e 1465 cm). Corresponde a transição da fase glacial para a fase interglacial. Os dados estatístico colocam a Associação de Dinocisto A como a mais representativa do intervalo. Isto se deve ao fato das espécies agrupadas de *Impagidinium* serem tipicamente oceânicas, e responder a uma elevação do nível do mar rápida. Essas espécies são agrupadas devido a sua importância paleoecológica e suas espécies responderem praticamente aos mesmos fatores ambientais (WALL *et al.*, 1977, DALE, 1996, 2001). Este grupo ocorre com percentuais baixos ao longo de todo o testemunho. Sendo este intervalo o de maior representatividade.

### **Intervalo de dinocisto 4**

O Intervalo 4 é composto por apenas uma amostra (1435 cm de profundidade). Essa amostra está inserida na fase interglacial, na subzona X3. Esta subzona X3 de águas mais aquecidas dentro da fase interglacial (Zona X), segundo Sanjinés (2006), é composta possivelmente por uma seção condensada, cujo intervalo faz parte. Essa abundância relativa elevada da Associação de Dinocisto C, composta pela espécie *Operculodinium centrocarpum* na profundidade, possivelmente ainda não corresponda à subzona X3 e sim, a seção condensada com variações climáticas mais intensas em períodos de tempo mais curtos.

### **Intervalo de dinocisto 5**

O Intervalo 5 é representado pela profundidade de 1255 cm a 1425 cm, composto por amostras inseridas no intervalo de fase interglacial, na subzona X3. A associação mais representativa desse intervalo é a Associação de Dinocistos A. Tal associação corresponde ao domínio das espécies *T. vancampoe* seguida da espécie *Spiniferites mirabilis* e espécies agrupadas de dinocistos heterotróficos. Essa associação corresponde a períodos de águas mais aquecidas e com níveis de nutrientes baixos, indicando condições oligotróficas, nível de mar elevado.

Em todo o testemunho esse é o único intervalo a ocorrer espécies agrupadas de dinocistos heterotróficos (espécies agrupadas de *Protoperidinium*, *Selenopemphix nephroides*, *S. quanta* e *Xandarodinium xanthum*) com os valores mais representativos. Essas espécies heterotróficas, ocorrendo conjuntamente com a espécie *T. vancampoe*, apresentam elevadas

abundância relativa e, é caracteristicamente de ambientes com baixas concentrações de nutrientes. Tal ambiente propiciou aos dinoflagelados de fato heterotróficos (Estampa 27; Fotos 5 e 6) e espécies como *Selenopenphix nephroides* apresentar condição de mixotrófico com fluorescência alaranjada (Estampa 27: Fotos 1 e 2; 3 e 4). Outras espécies espécie apresentam fluorescência mais intensa amarelada (*Selenopenphix quanta*) (Estampa 27; Fotos 7 e 8; 9 e 10). A espécie *Xandarodinium xanthum* por sua vez apresenta fluorescência laranja mais apagada (Estampa 27; Fotos 11 e 12). Tais espécies heterotróficas em situações estressantes, como por exemplo, a falta de nutrientes em regiões de transição nerítica externa-oceânica, possa sequestrar pigmentos fotossintéticos de outros organismos autotróficos e tornarem-se espécies mixotróficas (JEONG *et al.*, 2010).

Espécies mixotróficas crescem em “maré vermelha” em ambiente de *offshore* e oceânico em que concentrações de nutrientes inorgânicos são extremamente baixas e são dominados por dinoflagelados mixotróficos.

O nível relativo do mar segundo alguns autores estudando sedimentos Quaternários da Bacia de Campos (VIANA & FAUGÉRES, 1998) varia entre -30 a -60 m em relação ao atual. Isso significa um nível de mar mais elevado na Fase Interglacial, condições de águas mais aquecidas, com baixas concentrações de nutrientes. É possível inferir então que as espécies dessa associação (*T. vancampoe*, espécies agrupadas de *Impagidinium*, espécies heterotróficas e mixotróficas) são de regiões mais distais, transição nerítico externa-oceânicas.

Uma abundância relativa moderada ocorre com *Nematosphaeropsis labyrinthus* da Associação de Dinocisto B. Tal espécie é característica de ambientes transicionais nerítico externo/oceânico. Esta ocorrência marca também a presença de massas d’águas transicionais, oscilando ente condições oligotróficas a mesotróficas.

### **Intervalo de dinocisto 6**

O Intervalo 6 é composto por apenas uma amostra (1225 cm). Essa amostra se encontra na base da subzona X2. As condições paleoceanográficas estão indo de uma fase de águas mais aquecidas para águas menos aquecidas. De acordo com Vicalvi (1999) as subzonas de números ímpares, da fase interglacial, correspondem a fases de águas mais quentes e os números pares a fases de águas mais frias, dentro da fase interglacial. As condições para está subzona X2, com nível relativo do mar abaixando em relação ao intervalo anterior, *T. vancampoe* tende a decrescer, para dar lugar cada vez mais a *L. machaerophorum*. Tais condições sendo alteradas para águas menos aquecidas e condições de nutrientes mais elevadas é o cenário da subzona X2. Nessa subzona predomina a Associação de Dinocisto B



(*L. machaerophorum*). As condições da subzona X2 favorecem o desenvolvimento de *L. machaerophorum*. Possivelmente condições de águas mais calmas e estratificadas, termoclina mais presente. Podendo ter ocorrido florações dessa espécie, que parece ser típica da fase interglacial.

#### **Intervalo de dinocisto 7**

O Intervalo 7 é composto por apenas uma amostra (1195 cm de profundidade). Esse intervalo ainda está inserido na subzona de águas menos aquecidas na fase interglacial. Mas as condições de ocorrência da Associação de Dinocisto A indicam um aquecimento das águas nesse intervalo e uma queda de nutrientes. Isso devido ao aumento na abundância relativa de *T. vancampoe* seguida de *Spiniferites mirabilis*.

#### **Intervalo de dinocisto 8**

O Intervalo 8 é composto por amostras inseridas em parte da subzona X1, no topo, e parte na subzona X2 na base. Esse intervalo é caracterizado por uma elevada ocorrência de *L. machaerophorum* da Associação de Dinocisto B.

#### **Intervalo de dinocisto 9**

O Intervalo 9 é composto por apenas uma amostra (755 cm de profundidade). Este intervalo está inserido na subzona X1, que também no Testemunho GL77 está representado apenas por duas amostras, sendo o topo de uma subzona com intervalo curto. Apesar de o intervalo estar representado pela mesma associação do intervalo anterior, a Associação de Dinocisto B, ocorreu uma inversão na dominância da espécie que, nesse intervalo, passa a ser de *Spiniferites mirabilis* e consequente, queda de *L. machaerophorum*. Então ocorre uma alternância de domínio entre as espécies da Associação de Dinocisto B. Indicando assim, mudanças nas condições paleoceanográficas.

#### **Intervalo dinocisto 10**

O Intervalo 10 é composto por apenas uma amostra (700 cm de profundidade). Esta amostra faz parte da base da Subzona Y4. As subzonas de números pares para a fase glacial representam águas mais aquecidas em relação às subzonas de números ímpares (VICALVI, 1999). Isso é marcado pela alta abundância relativa de *O. centrocarpum*.

### **Intervalo dinocisto 11**

O Intervalo 11 é composto por amostras que fazem parte da subzona Y4, como já dito no intervalo anterior, cujas águas são mais aquecidas. Segundo os dados estatísticos, o intervalo é dominado pela Associação de Dinocisto A, representada por *T. vancampoe*. Nesse intervalo pode ter ocorrido um aquecimento mais intenso e condições oligotróficas para as condições de domínio de *T. vancampoe* e ausência de *O. centrocarpum*. Assim como no Intervalo 5, outro dinocisto da Associação de Dinocisto A, que responde muito bem ao intervalo, é *S. mirabilis* em proporções mais modestas. A Associação de Dinocisto B (*L. machaerophorum* e *N. labyrinthus*) é dominada por *N. labyrinthus*. Mesmo sendo com pouca abundância, essa espécie responde a condições de rápidas transições de águas aquecidas na fase glacial e também as condições de transições de ambientes oligotróficos para mesotróficos.

### **Intervalo de dinocisto 12**

O Intervalo 12 é composto por amostras contidas na Zona Z (interglacial) e subzonas Y1, Y2 e Y3 (glacial). A maior parte desse intervalo está na fase glacial. Este intervalo é marcado pelo domínio da Associação de Dinocisto C, que é constituída por *O. centrocarpum*. Tal espécie é considerada por vários autores (WALL *et al.*, 1977; DALE 1996; MARRET & ZONNEVELD, 2003), como espécie cosmopolita e oportunista. Essa riqueza de *O. centrocarpum* pode estar relacionada as condições paleoceanográficas de águas mais agitadas e bem misturadas, temperatura na superfície da água mais fria, variações das condições de nutrientes, mas com concentrações mais elevadas, na fase glacial e ocorrência do elemento Fe no sedimento, que para a massa d'água funciona como nutriente. Essa espécie segue os picos de variações do isótopo de oxigênio, exclusivamente em condições de águas mais frias da fase glacial e, também, os picos de variações dos isótopos de carbono (disponibilidade da concentração de nutrientes) na água, em condições de nutrientes mais elevados que na fase interglacial. As condições de águas mais agitadas, ambientes de mesotrófico para eutrófico corrobora com as condições de rebaixamento do nível relativo do mar e contribuição de material continental. Tal variação do nível relativo do mar pode ter sido de -60 e atingido -120 m no Última Fase Glacial em relação ao atual (VIANA & FAUGÉRES, 1998). Então essa espécie pode ter preferido condições de regiões plataformais, devido ao rebaixamento do oceano, águas agitadas e mais frias, com influência de material continental (fitoclastos), ausência de termoclina na maior parte da Fase Glacial. A espécie *O. centrocarpum*

(Associação de Dinocisto C) responde melhor a ambientes de plataforma com influência continental. Influência essa que pode ter sido causada pelo paleorio-Paraíba do Sul.

De acordo com a associação de palinologia A, determinada pela análise de agrupamento, esse intervalo Palinológico estabeleceu a associação composta por dinocistos e palinoforaminíferos.

A mais alta ocorrência de palinoforaminíferos é desse intervalo, juntamente com os dinocistos heterotróficos, possivelmente ligados as condições de nutrientes, temperatura e salinidade da superfície da água. Cross *et al.* (1966) argumentaram que embora as altas concentrações de palinoforaminíferos possam ser favorecidas pela disponibilidade de nutrientes em áreas de ressurgências sazonais, eles parecem se relacionar melhor com as altas salinidades do meio, condições atuantes mesmo em épocas com ausência de ressurgência.

Estudo de Stancliffe (1996) sugere que os palinoforaminíferos são mais frequentes em fácies marinhas dominadas por matéria orgânica amorfa (MOA), refletindo um baixo influxo de material terrestre, nível do mar mais alto e mais calmo.

A tabela 15 mostra todas as associações e intervalos de palinofácies, palinologia, dinocistos, zonas, fases climáticas e litologia das amostras.





GL-77	Prof. (cm)	Campos de Palinofácies Tyson (1995)	Associações Palinofácies	Intervalos Palinofácies	Associações Palinologia	Intervalos Palinologia	Associações Dinocistos	Intervalos Dinocistos	ZONAS	Fases Climáticas	Litologia
71	1625	I	A+D	3	B	1			W2	Glacial	LL
72	1655	III	D + A	2							
73	1685										
74	1715										
75	1725	III									
76	1740	III									
77	1743	I									
78	1754	III									
79	1761	I									
80	1767	III									
81	1770										
82	1783	III	A	1		1					
83	1787										
84	1797	I									
85	1811	III									

## 8 CONCLUSÃO

Os principais grupos de componentes orgânicos da Palinofácies (Grupo Fitoclasto, MOA e Palinomorfos) responderam de acordo com as fases climáticas glaciais e interglaciais da seguinte maneira:

O Grupo Fitoclasto ocorreu preferencialmente nas duas Fases Glaciais indicando nível relativo de mar mais baixo onde a área estudada sofreu grande aporte continental. A base, a primeira fase glacial, mostra um grande predomínio desse componente juntamente com o subgrupo de algas de água doce do gênero *Botryococcus* e *Pediastrum*. Condições de águas mais frias, turbulentas, agitadas, com altas concentrações de nutrientes (de mesotrófico para eutrófico), ricas em oxigênio mostraram-se ótimas para a espécie de dinoflagelado *Protoceratium reticulatum* (= *Gonyaulax grindley*) produzir o dinocisto *Operculodinium centrocarpum*, o mais abundante. Tal dinoflagelado, além de preferir tais condições, também tem preferência por coluna d'água influenciada por plumas de paleo-rios (exemplo, rio Paraíba do Sul), condições de rebaixamento do nível relativo do nível do mar, ausência de termoclina mostrando águas misturadas. Com a Corrente do Brasil se tornando mais intensa e próxima da costa e a complexa rede de correntes de retorno atuando na plataforma, a abundância do *O. centrocarpum* se torna mais acentuada na última Fase Glacial (Zona Y).

O Grupo MOA ocorre preferencialmente na Fase Interglacial (Zona X) onde o nível relativo do mar é mais elevado, condições de águas mais aquecidas e resfriamento das águas mais lento, águas oligotróficas, calmas e estratificadas. Estas condições mostraram-se propícias para os dinoflagelados *Pyrophacus steinii* (produtor do dinocisto *Tuberculodinium vancampoe*), *Lingulodinium polyedrum* (produtor do dinocisto *Lingulodinium machaerophorum*) e os dinoflagelados heterotróficos *Protoperidinium subinermis* (produtor do dinocisto *Selenopemphix nephroides*), *Protoperidinium conicum* (produtor do dinocisto *Selenopemphix quanta*) e ?*Protoperidinium* sp (produtores de dinocistos heterotróficos). A principal espécie a ser mais abundante na Fase Interglacial é a espécie *Lingulodinium machaerophorum*. Sua abundância relativa mais elevada se dá em disponibilidade de nutriente em ascensão (de oligotrófica para eutrófica). Tal espécie parece ser de ambientes mais distal, assim como a *Tuberculodinium vancampoe*.

Os dinocistos heterotróficos também ocorreram em concentrações de nutrientes baixas (de oligotróficas para mesotróficas) e mostraram fluorescência na parede de alaranjada (cisto de *Protoperidinium*, *Selenopemphix nephroides*) a amarela (*Selenopemphix quanta*). Essa fluorescência pode estar relacionada ao roubo de pigmentos fotossintéticos pelos

dinoflagelados que produzem os dinocistos heterotróficos; ou pela condição extressante do ambiente fazendo com que na falta de presas, os dinoflagelados heterotróficos passassem a condição fotossintética, ou devido a ingestão de alimentos clorofilados ou devido ao roubo de clorofila de outras algas, ou ainda um ambiente rico em elementos clorofilados se beneficiaram do excesso de tal elemento. Ainda, considerando as espécies de dinocistos heterotróficos com fluorescência, pode estar relacionada a mudança no hábito nutricional de algumas espécies heterotróficas para condição mixotrófica.

As três espécies principais a ocorrerem no testemunho parecem não responder ainda a passagem do último glacial para o interglacial (transição Zona Y/Z) como na da Zona W/X prova disso é a ocorrência elevada da espécie de águas frias *Operculodinium centrocarpum* e a baixa ocorrência das *T. vancamptoeae* e *L. machaerophorum*.

Os cistos de dinoflagelados (dinocistos) do período Quaternário onde há variações nas fases climáticas (Glaciais e Interglaciais), se mostraram ótimos indicadores de paleotemperaturas, paleonutrientes, paleossalinidades e paleoceanográficos nas águas tropicais onde responderam de maneira eficaz. Dados de variações isotópicas de oxigênio e de carbono mostraram-se valiosos para a correlação com dinocistos, possivelmente outras análises se mostrarão valiosas. Os dinocistos provam ser cada vez mais uma ferramenta eficaz para estudos paleoambientais.



## 9 REFERÊNCIAS

- ÁLVAREZ, G.; URIBE, E.; DÍAZ, R.; BRAUN, M.; MARIÑO, C.; BLANCO, J. (2011) **Bloom of the Yessotoxin producing dinoflagellate *Protoceratium reticulatum* (Dinophyceae) in Northern Chile.** *Journal of Sea Research* 65, 427–434.
- ANDERSON, D.M., LIVELY, J.J., REARDON, E.M. & PRICE, C.A. (1985) **Sinking characteristics of dinoflagellate cysts.** *Limnology and Oceanography* 30, 1000-9.
- ANDERSON, J.J.; TAYLOR, C.D. & ARMBURST, E.V. (1987) **The effects of darkness and anaerobiosis on dinoflagellate cyst germination.** *Limnology and Oceanography* 32, 340-51.
- ARAI, M. & LANA, C.C. (2004) **Histórico do estudo de dinoflagelados fósseis no Brasil: sua relação com a evolução petrolífera no Cretáceo das bacias da margem continental.** *Boletim de Geociências da Petrobrás* 12, 175-189.
- ARMSTRONG, H. & BRASIER, M. (2005) **Microfossils.** 2Ed. Blackwell Publishing, 296pp.
- ARMSTRONG, M.; KUDELA, R. (2006) **Evaluation of California isolates of *Lingulodinium polyedrum* for the production of yessotoxin. African.** *Journal of Marine Science* 28, 399-401.
- BAPTISTA NETO, J.A.; PONZI, V.R.A. & SICHEL, S.E. (orgs.). 2004. *Introdução à Geologia Marinha.* Ed. Interciência, Rio de Janeiro, 279 p.
- BATTEN, D.J. (1996) **Palynofacies and palaeoenvironmental interpretation.** In Jansonius, J. & Mcgreggor, D. C. (eds.). *Palynology: principles and applications.* American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 3: 1011-1064.
- BENNOUNA, A.; BERLAND, B; EL ATTAR, J.; ASSOBBHEI, O. (2002) **Eau colorée à *Lingulodinium polyedrum* (Stein) Dodge, dans une zone aquacole du littoral du Doukkala (Atlantique marocain). *Lingulodinium polyedrum* (Stein) Dodge red tide in shellfish areas along Doukkala coast (Moroccan Atlantic).** *Oceanologica Acta* 25, 159–170.
- BOUVIER, T.; BECQUEVORT, S.; LANCELOT, C. (1998) **Biomass and feeding activity of phagotrophic mixotrophs in the northwestern Black Sea during the summer 1995.** *Hydrobiologia* 363, 289–301.
- BRADFORD, M.R.; WALL, D.A. (1984) **The distribution of Recent organic-walled dinoflagellate cyst in the Persian Gulf, Gulf of Oman, and northwestern Arabian Sea.** *Paleontographica B* 192, 16-84.

- BRANDINI, F.P.; LOPES, R.M.; GUTSEIT, K.S.; SPACK, H.L.; SASSI, R. (1997) **Planctonologia na plataforma continental do Brasil: diagnose e revisão bibliográfica.** MMA, CIRM, FEMAR. 196 p.
- BRENNER, W.W. (1996). Mikro-Absorptionsphotometrie: neue Möglichkeiten der Faziesanalyse mit fossilen und rezenten Pollen. – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1969: 257.
- BRENNER, W.W. (1998) Grundlagen und anwendungsmöglichkeiten der mikroabsorptionsphotometrie für organischwandige mikrofossilien. GEOMAR, Research Center for Marine Geosciences Christian Albrechts University in Kiel. Geomar Report 76. p. 38 – 106.
- BRENNER, W.W.; BIEBOW, W.N. (2001) Missing autofluorescence of recent and fossil dinoflagellate cyst – an indicator of heterotrophy? – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 219: 229-240; Stuttgart.
- BRINKHUIS, H. (1992) Late Eocene to Early Oligocene dinoflagellate cysts from central and northeast Italy; Ph D. dissertation, Utrecht University, 169p. 23 pl.
- BUSTIN, R.M. (1988) **Sedimentology and characteristics of dispersed organic matter in Tertiary Niger Delta: origin of source rocks in a deltaic environment.** American Association of Petroleum Geologists Bulletin 72, 277-298.
- CADDAH, L.F.G.; VIANA, A.R.; KOWSMANN, R.O. (1994) **Sedimentary facies of the Campos Basin continental slope.** 14<sup>th</sup> Int. Sedimentol. Congr., Recife, August 1994, Abstr., Inter.Assoc. Sedimentol., D20-21.
- CADDAH, L.F.G.; KOWSMANN, R.O.; VIANA, A.R. (1998) **Slope sedimentary facies associated with Pleistocene and Holocene sea-level changes, Campos Basin, southeast Brazilian Margin.** *Stary Geology, Netherlands*, v. 115, 159-174.
- CARON D.A.; SANDERS R.W.; LIM E.L.; MARRASÉ C.; AMARAL L.A.; WHITNEY S.; AOKI R.B.; PORTER K.G. (1993) **Light-dependent phagotrophy in the freshwater mixotrophic chrysophyte *Dinobryon cylindricum*.** *Microbial Ecology* 25, 93–111.
- CARON, D.A. (2000) **Symbiosis and mixotrophy among pelagic microorganisms.** In: KIRCHMAN, D.L. (Ed) *Microbial Ecology of the Oceans*, Weinheim: John Wiley & Sons. p. 495-523.
- CARVALHO, M.A. (2001) **Paleoenvironmental reconstruction based on palynological and palynofacies analyses of the Aptian-Albian succession in the Sergipe Basin, northeastern, Brazil.** Zur Erlangung der Doktorwürde der Naturwissenschaftlich-Mathematischen Gesamtfakultät der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, 150 pp.

- CASTRO, B.M.; MIRANDA, L.B. (1998) **Physical Oceanography of the western Atlantic Continental Shelf located between 40 N and 340 S**. In: ROBINSON, A.R. & BRINK, K.H. (Ed.) *The sea*. New York: John Wiley & sons, Inc. p. 209-251.
- COMBAZ, A. (1964) **Les palynofaciès**. *Revue de Micropaléontologie* 7, 205-18.
- CREMER, H; HEIRI, O; WAGNER, B.; WAGNER-CREMER, F. (2007) **Abrupt climate warming in East Antarctica during the early Holocene**. *Quaternary Science Reviews* 26, 2012–2018.
- CRESPO, B.G.; FIGUEIRAS, F.G.; PORRAS,P.; TEIXEIRA I.G. (2006) **Downwelling and dominance of autochthonous dinoflagellates in the NW Iberian margin: the example of the Ría de Vigo**. *Harmful Algae* 5, 770-781.
- CROSS, A.T.; THOMPSON, G.G.; ZAITZEFF, J.B. (1966) **Source and distribution of palynomorphs in bottom sediments, southern part of Gulf of California**. *Marine Geology* 4, 467-524.
- DALE, A.L.; DALE, B. (1992) **Dinoflagellate contributions to the sediment flux of the Nordic Seas**. In: Honjo, S. (Ed.), *Ocean Biocoenosis Series 5*. Woods Hole Oceanographic Institution Press, Woods Hole, pp. 45-76.
- DALE, B. (1976) **Cyst formation, fedimentation, and preservation: factors affecting assemblages in recent sediments from trondheimsfjord, Norway**. *Review of palaeobotany and Palynology* 22, 39-60.
- DALE, B. (1983) **Dinoflagellate resting cysts: ‘benthic plankton’, in Survival Strategies of the Algae** (ed. G.A. Fryxell). Cambridge University Press, pp. 69-136.
- DALE, B. (1992) **Dinofalgellate contributions to the open sediment flux**. In: DALE, B. & DALE, A, L. (ed.), *Dinoflagellate contributions to the deep sea*; Woods Hole Oceanographic Institution, *Ocean Biocoenosis Series*, 5: 1-32.
- DALE, B. (1996) **Dinoflagellate cyst ecology: modeling and geological applications**. In: Jansonius, J., McGregor, D.C. (Eds.), *Palynology: Principles and Applications*, vol. 3 AASP Foundation, Salt Lake City, UT, pp. 1249-1275.
- DALE, B. (2001a) **The sedimentary record of dinoflagellate cysts: looking back into the future of phytoplankton blooms**. *Scientia Marina* 65, 257-272.
- DALE, B. (2001b) **Marine dinoflagellate cysts as indicators of eutrophication and industrial pollution: a discussion**. *The Science of the Total Environment* 264, 235-240.
- DE VERNAL, A.; GOYETTE, C.; RODRIGUES, C.G. (1989) **Contribution palynostratigraphique (dinokystes, pollen et spores) à la connaissance de la Mer**

- Champlain: coupe de Saint-Césaire, Québec.** Canadian Journal Earth Science 26, 2450-2464.
- DEL PAPA, C.; GARCÍA, V.; QUATTROCCHIO, M. (2002) **Sedimentary facies and palynofacies assemblage in Eocene perennial lake, Lumbreira Formation, northwest Argentina.** Journal of South American Earth Sciences 15, 553-569.
- DENISON, C.; FOWLER, R.M. (1980) **Palynological identification of facies in a deltaic environment.** In: Proceedings of the Meeting on the Sedimentation of North Sea Reservoir Rocks, Geilo. Norwegian Petroleum Society 12, 1-22.
- DODGE, J.D. (1984) **Dinoflagellate Taxonomy.** In: Spector, D.L. (ed.) 1984. Dinoflagellates, capítulo 2, p. 17 – 38.
- DODGE, J.D.; HARLAND, R. (1991) **The distribution of planktonic dinoflagellates and their cysts in the eastern and northeastern Atlantic Ocean.** New Phytologist 118, 593-603.
- DOWNIE, C.; SARJEANT, W.A.S. (1966) **The morphology, terminology and classification of fossil dinoflagellate cysts, in Studies on Mesozoic and Cenozoic Dinoflagellate Cysts.** (eds R.J. Davey, C. DOWNIE, W.A.S. Sarjeant and G.L. Williams), Bulletin of the British Museum (Natural history) Geology, Supplement, 3, 10-17.
- DRAKE, C.L.; BURK, C.A. (1974) **Geological significance of Continental Margins.** In: BURK, C. A. & DRAKE, C. L. (eds.). The Geology of Continental Margins, New York, Springer-Verlag, p. 3-10.
- EDWARDS, L.E.; ANDRLE, V.A.S. (1992) **Distribution of Selected Dinoflagellate Cysts in Modern Marine Sediments.** In: Head, M. J., and Wrenn, J. H. (eds.), 1992. *Neogene and Quaternary Dinoflagellate Cysts and Acritarchs*: American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Dallas: 259-288.
- ELLEGARD, M. (2000) **Variations in dinoflagellates cyst morphology under conditions of changing salinity during the last 2000 years in the Limfjord, Denmark.** Review of Palaeobotany and Palynology, 109, 65-81.
- EMERY, K.O.; UCHUPI, E. (1972) **Western North Atlantic Ocean: Topography, rocks, structure, water, life, and sediments.** American Association of Petroleum Geologists Memoirs, 17: 532 pp.
- ERICSON, D.B.; WOLLIN, G. (1968) **Peistocene climates and chronology in deep-sea sediments.** Science 162, 1227-1234.
- ESTEVEES, F.A. (1998) **Fundamentos de Limnologia.** 2ª Ed. – Rio de Janeiro: Interciência. 602p.

- EVITT, W.R. (1969) **Dinoflagellates and other organisms in palynological preparations.** In: Aspects of Palynology (eds R.H. Tschudy and R.A. Scott), Wiley, New York, pp. 439-79.
- EVITT, W.R. (1985) **Sporopollenin dinoflagellate cysts: their morphology and interpretation.** American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Dallas, 333 p.
- FAN, S.M. (2008) **Photochemical and biochemical controls on reactive oxygen and iron speciation in the pelagic surface ocean.** Marine Chemistry 109, 152– 164.
- FENNEL, K.; ABBOTT, M.R.; SPITZ, Y.H.; RICHMANN, J.G.; NELSON, D.M. (2003) **Impacts of iron control on phytoplankton production in the modern and glacial Southern Ocean.** Deep-Sea Research II 50, 833–851.
- FENSOME, R.A.; TAYLOR, F.J.R.; NORRIS, G.; SARJEANT, W.A.S.; WHARTON, D. I.; WILLIAMS, G.L. (1993) **A classification of living and fossil dinoflagellates.** Micropaleontology Special Publication No.7, 351p.
- FENSOME, R.A.; RIDING, J.B.; TAYLOR, F.J.R. (1996) **Dinoflagellates.** In: Jansonius, J. & McGregor, D.C. (ed.), Palynology: principles and applications. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Vol.1, p. 107 – 169.
- FREHI, H.; COUTÉ, A.; MASCARELL, G.; PERRETTE-GALLET, C.; AYADA, M.; KARA, M.H. (2007) Dinoflagellés toxiques et / ou responsables de blooms dans la baie d'Annaba (Algérie). Comptes Rendus Biologies 330, 615-628.
- GRICE, G.D.; HART, A.D. (1962) **The abundance, seasonal occurrence and distribution of the epizooplankton between New York and Bermuda.** Ecological Monographs 32, 287-309.
- GRINDLEY, J.R.; NEL, E.A. (1970) **Red water and mussel poisoning at Elands Bay.** Fishery Bulletin 6, 36-55.
- GROOT, J.J.; GROOT, C.R.; EWING, M.; BURCKLE, L.; CONOLLY, J.R. (1965) **Spores, pollen, diatoms and provenance of the Argentine basin sediments.** Progress in Oceanography 4, 179-217.
- GUERRINI, F.; CIMINIELLO, P.; AVERSANO C.D. (2007) **Influence of temperature, salinity and nutrient limitation on yessotoxin production and release by the dinoflagellate *Protoceratium reticulatum* in batch-cultures.** Harmful Algae 6, 707-717.
- HABIB, D. (1982) **Sedimentation of black clay organic facies in a Mesozoic oxic North Atlantic.** Third North American Paleontological Convention, Proceedings 1, 217–220.

- HARLAND, R. (1977) Recent and late Quaternary (Flandrian and Devensian) dinoflagellate cysts from marine continental shelf sediments around the British Isles. *Palaeontographica, Abteilung B* 164, 87–126.
- HARLAND, R. (1983) **Distribution maps of recent dinoflagellate cyst in bottom sediments from the North Atlantic Ocean.** *Paleontology* 26, 321-387.
- HART, T.J.; CURRIE, R.I. (1960) **The Benguela Current.** Discovery Report 31, 123-298.
- HEAD, M.J. (1996) **Modern dinoflagellate cysts and their biological affinities.** In: Jansonius, J., McGregor, D.C. (Eds) *Palynology: principles and applications.* American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, vol. 3, pp. 1197-1248.
- HEISKANEN, A.S. (1993) **Mass encystment and sinking of dinoflagellates during a spring bloom.** *Marine Biology* 116, 161-67.
- HYDE, H.A.; WILLIAMS, D.W. (1944) Right word, *Pollen Analysis Circular* 8:6.
- HUNT, J.W. (1987) **Relationship between microlithotype and maceral composition of coals and geological setting of coal measures in Permian Basins of Eastern Australia.** *Australian Coal Geology* 4, 484-501.
- ITTEKKOT, V.; LACERDA, D. (1991) **Carbon and metal cycling in Brazilian waters.** Bremen: Cruises report. Joint Oceanography Projects, 59-63.
- JEONG, H.J.; YOO Y.D.; KIM, J.S.; SEONG, K.A.; KANG, N.S.; KIM, T.H. (2010) **Growth, Feeding and Ecological Roles of the Mixotrophic and Heterotrophic Dinoflagellates in Marine Planktonic Food Webs.** *Ocean Science Journal* 45, 65-91.
- JERLOV, N.G. (1968) *Optical oceanography* (Elsevier Oceanography Series, v. 5). Amsterdã, Elsevier.
- JOHNSON, K.S.; GORDON, R.M.; COALE, K.H. (1997) **What controls dissolved iron concentrations in the world ocean?** *Marine Chemistry* 57, 137–161.
- JONES, H.L.J.; LEADBEATER, B.S.C.; GREEN, J.C. (1994) **Mixotrophy in haptophytes.** In J. C. Green & B. S. C. Leadbeater (eds). *The Haptophyte Algae.* Clarendon Press, Oxford 51: 247–263.
- JONES, R.W. (1987) Organic Facies. In: BROOKS, J. & WELTE, D. (eds) **Advances in Petroleum Geochemistry** 2, Academic Press, London, p. 1-90.
- KEAFER, B.A.; BUESSLER, K.O.; ANDERSON, D.M. (1992) **Burial of living dinoflagellate cysts in estuarine and nearshore sediments.** *Marine Micropalaeontology* 20, 147-61.
- KENNETT, J.P. (1982) **Marine Geology.** Prentice Hall Inc., New Jersey, 752 p.

- KODRANS-NSIAH, M.; de LANGE, G.J.; ZONNEVELD, K.A.F. (2008) **A natural exposure experiment on short-term species-selective aerobic degradation of dinoflagellate cysts**. *Review of Palaeobotany and Palynology* 152, 32-39.
- KOKINOS, J.P.; ANDERSON, D.M. (1995) **Morphological development of resting cysts in cultures of the marine dinoflagellate *Lingulodinium polyedrum* (*Lingulodinium machaerophorum*)**. *Palynology* 143-166.
- KOKINOS, J.P.; EGLINTON, T.I.; GOÑI, M.A.; BOON, J.J.; MARTOGLIO, P.A.; ANDERSON, D.M. (1998) **Characterisation of a highly resistant biomacromolecular material in the cell wall of a marine dinoflagellate resting cyst**. *Organic Geochemistry* 28, 265-288.
- KOWSMANN, R.O.; VICALVI, M.A. (2003) **Descrição e datação dos furos da campanha Bucentaur 2003 na área de Jubarte / Cachalote (Bloco BC-60)**. PDEXP/PETROBRAS. Relatório Interno RT GEOF n°008/2003, 17 p.
- KUDELA, R.; PITCHER G.; PROBYN, T.; FIGUEIRAS F.; MOITA, T.; TRAINER, V. (2005) **Harmful Algal Blooms in Coastal Upwelling Systems**. *Oceanography* 18, 172-183.
- LANA, C.C. (1997) **Palinologia e estratigrafia integrada da seção Cenomoniano médio-Turoniano inferior da porção centro-leste da Bacia Potiguar, NE do Brasil**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 2 vols., 314 pp.
- LAPLACE, F.M.; OLIVEIRA, A.D.; MENDONÇA FILHO, J.G.; CHAGAS, R.B.A. (2010) **Variação do nível do mar com base na análise organofaciológica de um testemunho do talude continental recente da Bacia de Campos, RJ, Brasil**. *Revista Brasileira de Paleontologia* 13, 123 – 128.
- LAVAL-PEUTO, M.; SALVANO, P.P.; GAYOL; GREUET. C. (1986) **Mixotrophy in marine planktonic ciliates: ultrastructural study of *Tontonia appendiculariformis* (*Ciliophora Oligotrichina*)**. *Marine Microbial Food Webs* 1, 81–104.
- LEWIS, J.; TETT, P.; DODGE, J.D. (1985) **The cyst-theca cycle of *Gonyaulax polyedra* (*Lingulodinium machaerophorum*)**. In: Creran, a Scottish west coast sea-loch. In: Anderson, D.M., White, A.W., Baden, D.G. (Eds.), *Toxic Dinoflagellates*. Elsevier Science, Amsterdam, pp. 85-90. *Earth Sciences* 31, 567–582.
- LEWIS, J.; HALLETT, R. (1997) ***Lingulodinium polyedrum* (*Gonyaulax polyedra*) a blooming dinoflagellate**. *Oceanography and Marine Biology: Annual Review* 35, 97-161.

- LINGNUM, J.; JARVIS, I.; PEARCE, M.A. (2008) **A critical assessment of standard processing methods for the preparation of palynological samples.** Review of Palaeobotany and Palynology 149, 133 – 149.
- LIU, K.K.; ATKINSON, L.; QUIÑONES R.; TALAUE-McMANUS, L. (2010) **Carbon and nutrient fluxes in continental margins: a global synthesis.** Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- LOEBLICH III, A.R. (1984) **Dinoflagellate Evolution.** In: Spector, D.L. (ed.) 1984. Dinoflagellates. Department of Pharmacology Baylor College of Medicine Texas Medical Center Houston, Texas ACADEMIC PRESS, INC, capítulo 14 p. 482 – 501.
- LONDEIX, L.; HERREYRE, Y.; TURON, J.L.; FLETCHER, W. (2009) **Last Glacial to Holocene hydrology of the Marmara Sea inferred from a dinoflagellate cyst record.** Review of Palaeobotany and Palynology 158, 52-71.
- LOUREIRO, S.; REÑÉ, A.; GARCÉS, E.; CAMP, J.; VAQUÉ, D. (2011) **Harmful algal blooms (HABs), dissolved organic matter (DOM), and planktonic microbial community dynamics at a near-shore and a harbour station influenced by upwelling (SW Iberian Peninsula).** Journal of Sea Research 65, 401–413.
- MACHADO, L.C.R.; KOWSMANN, R.O.; ALMEIDA, W.Jr.; MURAKAMI, C.Y.; SCHREINER, S.; MILLER, D.J.; PIAULINO, P.O.V. (2004) **Geometria da porção proximal do sistema deposicional turbidítico modern da Formação Carapebus, Bacia de Campos; modelo para heterogeneidades de reservatórios.** Boletim de Geociências Petrobras 12, 287-315.
- MACIEL, D.M. (2008) **Bioestratigrafia com base em nanofósseis calcários do Pleistoceno-Holoceno, área norte da Bacia de Campos, RJ.** Monografia de Conclusão do Curso de Geologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 107p.
- MARGALEF, R. (1978) **Life-forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment.** Oceanologica Acta 1, 493-509.
- MARGALEF, R.; ESTRADA, M.; BLASCO, D. (1979) **Functional morphology of organisms in red tides, as adapted to decaying turbulence** In: Toxic Dinoflagellate Blooms (eds D. L. Taylor and H.H. Seliger), Elsevier, Amsterdam, pp. 89-94.
- MARGULIS, L.; SCHWARTZ, K.V. (1995) **Five Kingdoms. An illustrated guide to the phyla of life on earth.** New York: Freeman. 366 p.
- MARONE, E.; KNOPPERS, B; SILVEIRA, I.C.; LANDIM, W.S.; GODOI, S. (2010) **The Brazil Current: typology and physical-biogeochemical domains.** In: Kon-Kee Liu, Larry Atkinson, Renato Quinones, Liana Talaue-McMannus. (Org.). Carbon and Nutrient



- Fluxes in Continental Margins: A Global Synthesis.. NY: Springer Verlag, 2010, p. 153-170.
- MARRET, F. (1993) **Les effets de l'acétolyse sur les assemblages des kystes de dinoflagellés.** *Palynosciences* 2, 267–272.
- MARRET, F.; MUDIE, P; AKSU, A.; HISCOTT, R. N. (2009) **A Holocene dinocyst record of a two-step transformation of the Neoeuxinian brackish water lake into the Black Sea.** *Quaternary International* 197, 72–86.
- MARRET, F.; ZONNEVELD, K.A.F. (2003) **Atlas of modern organic-walled dinoflagellate cyst distribution.** *Review of Palaeobotany and Palynology* 125, 1-200.
- MARTIN, R.E. (1996) **Secular Increase in Nutrient Levels through the Phanerozoic: Implications for Productivity, Biomass, and Diversity of the Marine Biosphere.** *Palaios* 11, 209-219.
- MARTINEZ-HERNANDEZ, E.; ALMEIDA-LEÑERO, L. REYES-SALAS, M.; BETANCOPUTAGUILAR, Y. (1980). **Estudio palinológico para la determinación de ambientes en la Cuenca Fuentes-Río Escondido (Cretácico Superior), Región de Piedras Negras, Coahuila.** *Revista Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 4, 167-85.
- MATSUOKA, K. (1999) **Eutrophication process recorded in dinoflagellate cyst assemblages – a case of Yokohama Port, Tokyo Bay, Japan.** *The Science of Total Environment* 231, 17-35.
- MATSUOKA, K.; FUKUYO, Y. (2000) **Technical Guide for Modern Dinoflagellate Cyst Study.** WESTPAC-HAB/WESTPAC/IOC. 29 p.
- MATSUOKA, K. (2001) **Discussion: Further evidence for a marine dinoflagellate cyst as an indicator of eutrophication in Yokohama Port, Tokyo Bay, Japan.** Comments on a discussion by B. Dale. *The Science of the Total Environment* 264, 221-233.
- MELIA, M.B. (1984) **The distribution and relationship between palynomorphs in aerosols and deep-sea sediments of the coast of north-west Africa.** *Marine Geology* 58, 345-71.
- MENDONÇA FILHO, J.G. (1999) **Aplicação de estudos de palinofácies e fácies orgânica em rochas do Paleozóico da Bacia do Paraná, Sul do Brasil.** Tese de Doutorado em geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2 volumes.
- MENDONÇA FILHO, J.G.; MENDONÇA, J.O.; OLIVEIRA, A.D.; MENEZES, T.R.; SANT'ANNA, A.J.; SOUZA, J.T.; BRITO, D.M. (2007) **Fossil Record of Carbonized**

- sclerenchymatic tissues (Sclereids and Fibers) in Brazilian Sedimentary Basins.** In: THE OINT MEETING OF CSCOP, TSOP & ICCP – Unconventional Petroleum Systems & Advances in Organic Petrology, Organic & Inorganic Geochemistry, p. 56-57.
- MENDONÇA FILHO, J.G.; MENEZES, T.R.; MENDONÇA, J.O.; OLIVEIRA, A.D.; CARVALHO, M.A.; SOUZA, J.T. (2010) **Palinofácies.** In: Paleontologia: conceitos e métodos, Vol. 1/ editor, Ismar de Souza Carvalho. – 3<sup>a</sup> ed. – Rio de Janeiro: Interciência, p.289 -323.
- MENDONÇA FILHO, J.G; CARVALHO, M.A.; MENEZES, T.R. (2002) **Palinofácies.** In: Unisinos ed. Técnicas e procedimentos de trabalho com fósseis e formas modernas comparativas. São Leopoldo. pp. 20-24.
- MENDONÇA FILHO, J.G.; MENEZES, T.R.; MENDONÇA, J.O.; OLIVEIRA, A.D.; SANTANNA, A.J. (2011) **Kerogen: Composition and Classification.** In: Flores, D.; Marques, M. ICCP Training Course on Dispersed Organic Matter. (ISBN nº 978-989-8265-67-8) ed. Plenimagem, 2011, p. 17-23.
- MENDONÇA, J.O.; MENDONÇA FILHO, J.G.; OLIVEIRA, A.D.; MENEZES, T.R.; SANT'ANNA, A.J.; SOUZA, J. T.; BRITO, D.M. (2007) **Caracterização de partículas carbonizadas no registro geológico: Tecidos esclerenquimáticos (esclereídeos e fibras).** XX Congresso Brasileiro de Paleontologia.
- MENEZES, T. R. (2002) **Aplicação de parâmetros palinofaciológicos e organogeoquímicos na reconstrução paleoambiental do talude continental brasileiro recente na Bacia de Campos- RJ.** Dissertação de Mestrado em Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 174 p.
- MERTENS, K. N.; VERHOEVEN, K.; VERLEYE, T.; LOUWYE, S.; AMORIM, A.; RIBEIRO, S.; DEAF, A. S.; HARDING, I.C.; SCHEPPER, S. D.; GONZÁLEZ, C.; KODRANS-NSIAH, M.; DE VERNAL, A.; HENRY, M.; RADI, T.; DYBKJAER, K.; POULSEN, N. E.; FEIST-BURKHARDT, S.; CHITOLIE, J.; HEILMANN-CLAUSEN, C.; LONDEIX, L.; TURON, J-L.; MARRET, F.; MATTHIESSEN, J.; MCCARTHY, F. M. G.; PRASAD, V.; POSPELOVA, V.; HUGHES, J. E. K.; RIDING, J. B.; ROCHON, A.; SANGIORGI, F.; WELTERS, N.; SINCLAIR, N.; THUN, C.; SOLIMAN, A.; NIEUWENHOVE, N. V.; VINK, A.; YOUNG, M. (2009a) **Determining the absolute abundance of dinoflagellate cysts in recent marine sediments: The Lycopodium marker-grain method put to the test.** Review of Palaeobotany and Palynology 157, 238–252.

- MERTENS, K.N.; RIBEIRO, S.; BOUIMETARHAN, I; CANER, H; NEBOUT, N.C.; DALE, B.; DE VERNAL, A.; ELLEGAARD, M; FILIPOVA, M.; GODHE, A.; GOUBERT, E.; GROSFJELD, K.; HOLZWARH, U.; KOTTHOFF, U.; LEROY, S. A.G.; LONDEIX, L.; MARRET, F.; MATSUOKA, K.; MUDIE, P.J.; NAUDTS, L.; PEÑA-MANJARREZ, J.L.; PERSSON, A.; POPESCU, S-M. ; POSPELOVA, V; SANGIORGI, F.; VAN DER MEER, M. T. J.; VINK, A.; ZONNEVELD, K. A. F.; VERCAUTEREN, D.; VLASSEN BROECK, J.; LOUWYE, S. (2009b). **Process length variation in cysts of a dinoflagellate, *Lingulodinium machaerophorum*, in surface sediments: Investigating its potential as salinity proxy.** *Marine Micropaleontology* 70, 54–69.
- MILDENHALL, D.C.; HOLLIS, C.J.; NAISH, T.R. (2004) **Orbitally-influenced vegetation record of the Mid-Pleistocene Climate Transition, offshore eastern New Zealand (ODP Leg 181, Side 1123).** *Marine Geology* 205, 87-111.
- MILES, C.O.; WILKINS, A.L.; HAWKES, A.D.; SELWOOD, A.I.; JENSEN, D.J.; COONEY, J.M.; BEUZENBERG, V.; MACKENZIE, A.L. (2006) **Identification of 45-hydroxy-46, 47-dinoryessotoxin, 44-oxo-45,46, 47-trinoryessotoxin, and 9-methyl-42,43, 44, 45 46, 47, 55-heptanor-38-en-41-oxoyessotoxin, and partial characterization of some minor yessotoxins, from *Protoceratium reticulatum*.** *Toxicon* 47, 229–240.
- MITROVIC, S.M.; AMANDI, M.F.; MCKENZIE, L.; FUREY, A.; JAMES, K.J. (2004) **Effects of selenium, iron and cobalt addition to growth and yessotoxin production of the toxic marine dinoflagellate *Protoceratium reticulatum* in culture.** *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 313, 337 – 351.
- MOHRIAK, W.; MELLO, M.R.; KARNER, G.D.; DEWEY, J. F.; MAXWELL, J. R. (1990) **Structural and stratigraphic evolution of the Campos Basin, offshore Brazil.** *AAPG Memoir* 46, 577-597.
- MONTEIL, E.; FEIST-BURKHARDT, S.; GORIN, G.; MICHOUX, D. (1993) **Utilisation des kystes de dinoflagelles en géologie sédimentaire (Biostratigraphie, paléoenvironnement, stratigraphie séquentielle).** COURS DE 3ème CYCLE ROMAND EN SCIENCE DE LA TERRE du 22 au 24 mars 1993 au Département de Géologie et Paléontologie Université de Genève.
- MORTON, S.L.; VERSHININ, A.; LEIGHFIELD, T; SMITH, L.; QUILLIAM M. (2007) **Identification of yessotoxin in mussels from the Caucasian Black Sea Coast of the Russian Federation.** *Toxicon* 50, 581-584.

- MUDIE, P.J. (1992) **Circum-Arctic Quaternary and Neogene marine palynofloras: paleoecology and statistical analysis**; in: HEAD, M.J. & WRENN, J.H. (ed.), **Neogene and Quaternary dinoflagellate cysts and acritarchs**. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Dallas, p. 347-390, pl.1-4
- MUDIE, P.J.; HARLAND, R. (1996) **Aquatic Quaternary**. In: Jansonius, J. & McGregor, D.C. (ed.), *Palynology: principles and applications*. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 2: 843-877.
- MUDIE, P.J., AKSU, A.E., YASAR, D. (2001) **Late Quaternary dinoflagellate cysts from the Black, Marmara and Aegean seas: variations in assemblages, morphology and paleosalinity**. Marine Micropaleontology 43, 155–178.
- MUDIE, P.J.; ROCHON, A.; AKSU, A.E.; GILLESPIE, H. (2002) **Dinoflagellate cysts, freshwater algae and fungal spores as salinity indicators in Late Quaternary cores from Marmara and Black seas**. Marine Geology 190, 203-231.
- MUDIE, P.J.; MCCARTHY, F.M.G. (2006) **Marine palynology: potentials for onshore–offshore correlation of Pleistocene–Holocene records**. Transactions of the Royal Society of South Africa 61, 139–157.
- NYBAKKEN, J.W. (1997) *Marine Biology: An Ecology Approach*. 4<sup>th</sup> ed.
- OLIVEIRA, A.D. (2003) **Reconstrução paleoambiental com base nas assembléias de dinoflagelados encontrados em sedimentos Holocênicos e Pleistocênicos do Talude Continental Brasileiro da Bacia de Campos, RJ-Brasil**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em Geologia, Dissertação de Mestrado, 198 p.
- OLIVEIRA, A.D.; MENDONÇA FILHO, J.G.; CARVALHO, M.A.; MENEZES, T.R.; LANA, C.C.; BRENNER, W.W. (2004) **Novo método de preparação palinológica para aumentar a recuperação de dinoflagelados**. Revista Brasileira de Paleontologia 7, 169-175.
- OLIVEIRA, A.D.; MENDONÇA FILHO, J.G.; SANT’ANNA, A.J.; SOUZA, J.T., FREITAS, A.G.; MENEZES, T.R. (2006) **Inovação no processamento químico para isolamento da Matéria Orgânica Sedimentar**. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 43°. Aracaju, SE. Anais...Aracaju: Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo Bahia-Sergipe, 2006, p. 324.
- OLIVEIRA, G.S. (2008) **Que movimentos da Terra afetam o clima, além da rotação e da translação?** Revista Ciência Hoje, Vol. 41. JANEIRO / FEVEREIRO.

- PANTIC, N.; BAJAKTAREVIC, Z. (1988) **“Nannoforaminífera” in palynological preparations and smear-slides from Mesozoic and Tertiary deposits in Central and Southeast Europe.** *Révue de Paléobiologie, Benthos* 2, 274-276 (Special volume).
- PAZ, B.; RIOBÓ, P.; FRANCO, J.M.; LUISA FERNANDEZ, M. (2004) **Production and release of yessotoxins by the dinoflagellates *Protoceratium reticulatum* and *Lingulodinium polyedrum* in culture.** *Toxin* 44, 251-258.
- PAZ, B.; VÁZQUEZ, J.A.; RIOBÓ, P.; FRANCO, J.M. (2006) **Study of the effect of temperature, irradiance and salinity on growth and yessotoxin production by the dinoflagellate *Protoceratium reticulatum* in culture by using a kinetic and factorial approach.** *Marine Environmental Research* 62, 286-300.
- PEASE, T.E. (1969) **A study of temperature and salinity changes along the northern New Jersey Coast.** *Sci. Rep. School of Engineering and Science, Research Division, New York University, GSL-TR-69-7*: 51 pp.
- PEÑA-MANJARREZ, J.L.; HELENES, J.; GAXIOLA-CASTRO, G.; ORELLANA-CEPEDA, E. (2005) **Dinoflagellate cysts and Bloom events at todos Santos Bay, Baja California, México, 1999-2000.** *Continental Shelf Research* 25, 1375-1393.
- PFESTER, L.A.; ANDERSON, D.M. (1987) **Dinoflagellate reproduction.** In: TAYLOR, F. J. R. (ed.), *The biology of dinoflagellates*; Botanical Monographs.
- PIANKA, E.R. (1974) **Evolutionary Ecology.** Harper and Row, New York, N.Y., 356 pp.
- PROSS, J. (2001) **Paleo-oxygenation in Tertiary epeiric seas: evidence from dinoflagellate cysts.** *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 166, 369-381.
- RANGEL, H.D.; MARTINS, F.A.L.; ESTEVES, F.R.; FEIJÓ, F.J. (1994) **Bacia de Campos.** *Boletim de Geociências da Petrobras* 8, 203-217.
- REICHART, G.J.; BRINKHUIS, H. (2003) **Late Quaternary *Protoperidinium* cysts as indicators of paleoproductivity in the northern Arabian Sea.** *Marine Micropaleontology* 937, 1-13.
- REID, J.R. (1977) **Peridiniacean and glenodiniacean dinoflagellate cysts from the British Isles.** *Nova Hedwigia* 29, 429-463.
- REID, P.C. (1974) **Gonyaulacacean dinoflagellate cysts from the British Isles.** *Nova Hedwigia* 25, 579-637.
- REID, P.C.; HARLAND, R. (1977) **Studies of Quaternary dinoflagellate cysts from the North Atlantic.** *Am. Assoc. Stratigr. Palynol. Contr. Ser. 5A*, 147-169.
- REVIERS, B. (2006) **Biologia e filogenia das algas.** Porto Alegre, Artmed, p.21-36.

- RHODES, L.; McNABB, P.; SALAS, M.; BRIGGS, L.; BEUZENBERG, V.; GLADSTONE, M. (2006) **Yessotoxin production by *Gonyaulax spinifera***. *Harmful Algae* 5, 148-155.
- ROCHON, A.; de VERNAL, A.; TURON, J.L.; MATTHIESSEN, J.; HEAD, M.J. (1999) **Distribution of dinoflagellate cysts in surface sediments from the North Atlantic Ocean and adjacent basins and quantitative reconstruction of sea-surface parameters**. American Association of Stratigraphic Palynologists Contribution Series 35, 1-52.
- ROCHON, A.; LEWIS, J.; ELLEGAARD, M.; HARDING, I.C. (2009) **The *Gonyaulax spinifera* (Dinophyceae) “complex”: Perpetuating the paradox?** Review of Palaeobotany and Palynology 155, 52-60.
- RODRÍGUEZ, J.J.G.; MIRÓN, A.S.M.; GARCÍA, M.C.C.; BELARBI, E.H.; CAMACHO, F.G.; CHISTI, Y.; GRIMA, E.M. (2009) Macrunutrients requirements of the dinoflagellate *Protoceratium reticulatum*. *Harmful Algae*, 8: 239-246.
- RONCAGLIA, L. (2002) **Lower Maastrichtian dinoflagellates from the Vano Clay Formation at Viano, northern Apennines, Italy**. *Cretaceous Research* 23, 65-76.
- RONCAGLIA, L. (2004) **Palynofacies analysis and organic-walled dinoflagellate cysts as indicators of palaeohydrographic changes: an example from Holocene sediments in Skaðlafjord, Faroe Islands**. *Marine Micropaleontology* 50, 21-42.
- RUDDIMAN, W.F.; CAMERON, D.; CLEMENT, B.M. (1986) **Sediment disturbance and correlation of offset holes drilled with the hydraulic piston corer: Leg 94**. In: RUDDIMAN, W.F., KIDD, R. & THOMAS, E., *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 94: 615-634.
- RUDDIMAN, W.F.; RAYMO, M.E.; MARTINSON, D.G.; CLEMENT, B.M.; BACKMAN, J. (1989) **Pleistocene evolution: northern hemisphere ice sheets and North Atlantic Ocean**. *Paleoceanography* 4, 353-412.
- SALGADO-LABORIAU, M.L. (2007) Critérios e técnicas para o Quaternário. Editora Edgard Blücher Ltda.
- SANJINÉS, A.E.S. (2006) **Biocronoestratigrafia e correlação gráfica de três testemunhos a pistão do talude continental da Bacia de Campos, RJ Brasil**. Dissertação de Mestrado em Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 121 p.
- SARJEANT, W.A.S. (1982) **Dinoflagellate cyst terminology, a discussion and proposals**. *Canadian Journal of Botany* 60, 922-45.

- SARJEANT, W.A.S.; LACALLI, T.; GAINES, G. (1987) **The cysts and skeletal elements of dinoflagellates; speculations on the ecological causes of their morphology and development.** *Micropaleontology* 33, 1-36.
- SCHALLER, H. (1973) **Estratigrafia da Bacia de Campos.** In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 27, Aracaju, *Anais*, 3: 247-258.
- SCHLEE, J. (1973) **Atlantic continental shelf and slope of the United States-Sediment**
- SHACKLETON, N.J. (1986) **Paleogene stable isotope events.** *Palaeogeography, Palaeoclimatology, and Palaeoecology* 57, 91-102.
- SHIN, H.H.; MATSUOKA, K.; YOON, Y.H.; KIM, Y.O. (2010) Response of dinoflagellate cyst assemblages to salinity changes in Yeosu Bay, Korea. *Marine Micropaleontology* 77, 15-24.
- SIEBURTH, J.M.; SMETACEK, V.; LENS, J. (1978) **Pelagic ecosystem structure: Heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size fractions.** *Limnology and Oceanography* 23, 1256-1263.
- SILVA, C.A.R. (2011) **Oceanografia química.** Editora Interciência Ltda. Rio de Janeiro, 218p.
- SORRELL, P.; POPESCU, S.M.; HEAD, M.J.; SUC, J.P.; KLOTZ, S.; OBERHÄNSLI, H. (2006) **Hydrographic development of the Aral Sea during the last 2000 years based on a quantitative analysis of dinoflagellate cysts.** *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 234, 304–327.
- SOURNIA, A.; CHRÉTIENNOT-DINET, M.J. RICARD, M. (1991) **Marine phytoplankton: how many species in the world?** *Journal of Plankton Research* 13, 1093-1099.
- SOUZA, J.T. (2009). **Ocorrência e afinidade de dinocistos quaternários com células móveis de dinoflagelados recentes (potencialmente tóxicos) no talude médio da região de Albacora da Bacia de Campos, R.J – Brasil.** Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia). Instituto de Biologia, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade UNIGRANRIO, 51 p.
- STANCLIFFE, R.P.W. (1996) **Microforaminiferal linings.** In: Jansonius, J. & McGregor, D. C. (ed.) *Palynology: principles and applications. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation*, 1: 373-379.
- STOECKER, D.K. (1991) **Mixotrophy in marine planktonic ciliates: physiological and ecological aspects of plastid retention by oligotrichs.** In P. C. Reid, C. M. Turley & H.

- Burkill (eds). Protozoa and their Role in Marine Processes. Berlin, Heidelberg, NATO ASI series, Springer-Verlag 25: 161–179.
- STOVER, L.E.; BRINKHUIS, H.; DAMASSA, L.P.; DE VERTEUIL, L.; HELBY, R.J.; MONTEIL, E.; PARTRIDGE, A.D.; POWELL, A.J.; RIDING, J.B.; SMELROR, M.; WILLIAMS, G.L. (1996) **Mesozoic-Tertiary diniflagellates, acritarchs and prasinophytes**. In: Jansonius, J.; McGregor, D.C. (ed), Palynology: principles and applications; American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Vol.2, p. 641-750.
- SUGUIO, K. (2003) **Geologia Sedimentar**. 1ª ed. Editora Edgard Blücher Ltda, 400p.
- SUGUIO, K. (1999) **Geologia do Quaternário e Mudanças ambientais: passado + presente = futuro?** 2ª ed. São Paulo, Paulo's Comunicação e Artes Gráficas. 366p.
- TARGARONA, J.; WARNAAR, J.; BOESSENKOOL, K.P.; BRINKHUIS, H.; CANALS, M. (1999) **Recent dinoflagellate cyst distribution in the North Canary Basin, NW Africa**. Grana 38, 170-178.
- TAYLOR, F.J.R. (1987) **The Biology of Dinoflagellates**. Botanical Monographys, v. 21, Oxford, 786 p.
- TAYLOR, F.J.R. (1990) **24 Phylum Dinoflagellata**. In: Margulis, L., Corllis, J. O., Melkonian, M., Chapman, D. J. and McKhann, H. I. (editors), Handbook of Protoctista. Boston, Jones and Bartlett, p. 419-437.
- TENENBAUM, R.D. (2006) **Dinofalgelados e Tintínídeos da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira: guia de identificação** / Organizado por Denise Rivera Tenenbaum – Rio de Janeiro: Museu Nacional. 288p.
- TOKUTAKE, L.R. (2005) **Bioestratigrafia de nanofósseis calcários e estratigrafia de isótopos (C e O) do talude médio, Quaternário, porção N da Bacia de Campos, ES**. Dissertação de Mestrado – Curso de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 97p.
- TRAVERSE, A. (2007) **Paleopalynology**. Second edition. Volume 28. 773p. Topics in GEOBIOLOGY. Series Editors: Neil H. Landman and Douglas S. Jones
- TYSON, R. V. (1993) **Palynofacies Analysis**. Kluwer Academic Publishers. p. 153-191.
- TYSON, R.V. (1984) **Palynofacies investigation of Callovian (Middle Jurassic) sediments from DSDP Site 534, Blake-Bahama Basin, western Central Atlantic**. Marine and Petroleum Geology 1, 3-13.



- TYSON, R.V. (1987) **The genesis and palynofacies characteristics of marine petroleum source rocks.** In: BROOKS, J. & FLEET, A.J. (eds) *Marine Petroleum Source Rocks*, Geological Society Special Publication, v. 26, p. 47-68.
- TYSON, R.V. (1989) **Late Jurassic palynofacies trends, Piper and Kimmmeridge Clay Formations, UK onshore and northern North Sea.** The British Micropalaeontological Society. p. 135-172.
- TYSON, R.V. (1995) **Sedimentary Organic Matter. Organic facies and palynofacies.** Chapman & Hall. Londres. 615 p.
- UESUGUI, N. (1979) **Palinologia: Técnicas de Tratamento de Amostras.** Boletim Técnico da Petrobras 22, 229-240.
- VALENTIN, J.L. (2000) **Ecologia Numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos.** 1ed. Rio de Janeiro, Interciência. 117p.
- VIANA, A.R. (1994) **Deep-water coral mounds along the southeastern Brazilian continental slope.** 14<sup>th</sup> Int. Sedimentol. Congr., Recife, August 1994, Abstr., Int. Assoc. Sedimentol., D86.
- VIANA, A.R.; FAUGÈRES, J.C. (1998) **Upperslope sand deposits: the example of Campos Basin, a latest Pleistocene-Holocene Record of the interaction between alongslope and downslope currents.** In: STOKER, M. S., EVANS, D. & CRAMP, A. (eds) *Geological Processes on Continental Margins: Sedimentation, Mass-Wasting and Stability.* Geological Society, London, Special Publications, 129, 287 – 316.
- VIANA, A.R.; FAUGÈRES, J.C.; KOWSMANN, R.O.; LIMA, J.A.M.; CADDAAH, L.F. G.; RIZZO, J.G. (1998a) **Hydrology, morphology and sedimentology of the Campos continental margin, offshore Brazil.** *Sedimentary Geology* 115, 133-157.
- VIANA, A.R.; FAUGÈRES, J.C.; STOW, D.A.V. (1998b). **Bottom-current-controlled sand deposits – a review of modern shallow – to deep – water environments.** *Sedimentary Geology* 115, 53-80.
- VIANA, A.R.; KOWSMANN, R.O.; CADDAAH, L.F.G. (1994) **Architecture and oceanographic controls on the sedimentation of Campos Basin continental slope.** 14<sup>th</sup> Int. Sedimentol. Congr., Recife, August 1994, Abstr., Int. Assoc. Sedimentol., D87.
- VICALVI, M.A. (1997) **Zoneamento Bioestratigráfico e Paleoclimático dos Sedimentos do Quaternário Superior do Talude da Bacia de Campos, Rj, Brasil.** Boletim de Geociências da Petrobras 11, 132-165.
- VICALVI, M.A. (1999) **Zoneamento bioestratigráfico e paleoclimático do Quaternário Superior do Talude da Bacia de Campos e do Platô de São Paulo adjacente, com base**

- em foraminíferos planctônicos.** Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 184p.
- VILANOVA, I.; GUERSTEIN, G. R.; AKSELMAN, R.; PRIETO, A.R. (2008). **Mid- to Late Holocene organic-walled dinoflagellate cysts from the northern Argentine shelf.** Review of Palaeobotany and Palynology 152, 11-20.
- VINK, A.; ZONNEVELD, K.A.F.; WILLEMS, H. (2000) **Organic-walled dinoflagellate cysts in western equatorial Atlantic surface sediments: distributions and their relation to environment.** Review of Paleobotany and Palynology, 112, 247-286.
- VINK, A. (2004) **Calcareous dinoflagellate cysts in South and equatorial Atlantic surface sediments: diversity, distribution, ecology and potential for palaeoenvironmental reconstruction.** Marine Micropaleontology 50, 43-88.
- WALL, D.; DALE, B. (1971) **A reconsideration of living and fossil *Pyrophacus Stein*, (1983) (Dinophyceae).** Journal of Phycology 7, 221-235.
- WALL, D.; DALE, B.; LOHMANN, G.P.; SMITH, W.K. (1977) **The environment and climatic distribution of dinoflagellate cysts in modern marine sediments from regions in the North and South Atlantic Oceans and adjacent seas.** Marine Micropaleontology 2, 121-200.
- WHITAKER, M.F.; GILES, M.R.; CANNON, S.J.C. (1992) **Palynostratigraphical review of the Brent Group, Uk Sector, North Sea.** In: MORTON, A.C.; HASZELDINE, R.S.; GILES, M.R. & BROWN, S. (eds.) Geology of the Brent Group, Geological Society of London Special Publication. V. 61, p. 169-202.
- WILLIAMS, D.B. (1971) **The distribution of marine dinoflagellates in relation to physical and chemical conditions.** In: Funnell, B.M., Riedel, W.R (Eds.), The Micropalaeontology of Oceans. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 91-95.
- WILLIAMS, G.L.; LENTIN, J.K.; FENSOME, R.A.F. (1998) **The Lentin and Williams index of fossil dinoflagellates.** Am. Assoc. Stratigr. Palynol. Contr. Ser. 34, 1-817.
- WINTER, A.; ALMOGI-LABIN, A.; ERAZ, Y.; HALICZ, E.; LUZ, B.; REISS, Z. (1983) **Salinity tolerance of marine organisms deduced from Red Sea Quaternary record.** Marine Geology 53, M17--M22.
- WINTER, W.R.; JAHNERT, R.J.; FRANÇA, A.B. (2007) **Bacia de Campos.** Boletim de Geociências da Petrobras 15, 511-529.
- WOOD, G.D.; GABRIEL, A.M.; LAWSON, J.C. (1996) **Palynological techniques – processing and microscopy.** In: Jansonius, J. & McGregor, D.C. (ed.), Palynology:

- principles and applications; American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Vol.1, p. 29 – 50.
- WRENN, J.H.; DAMASSA, S.P. (1989) ***Tuberculodinium vancampoe*: a curious reflection of its former self.** Fourth International Conference on Modern and Fossil Dinoflagellates, Woods Hole, U.S.A., Abstracts, p. 108.
- WYRTKI, K. (1966) **Oceanography of the eastern equatorial Pacific Ocean.** Oceanography and Marine Biology: An Annual Review 4, 33-68.
- ZIPPI, P.A. (1992) **Dinoflagellate cyst stratigraphy and climate fluctuations in the eastern North Atlantic during the last 150,000 years.** In: Neogene and Quaternary Dinoflagellate Cysts and Acritarchs (M. J. Head and J. H. Wrenn, eds.), Dallas, Am. Assoc. Strat. Palynol. Found., pp. 55–68.
- ZONNEVELD, K.A.F.; BOCKELMANN, F.D.; HOLZWARTH, U. (2007b) **Selective preservation of organic walled dinoflagellate cysts as a tool to quantify past net primary production and bottom water oxygen concentrations.** Marine Geology 237, 109–126.
- ZONNEVELD, K.A.F.; SUSEK, E. (2007a) **Effects of temperature, light and salinity on cyst production and morphology of *Tuberculodinium vancampoe* (the resting cyst of *Pyrophacus steinii*).** Review of Paleobotany and Palynology 145, 77-88.
- ZONNEVELD, K.A.F.; VERSTEEGH, G.; KODRANS-NSIAH, M. (2008) **Preservation and organic chemistry of Late Cenozoic organic-walled dinoflagellate cysts: A review.** Marine Micropaleontology 68, 179–197.
- ZONNEVELD, K.A.F.; VERSTEEGH, G.J.M.; DE LANGE, G.J. (2001) **Palaeoproductivity and post-depositional aerobic organic matter decay reflected by dinoflagellate cyst assemblages of the Eastern Mediterranean S1 sapropel.** Marine Geology 172, 181-195.

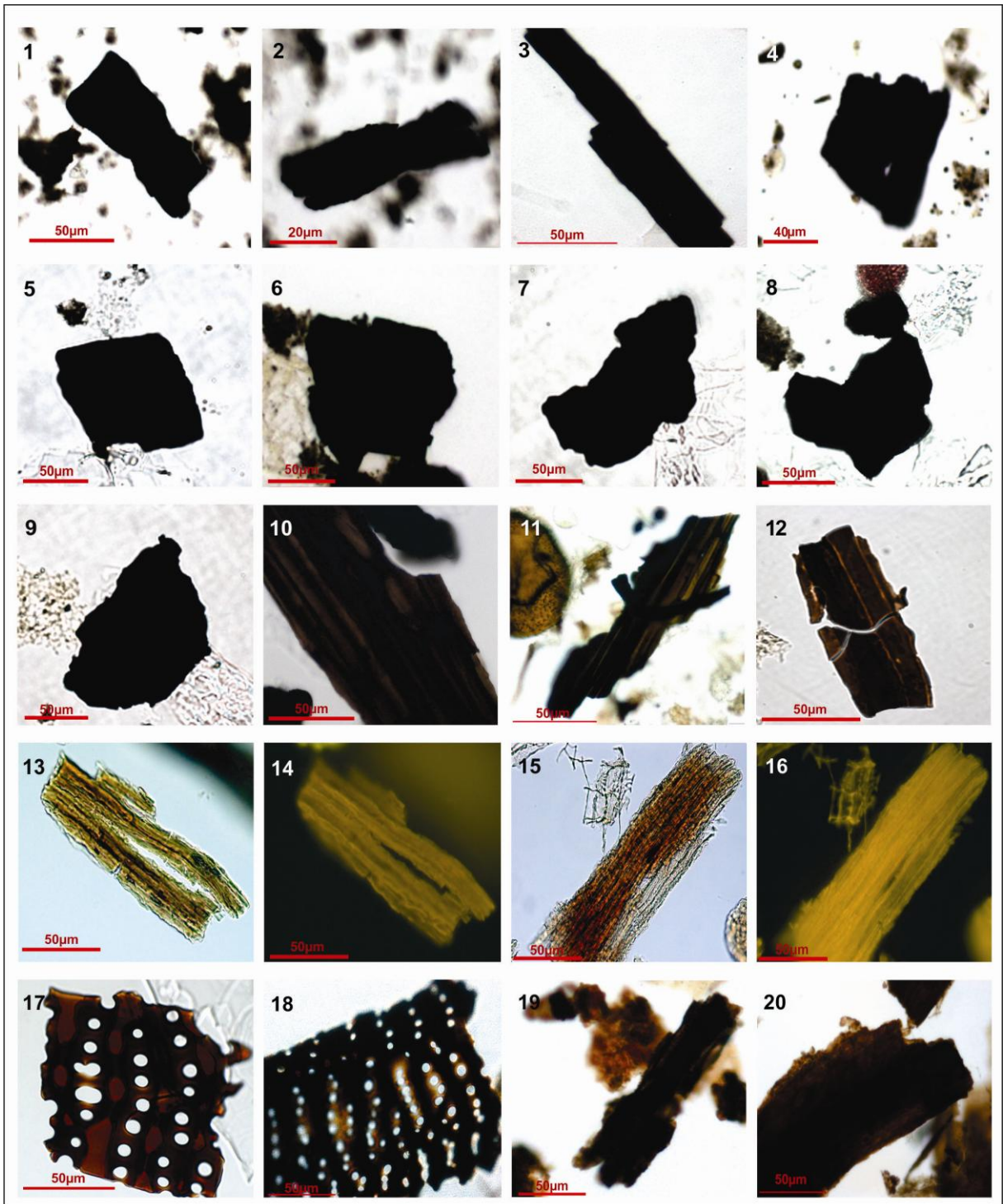
**10 ANEXOS**

Estampa 1 - Fitoclastos.....	233
Estampa 2 - Fitoclastos.....	236
Estampa 3 - Fitoclastos.....	238
Estampa 4 - Palinomorfos .....	240
Estampa 5 - Matéria Orgânica Amorfa.....	242
Estampa 6 - Dinocistos .....	244
Estampa 7 - Dinocistos .....	246
Estampa 8 - Dinocistos .....	248
Estampa 9 - Dinocistos .....	250
Estampa 10 - Dinocistos .....	252
Estampa 11 - Dinocistos .....	254
Estampa 12 - Dinocistos .....	256
Estampa 13 - Dinocistos .....	258
Estampa 14 - Dinocistos .....	260
Estampa 15 - Dinocistos .....	262
Estampa 16 - Dinocistos .....	264
Estampa 17 - Dinocistos .....	266
Estampa 18 - Dinocistos .....	268
Estampa 19 - Dinocistos .....	270
Estampa 20 - Dinocistos .....	272
Estampa 21 - Dinocistos .....	274
Estampa 22 - Dinocistos .....	276
Estampa 23 - Dinocistos .....	278
Estampa 24 - Dinocistos .....	280
Estampa 25 - Dinocistos .....	282
Estampa 26 - Dinocistos .....	284
Estampa 27 - Dinocistos.....	286

### LEGENDA DA ESTAMPA 1

- 1 - Fitoclasto Opaco Alongado** – Testemunho GL77 – Am.50 – Profundidade 1165cm - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 2 - Fitoclasto Opaco Alongado** – Testemunho GL77 – Am.24 – Profundidade 370cm- Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 3 - Fitoclasto Opaco Alongado** – Testemunho GL77 – Am.20 – Profundidade 275cm- Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 4 - Fitoclasto Opaco Equidimensional** – Testemunho GL77 – Am.50 – Profundidade 1165cm- Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 5 - Fitoclasto Opaco Equidimensional** – Testemunho GL77 – Am.50 – Profundidade 1165cm- Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 6 - Fitoclasto Opaco Equidimensional** – Testemunho GL77 – Am.24 – Profundidade 370cm- Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 7 - Fitoclasto Opaco Corroído** – Testemunho GL77 – Am.50 – Profundidade 1165cm- Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 8 - Fitoclasto Opaco Corroído** – Testemunho GL77 – Am.41 – Profundidade 895cm- Objetiva de 20x. Luz branca transmitida.
- 9 - Fitoclasto Opaco Corroído** – Testemunho GL77 – Am.41 – Profundidade 895cm - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 10 - Fitoclasto Não Opaco listrado** – Testemunho GL77 – Am.17 – Profundidade 220cm - Objetiva de 630x. Luz branca transmitida.
- 11 - Fitoclasto Não Opaco listrado** – Testemunho GL77 – Am.17 – Profundidade 220cm - Objetiva de 20x. Luz branca transmitida.
- 12 - Fitoclasto Não Opaco Bandado** – Testemunho GL77 – Am.69 – Profundidade 1565cm - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 13 e 14 - Fitoclasto Não Opaco Estriado** – Testemunho GL77 – Am.85 – Profundidade 1811cm - Objetiva de 63x. 13) luz branca transmitida, 14) Fluorescência.
- 15 e 16 - Fitoclasto Não Opaco Estriado** – Testemunho GL77 – Am.85 – Profundidade 1811cm - Objetiva de 40x. 15) luz branca transmitida, 16) Fluorescência.
- 17 - Fitoclasto Não Opaco Perfurado** – Testemunho GL77 – Am.85 – Profundidade 1811cm - Objetiva de 63x. Luz branca transmitida.
- 18 - Fitoclasto Não Opaco listrado** – Testemunho GL77 – Am.79 – Profundidade 1761cm - Objetiva de 20x. Luz branca transmitida.
- 19 - Fitoclasto Não Opaco Degradado com listra** – Testemunho GL77 – Am.78 – Profundidade 1754cm - Objetiva de 20x. Luz branca transmitida.
- 20 - Fitoclasto Não Opaco Degradado**– Testemunho GL77 – Am.77 – Profundidade 1743cm- Objetiva de 100x. Luz branca transmitida.

Estampa 1



**LEGENDA DA ESTAMPA 2**

- 1 e 2 - Fitoclasto Não Opaco Bioestruturado Cruzado** – Testemunho GL77 – Am.85 – Profundidade 1811cm - Objetiva de 63x. 1) luz branca transmitida, 2) Fluorescência.
- 3 e 4 - Tecido Lenhoso** – Testemunho GL77 – Am.85 – Profundidade 1811cm - Objetiva de 40x. 3) luz branca transmitida, 4) Fluorescência.
- 5 e 6 - Tecido Lenhoso** – Testemunho GL77 – Am.85 – Profundidade 1811cm - Objetiva de 40x. 5) luz branca transmitida, 6) Fluorescência.
- 7 e 8 - Tecido Lenhoso** – Testemunho GL77 – Am.85 – Profundidade 1811cm - Objetiva de 40x. 7) luz branca transmitida, 8) Fluorescência.
- 9 e 10 - Tecido Lenhoso** – Testemunho GL77 – Am.85 – Profundidade 1811cm - Objetiva de 40x. 9) luz branca transmitida, 10) Fluorescência.
- 11 e 12- Tecido Lenhoso** – Testemunho GL77 – Am.85 – Profundidade 1811cm - Objetiva de 40x. 11) luz branca transmitida, 12) Fluorescência.
- 13 e 14- Tecido Lenhoso** – Testemunho GL77 – Am.85 – Profundidade 1811cm - Objetiva de 40x. 13) luz branca transmitida, 14) Fluorescência.
- 15 e 16- Tecido Lenhoso** – Testemunho GL77 – Am.85 – Profundidade 1811cm - Objetiva de 63x. 15) luz branca transmitida, 16) Fluorescência.
- 17 e 18- Tecido Lenhoso** espiral – Testemunho GL77 – Am.85 – Profundidade 1811cm - Objetiva de 63x. 17) luz branca transmitida, 18) Fluorescência.
- 19 e 20- Tecido Lenhoso** – Testemunho GL77 – Am.85 – Profundidade 1811cm - Objetiva de 40x.19) luz branca transmitida, 20) Fluorescência.





## LEGENDA DA ESTAMPA 3

**1 e 2 - Fitoclasto Não Opaco Degradado com Cutícula Impregnada** – Poço GL77 – Am.79 – Profundidade 1761cm - Objetiva de 20x.1) luz branca transmitida, 2) Fluorescência.

**3 e 4 - Cutícula** – Testemunho GL77 – Am.85 – Profundidade 1811cm - Objetiva de 40x.3) luz branca transmitida, 4) Fluorescência.

**5 e 6 - Cutícula** – Testemunho GL77 – Am.85 – Profundidade 1811cm - Objetiva de 40x. 5) luz branca transmitida, 6) Fluorescência.

**7 e 8 - Cutícula** – Testemunho GL77 – Am.85 – Profundidade 1811cm - Objetiva de 40x.7) luz branca transmitida, 8) Fluorescência.

**9 e 10 - Cutícula** – Testemunho GL77 – Am.85 – Profundidade 1811cm - Objetiva de 63x.9) luz branca transmitida, 10) Fluorescência.

**11 e 12 - Cutícula** – Testemunho GL77 – Am.85 – Profundidade 1811cm - Objetiva de 40x.11) luz branca transmitida, 12) Fluorescência.

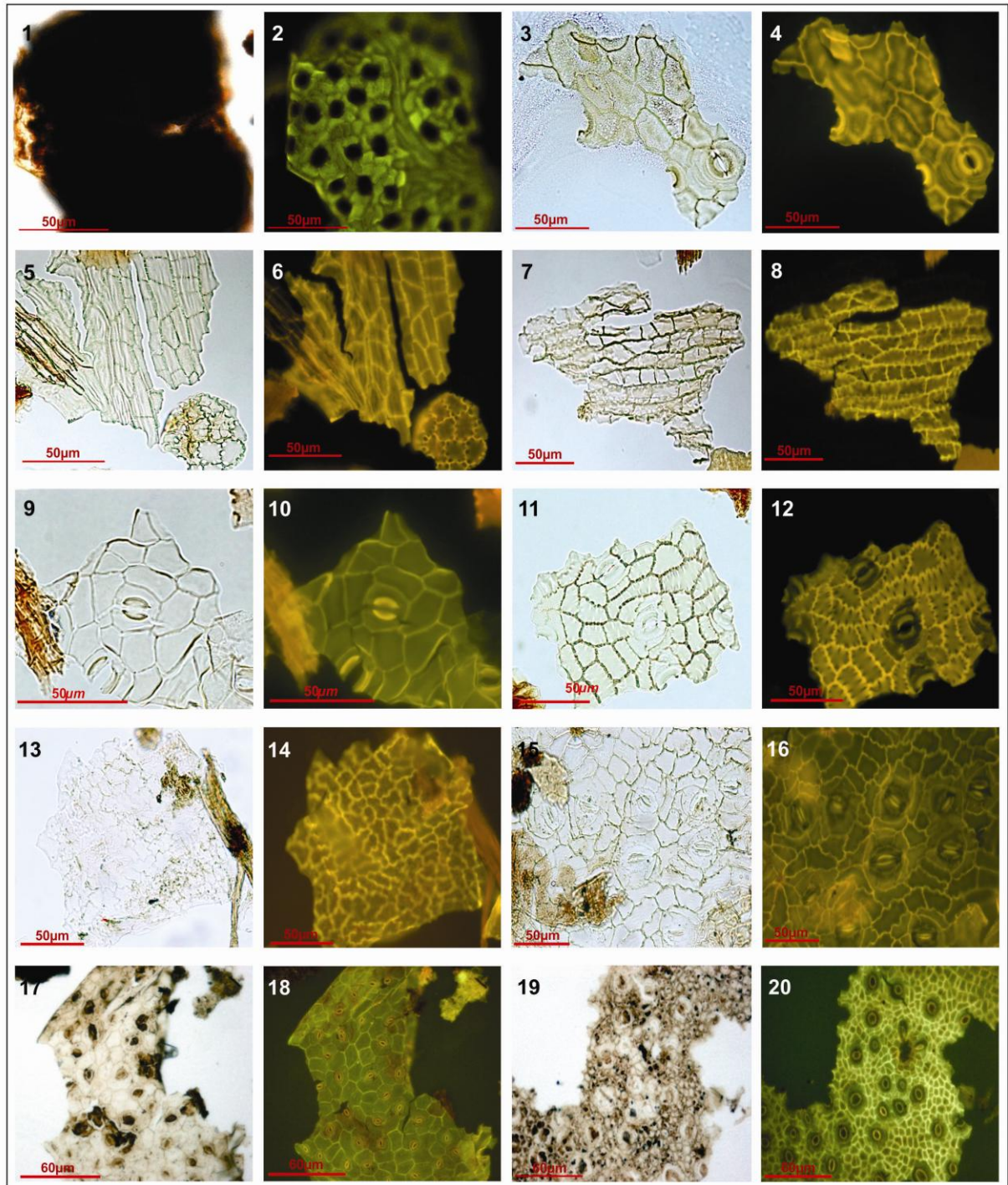
**13 e 14 - Cutícula** – Testemunho GL77 – Am.83 – Profundidade 1787cm - Objetiva de 40x.13) luz branca transmitida, 14) Fluorescência.

**15 e 16 - Cutícula** – Testemunho GL77 – Am.83 – Profundidade 1787cm - Objetiva de 40x.15) luz branca transmitida, 16) Fluorescência.

**17 e 18 - Cutícula** – Testemunho GL77 – Am.79 – Profundidade 1761cm - Objetiva de 10x.17) luz branca transmitida, 18) Fluorescência.

**19 e 20 - Cutícula** – Testemunho GL77 – Am.77 – Profundidade 1743cm - Objetiva de 20x.19) luz branca transmitida, 20) Fluorescência.

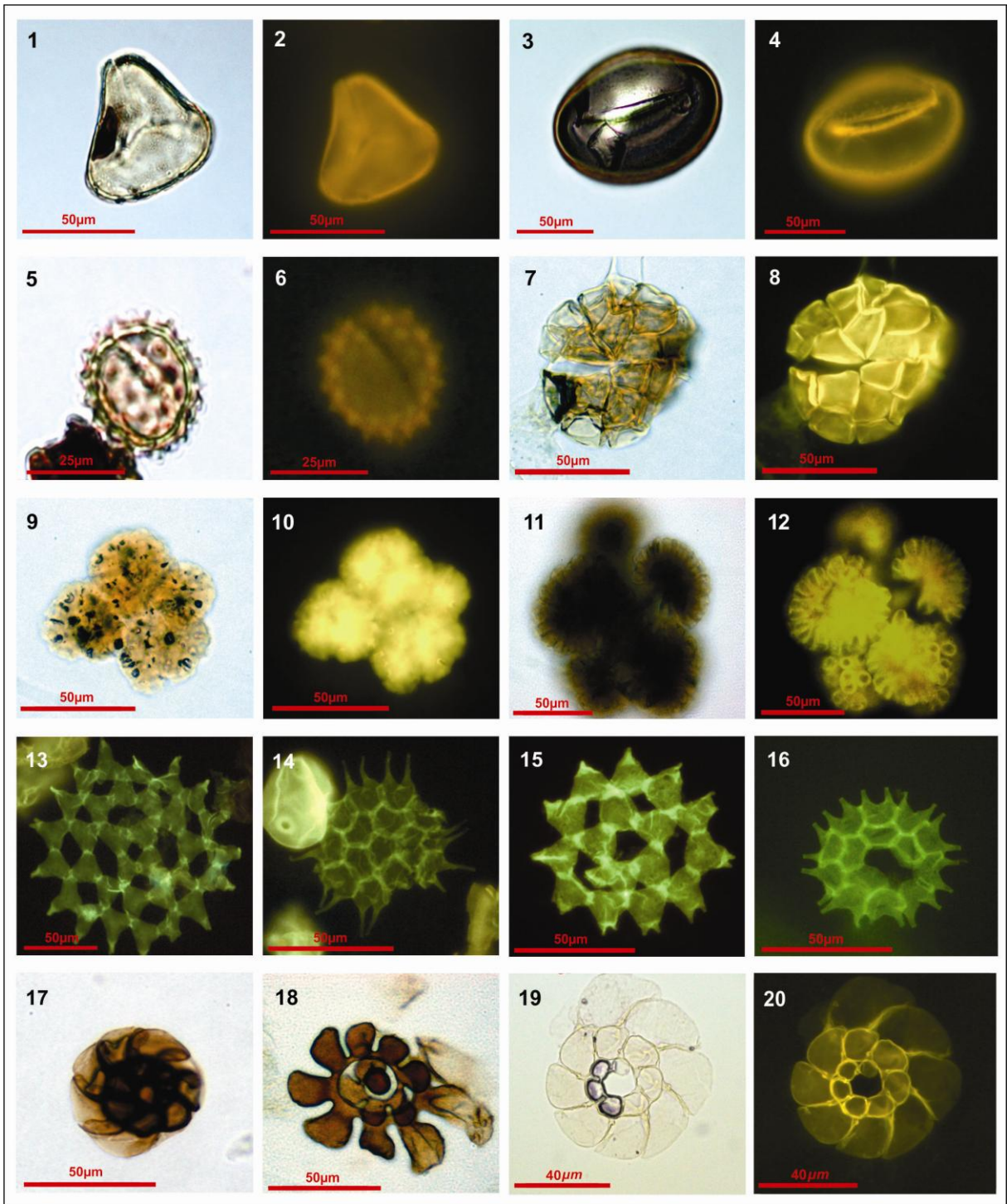
## Estampa 3



**LEGENDA DA ESTAMPA 4**

- 1 e 2 – Esporo trilete** – Testemunho GL77 – Am. 85 – Profundidade 1811cm – Objetiva de 40x. 1) luz branca transmitida, 2) Fluorescência.
- 3 e 4 – Esporo monoete** – Testemunho GL77 – Am. 85 – Profundidade 1811 cm – Objetiva de 40x. 3) luz branca transmitida, 4) Fluorescência.
- 5 e 6 – Grão de pólen** – Testemunho GL77 – Am. 83 – Profundidade 1787cm – Objetiva de 40x. 5) luz branca transmitida, 6) Fluorescência.
- 7 e 8 – Grão de pólen** – Testemunho GL77 – Am. 83 – Profundidade 1787cm – Objetiva de 40x. 7) luz branca transmitida, 8) Fluorescência.
- 9 e 10 – Botryococcus** – Testemunho GL77 – Am. 83 – Profundidade 1787cm – Objetiva de 20x. 9) luz branca transmitida, 10) Fluorescência.
- 11 e 12 – Botryococcus** – Testemunho GL77 – Am. 83 – Profundidade 1787cm – Objetiva de 40x. 11) luz branca transmitida, 12) Fluorescência.
- 13 – Pediastrum** – Testemunho GL77 – Am. 84 – Profundidade 1797cm – Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 14 – Pediastrum** – Testemunho GL77 – Am. 78 – Profundidade 1754cm – Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 15 – Pediastrum** – Testemunho GL77 – Am. 71 – Profundidade 1625cm – Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 16 – Pediastrum** – Testemunho GL77 – Am. 66 – Profundidade 1485cm – Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 17 – Palinoforaminífero** – Testemunho GL77 – Am. 35 – Profundidade 700cm – Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 18 – Palinoforaminífero** – Testemunho GL77 – Am. 23 – Profundidade 340cm – Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 19 e 20 – Palinoforaminífero** – Testemunho GL77 – Am. 04 – Profundidade 18cm – Objetiva de 40x. 19) luz branca transmitida, 20) Fluorescência.

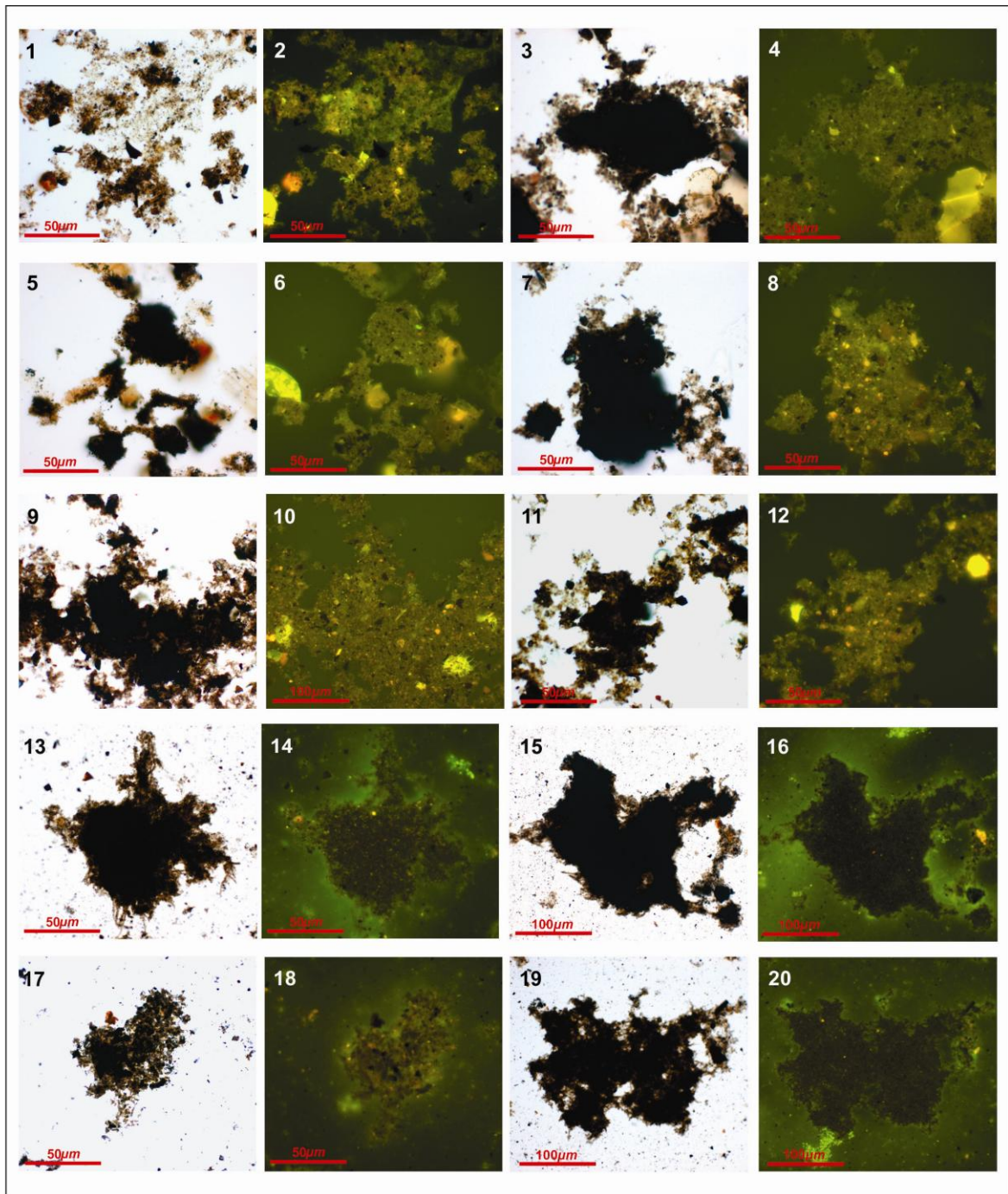
Estampa 4



**LEGENDA DA ESTAMPA 5**

- 1 e 2 – Matéria Orgânica Amorfa Homogênea Fluorescente** – Testemunho GL77 – Am.19 – Profundidade 610cm - Objetiva de 40x. 1) luz branca transmitida, 2) Fluorescência.
- 3 e 4 – Matéria Orgânica Amorfa Homogênea Fluorescente** – Testemunho GL77 – Am.19 – Profundidade 610cm - Objetiva de 20x. 3) luz branca transmitida, 4) Fluorescência.
- 5 e 6 – Matéria Orgânica Amorfa Homogênea Fluorescente** – Testemunho GL77 – Am.23 – Profundidade 865cm - Objetiva de 20x. 5) luz branca transmitida, 6) Fluorescência.
- 7 e 8 – Matéria Orgânica Amorfa Heterogênea Fluorescente** – Testemunho GL77 – Am.8 – Profundidade 63cm - Objetiva de 20x. 7) luz branca transmitida, 8) Fluorescência.
- 9 e 10 – Matéria Orgânica Amorfa Heterogênea Fluorescente** – Testemunho GL77 – Am.8 – Profundidade 63cm - Objetiva de 20x. 9) luz branca transmitida, 10) Fluorescência.
- 11 e 12 – Matéria Orgânica Amorfa Heterogênea Fluorescente** – Testemunho GL77 – Am.8 – Profundidade 63cm - Objetiva de 40x. 11) luz branca transmitida, 12) Fluorescência.
- 13 e 14 – Matéria Orgânica Amorfa Heterogênea Não Fluorescente** – Testemunho GL77 – Am.31 – Profundidade 1165cm - Objetiva de 40x. 13) luz branca transmitida, 14) Fluorescência.
- 15 e 16 – Matéria Orgânica Amorfa Heterogênea Não Fluorescente** – Testemunho GL77 – Am.31 – Profundidade 1165cm - Objetiva de 20x. 15) luz branca transmitida, 16) Fluorescência.
- 17 e 18 – Matéria Orgânica Amorfa Heterogênea Não Fluorescente** – Testemunho GL77 – Am.31 – Profundidade 1165cm - Objetiva de 40x. 15) luz branca transmitida, 16) Fluorescência.
- 19 e 20 – Matéria Orgânica Amorfa Heterogênea Não Fluorescente** – Testemunho GL77 – Am.31 – Profundidade 1165cm - Objetiva de 20x. 15) luz branca transmitida, 16) Fluorescência.

Estampa 5



### LEGENDA DA ESTAMPA 6

**1 e 2-** *Operculodinium centrocarpum* corado e arqueópilo tipo 3', poucos processos distribuídos na parede- Testemunho GL77 – Am. 85 – Profundidade 1811cm - Objetiva de 40x. 1) luz branca transmitida, 2) Fluorescência

**3 e 4-** *Operculodinium centrocarpum corado* e com poucos processos distribuídos na parede- Testemunho GL77 – Am. 84 – Profundidade 1797cm - Objetiva de 63x. 3) luz branca transmitida, 4) Fluorescência.

**5 e 6-** *Operculodinium centrocarpum* corado e área da parede com menos processos - Testemunho GL77 – Am. 79 – Profundidade 1761cm - Objetiva de 100x. 5) luz branca transmitida, 6) Fluorescência.

**7 e 8-** *Operculodinium centrocarpum* proximocarado - Testemunho GL77 – Am. 69 – Profundidade 1565cm - Objetiva de 40x. 7) luz branca transmitida, 8) Fluorescência.

**9 e 10-** *Operculodinium centrocarpum* proximado - Testemunho GL77 – Am. 69 – Profundidade 1565cm - Objetiva de 40x. 9) luz branca transmitida, 10) Fluorescência.

**11 e 12-** *Operculodinium centrocarpum* corado e com pouco processos distribuídos na parede - Testemunho GL77 – Am. 69 – Profundidade 1565cm - Objetiva de 63x. 11) luz branca transmitida, 12) Fluorescência.

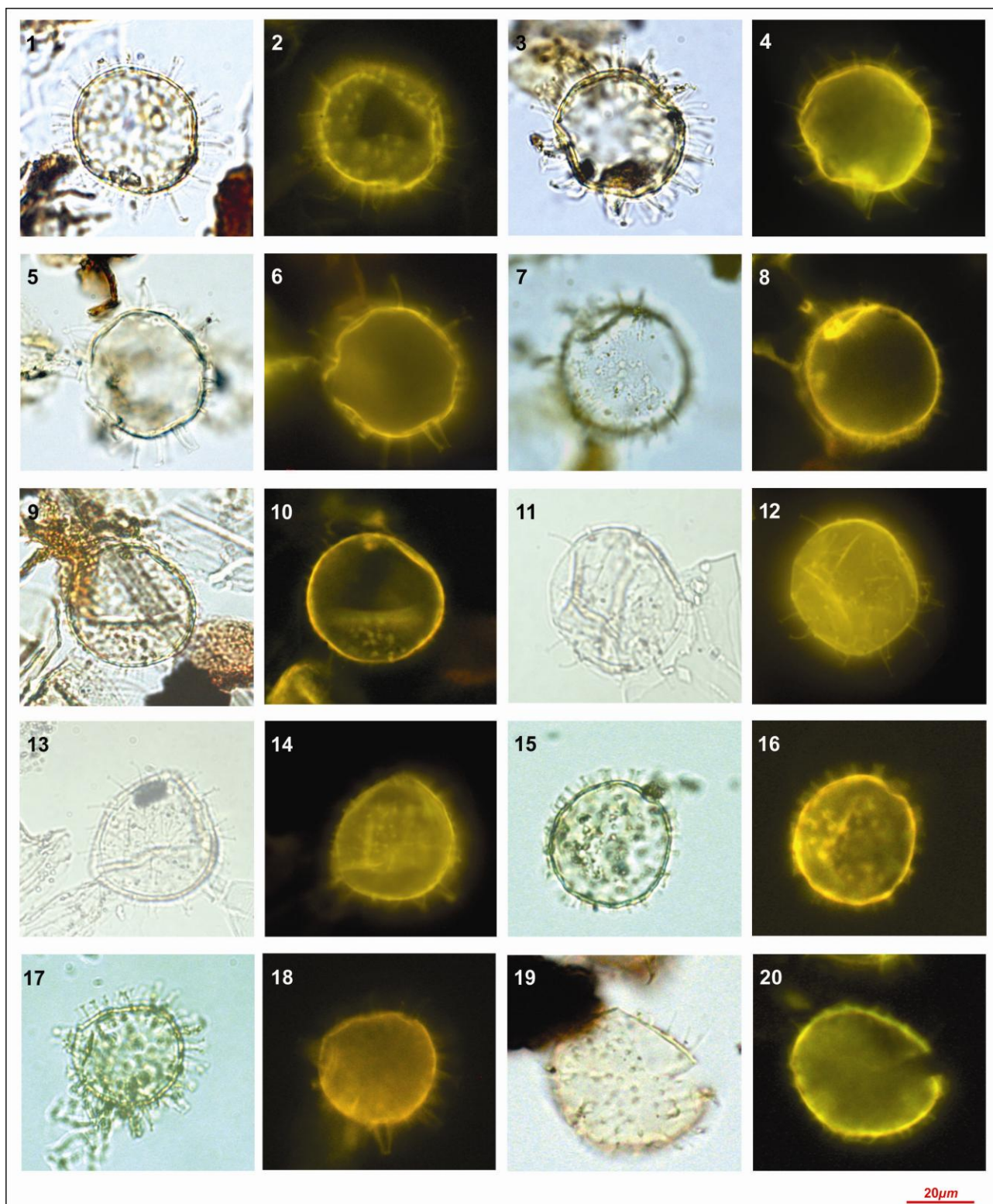
**13 e 14-** *Operculodinium centrocarpum* proximocorado - Testemunho GL77 – Am. 69 – Profundidade 1565cm - Objetiva de 63x. 13) luz branca transmitida, 14) Fluorescência.

**15 e 16-** *Operculodinium centrocarpum* proximocorado - Testemunho GL77 – Am. 63 – Profundidade 1455cm - Objetiva de 40x. 15) luz branca transmitida, 16) Fluorescência.

**17 e 18-** *Operculodinium centrocarpum* corado, parede maisw densa em processos - Testemunho GL77 – Am. 63 – Profundidade 1455cm - Objetiva de 63x. 17) luz branca transmitida, 18) Fluorescência.

**19 e 20-** *Operculodinium centrocarpum* proximocorado - Testemunho GL77 – Am. 63 – Profundidade 1455cm - Objetiva de 63x. 19) luz branca transmitida, 20) Fluorescência.

Estampa 6





**LEGENDA DA ESTAMPA 7**

**1 e 2 - Concentração de *Operculodinium centrocarpum* corado** - Testemunho GL77 – Am. 23 – Profundidade 340cm - Objetiva de 10x (lâmina palinológica). 1) luz branca transmitida, 2) Fluorescência.

**3 e 4 - Concentração de *Operculodinium centrocarpum* corado**- Testemunho GL77 – Am. 19 – Profundidade 260cm - Objetiva de 20x (lâmina palinológica). 3) luz branca transmitida, 4) Fluorescência.

**5 e 6 - *Operculodinium centrocarpum* corado** - Testemunho GL77 – Am. 50 – Profundidade 1165cm - Objetiva de 100x (lâmina palinológica). 5) luz branca transmitida, 6) Fluorescência.

**7 e 8 - *Operculodinium centrocarpum* corado** - Testemunho GL77 – Am. 50 – Profundidade 1165cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). 7) luz branca transmitida, 8) Fluorescência.

**9 e 10 - *Operculodinium centrocarpum* corado** - Testemunho GL77 – Am. 35 – Profundidade 700cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). 9) luz branca transmitida, 10) Fluorescência.

**11 - *Operculodinium centrocarpum* corado** - Testemunho GL77 – Am. 35 – Profundidade 700cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). Fluorescência.

**12- *Operculodinium centrocarpum* corado com fenda** - Testemunho GL77 – Am. 35 – Profundidade 700cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). Fluorescência.

**13 e 14 - *Operculodinium centrocarpum* corado** - Testemunho GL77 – Am. 35 – Profundidade 700cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). 13) luz branca transmitida, 14) Fluorescência.

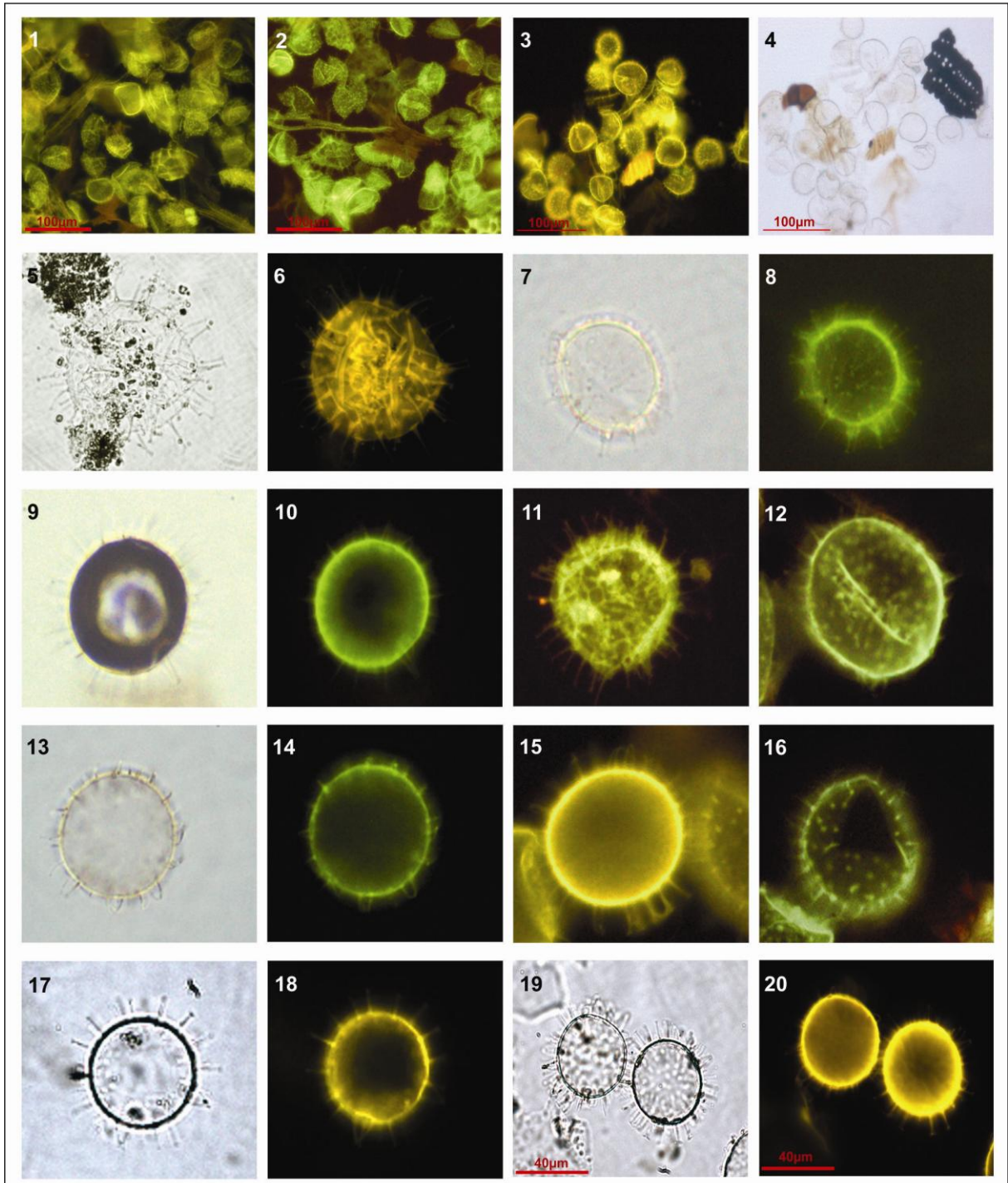
**15 - *Operculodinium centrocarpum* corado** - Testemunho GL77 – Am. 27 – Profundidade 460cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). Fluorescência.

**16 - *Operculodinium centrocarpum* corado e arqueópilo** - Testemunho GL77 – Am. 27 – Profundidade 460cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). Fluorescência.

**17 e 18 - *Operculodinium centrocarpum* corado e arqueópilo** - Testemunho GL77 – Am. 27 – Profundidade 460cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). 17) luz branca transmitida, 18) Fluorescência.

**19 e 20 - *Operculodinium centrocarpum* corado** - Testemunho GL77 – Am. 27 – Profundidade 460cm - Objetiva de 20x (lâmina palinológica). 19) luz branca transmitida, 20) Fluorescência.

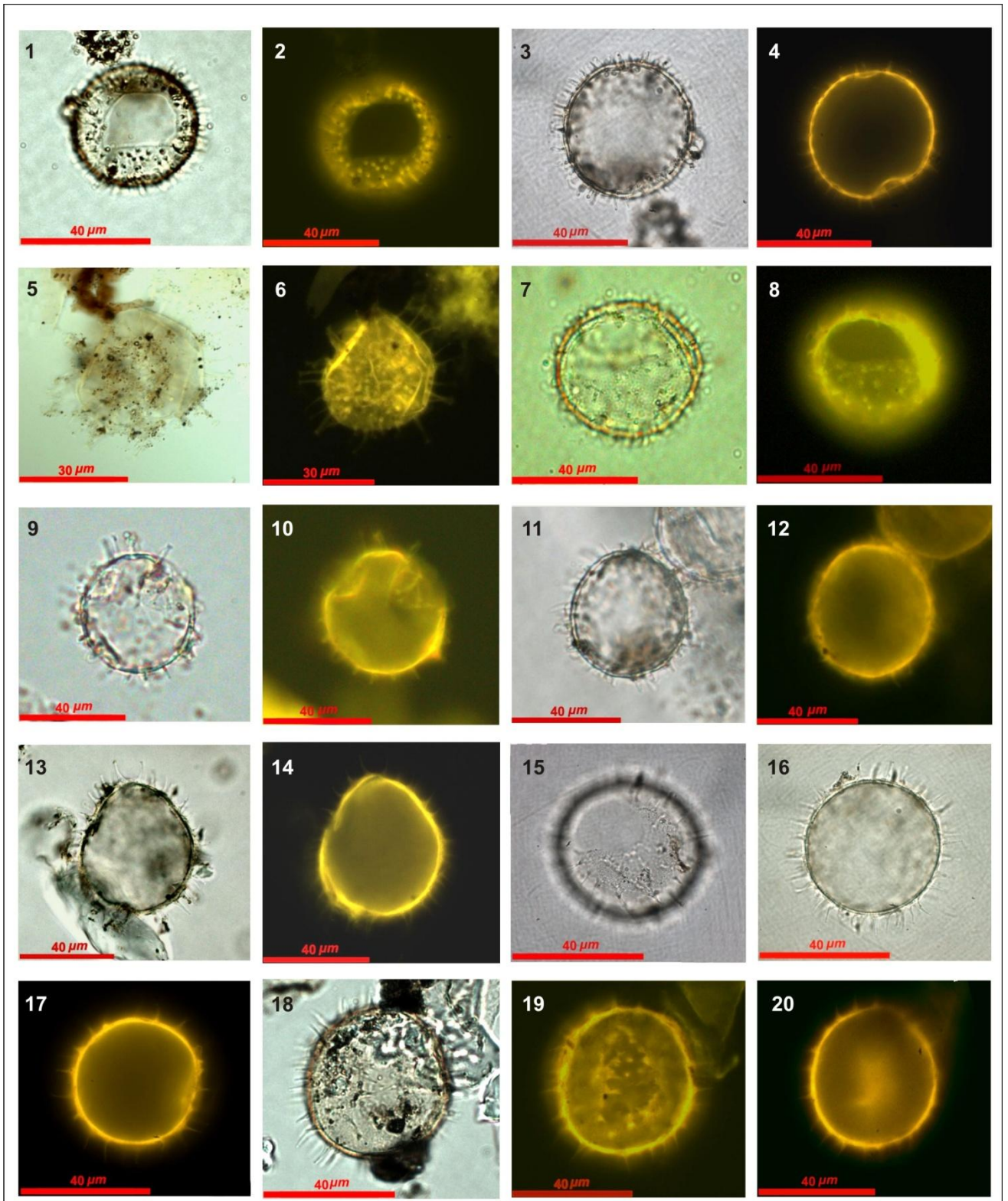
Estampa 7



**LEGENDA DA ESTAMPA 8**

- 1 e 2 - *Operculodinium centrocarpum*** proximocorado e arqueópilo - Testemunho GL77 – Am.23 – Profundidade 340cm - Objetiva de 40x. 1) luz branca transmitida, 2) Fluorescência.
- 3 e 4 - *Operculodinium centrocarpum*** proximocorado - Testemunho GL77 – Am. 05 – Profundidade 36cm - Objetiva de 100x. 3) luz branca transmitida, 4) Fluorescência.
- 5 e 6 - *Operculodinium centrocarpum*** proximocorado, com poucos processos na superfície da parede - Testemunho GL77 – Am. 01 – Profundidade 02cm - Objetiva de 100x. 5) luz branca transmitida, 6) Fluorescência.
- 7 e 8 - *Operculodinium israelianum*** arqueópilo- Testemunho GL77 – Am. 65 – Profundidade 1475cm - Objetiva de 40x. 7) luz branca transmitida, 8) Fluorescência.
- 9 e 10 - *Operculodinium centrocarpum*** proximocorado e área da parede com menos processos - Testemunho GL77 – Am. 01 – Profundidade 2cm - Objetiva de 40x. 9) luz branca transmitida, 10) Fluorescência.
- 11 e 12 - *Operculodinium centrocarpum*** proximocorado e área da parede com menos processos - Testemunho GL77 – Am. 01 – Profundidade 2cm - Objetiva de 40x. 10) luz branca transmitida, 11) Fluorescência.
- 13 e 14 - *Operculodinium israelianum*** - Testemunho GL77 – Am. 65 – Profundidade 1475cm - Objetiva de 40x . 13) luz branca transmitida, 14) Fluorescência.
- 15, 16 e 17 - *Operculodinium israelianum*** - Testemunho GL77 – Am. 65 – Profundidade 1475m - Objetiva de 100x. 15 e 16) luz branca transmitida, 17) Fluorescência.
- 18, 19 e 20 - *Operculodinium israelianum*** Testemunho GL77 – Am. 65 – Profundidade 1475cm - Objetiva de 100x. 18 e 19) luz branca transmitida, 20) Fluorescência.

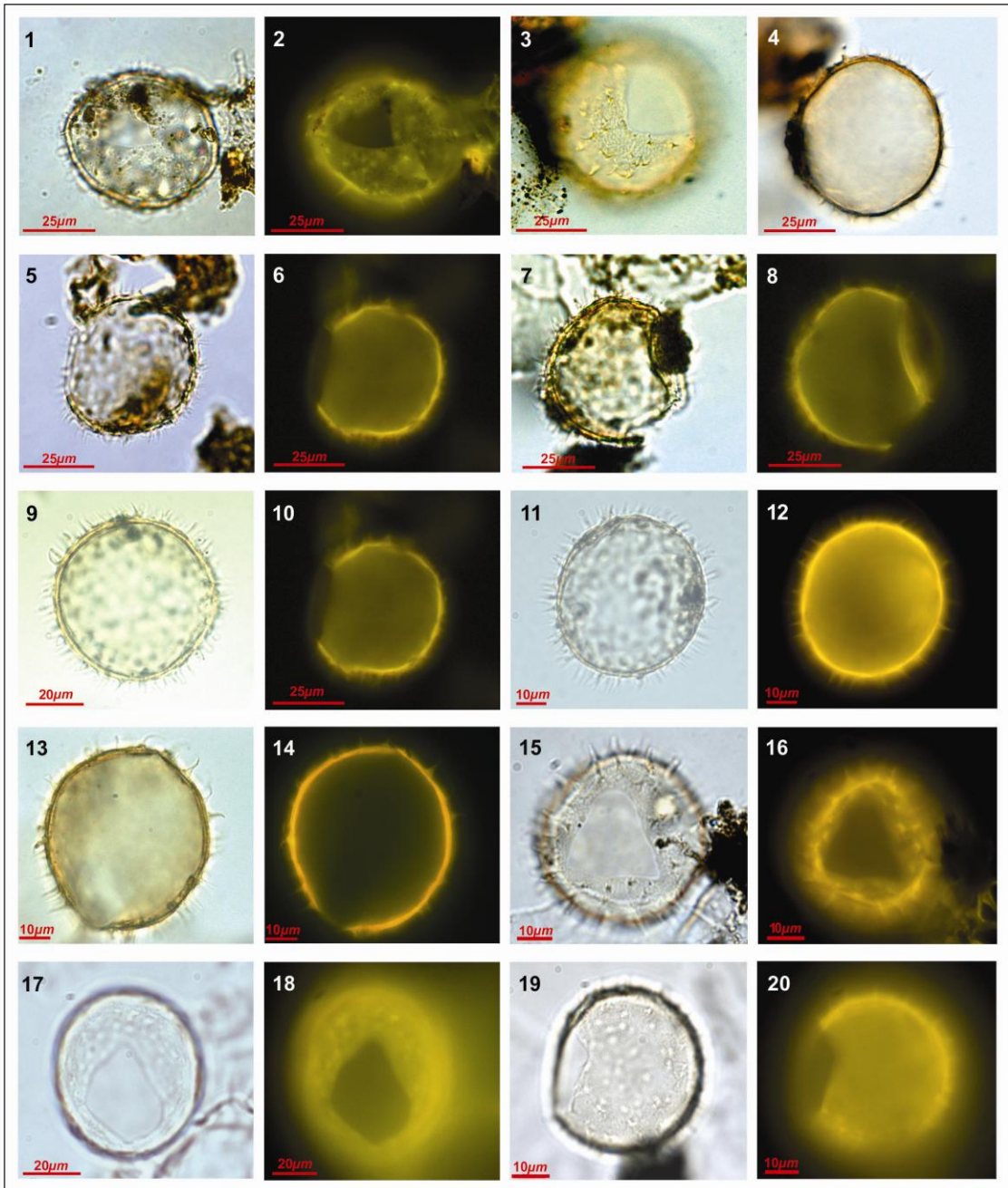
Estampa 8



**LEGENDA DA ESTAMPA 9**

- 1 e 2-** *Operculodinium israelianum* - Testemunho GL77 – Am. 56 – Profundidade 1345cm - Objetiva de 63x. 1) luz branca transmitida, 2) Fluorescência.
- 3 e 4-** *Operculodinium israelianum* - Testemunho GL77 – Am. 56 – Profundidade 1345cm - Objetiva de 63x. 3) luz branca transmitida, 4) Fluorescência.
- 5 e 6-** *Operculodinium israelianum* - Testemunho GL77 – Am. 56 – Profundidade 1345cm - Objetiva de 40x. 5) luz branca transmitida, 6) Fluorescência.
- 7 e 8-** *Operculodinium israelianum* - Testemunho GL77 – Am. 55 – Profundidade 1315cm - Objetiva de 40x. 7) luz branca transmitida, 8) Fluorescência.
- 9 e 10-** *Operculodinium israelianum* - Testemunho GL77 – Am. 55 – Profundidade 1315cm - Objetiva de 63x. 9) luz branca transmitida, 10) Fluorescência.
- 11 e 12-** *Operculodinium israelianum* - Testemunho GL77 – Am. 47 – Profundidade 1075cm - Objetiva de 63x. 11) luz branca transmitida, 12) Fluorescência.
- 13 e 14-** *Operculodinium israelianum* - Testemunho GL77 – Am. 47 – Profundidade 1075cm - Objetiva de 100x. 13) luz branca transmitida, 14) Fluorescência.
- 15 e 16-** *Operculodinium israelianum* - Testemunho GL77 – Am. 47 – Profundidade 1075cm - Objetiva de 63x. 15) luz branca transmitida, 16) Fluorescência.
- 17 e 18-** *Operculodinium israelianum* processos curtos- Testemunho GL77 – Am.47 – Profundidade 1075cm - Objetiva de 63x. 17) luz branca transmitida, 18) Fluorescência.
- 19 e 20-** *Operculodinium israelianum* processos curtos - Testemunho GL77 – Am. 47 – Profundidade 1075cm - Objetiva de 63x. 19) luz branca transmitida, 20) Fluorescência.

Estampa 9



**LEGENDA DA ESTAMPA 10**

**1 e 2** – *Operculodinium israelianum* corado - Testemunho GL77 – Am. 39 – Profundidade 835cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). 1) luz branca transmitida, 2) Fluorescência.

**3 e 4** – *Operculodinium israelianum* corado e arqueópilo - Testemunho GL77 – Am. 39 – Profundidade 835cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). 3) luz branca transmitida, 4) Fluorescência.

**5 e 6** – *Operculodinium israelianum* corado e arqueópilo - Testemunho GL77 – Am. 39 – Profundidade 835cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). 5) luz branca transmitida, 6) Fluorescência.

**7 e 8** – *Operculodinium israelianum* corado e arqueópilo - Testemunho GL77 – Am. 09 – Profundidade 70cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). 7) luz branca transmitida, 8) Fluorescência.

**9 e 10** – *Operculodinium israelianum* corado e arqueópilo - Testemunho GL77 – Am. 09 – Profundidade 70cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). 9) luz branca transmitida, 10) Fluorescência.

**11** – *Operculodinium israelianum* corado e arqueópilo - Testemunho GL77 – Am. 09 – Profundidade 70cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). Fluorescência.

**12** – *Operculodinium israelianum* corado e arqueópilo - Testemunho GL77 – Am. 09 – Profundidade 70cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). Fluorescência.

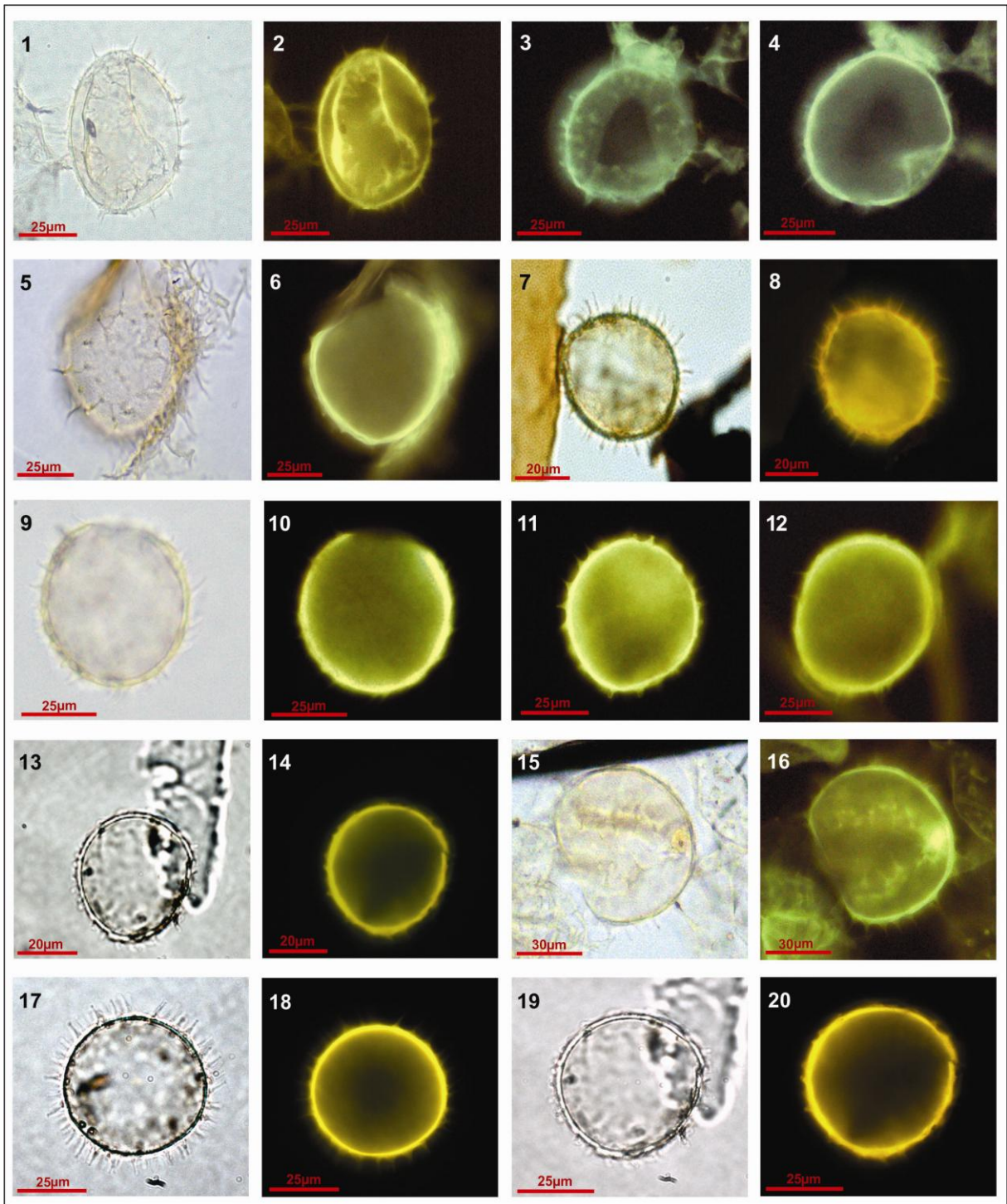
**13 e 14** – *Operculodinium israelianum* corado e arqueópilo - Testemunho GL77 – Am. 09 – Profundidade 70cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). 13) luz branca transmitida, 14) Fluorescência.

**15 e 16** – *Operculodinium israelianum* corado e arqueópilo - Testemunho GL77 – Am. 09 – Profundidade 70cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). 15) luz branca transmitida, 16) Fluorescência.

**17 e 18** – *Operculodinium israelianum* corado e arqueópilo - Testemunho GL77 – Am. 09 – Profundidade 70cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). 17) luz branca transmitida, 18) Fluorescência.

**19 e 20** – *Operculodinium israelianum* corado e arqueópilo - Testemunho GL77 – Am. 09 – Profundidade 70cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). 19) luz branca transmitida, 20) Fluorescência.

Estampa 10

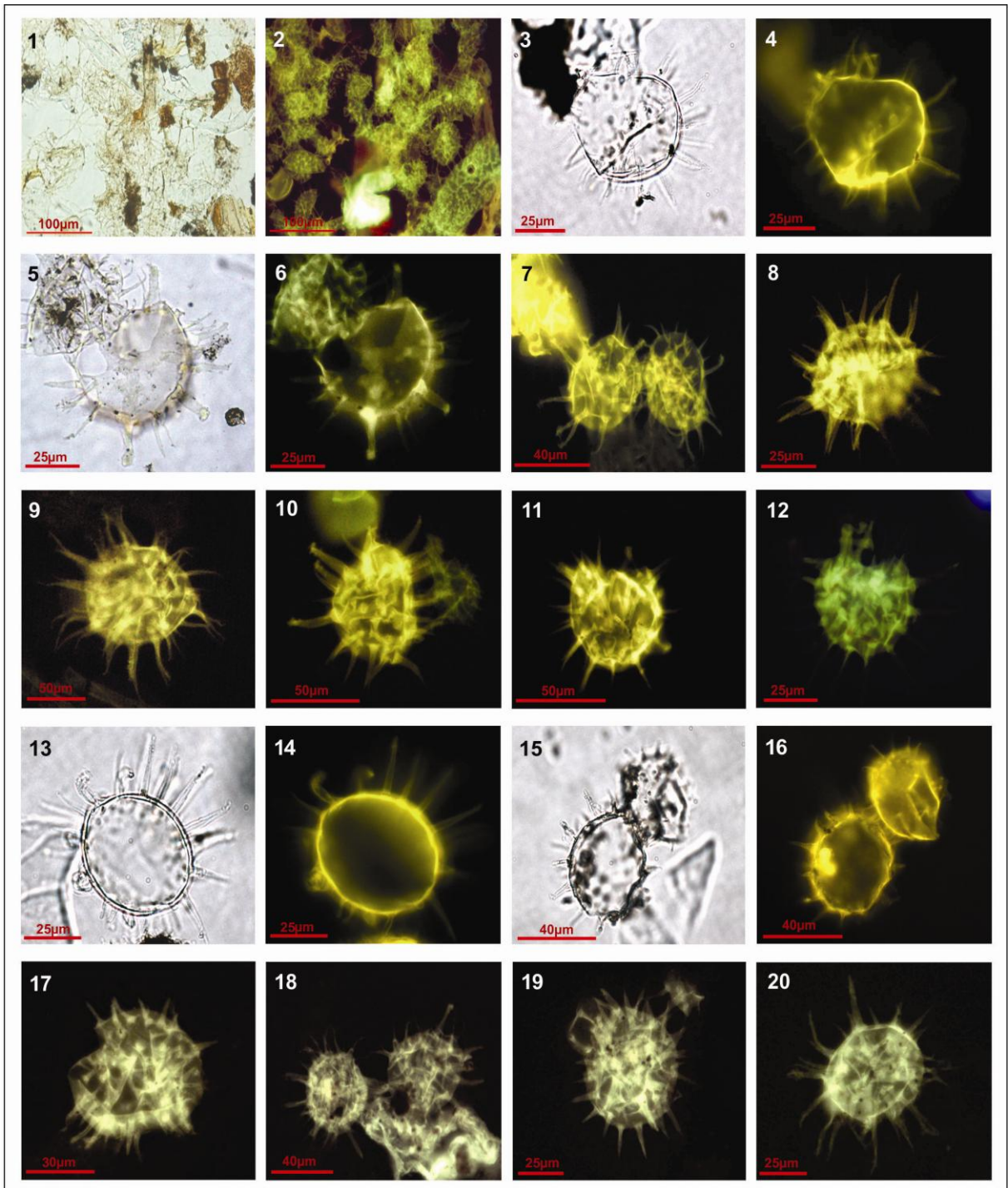




**LEGENDA DA ESTAMPA 11**

- 1 e 2 -** *Lingulodinium machaerophorum* corado - Testemunho GL77 – Am. 19 – Profundidade 260cm - Objetiva de 20x (lâmina palinológica). 1) luz branca transmitida, 2) Fluorescência.
- 3 e 4 -** *Lingulodinium machaerophorum* corado - Testemunho GL77 – Am. 80 – Profundidade 1767cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). 3) luz branca transmitida, 4) Fluorescência.
- 5 e 6 -** *Lingulodinium machaerophorum* corado - Testemunho GL77 – Am. 52 – Profundidade 1225cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). 5) luz branca transmitida, 6) Fluorescência.
- 7 -** *Lingulodinium machaerophorum* corado - Testemunho GL77 – Am. 52 – Profundidade 1225cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). Fluorescência.
- 8 -** *Lingulodinium machaerophorum* corado - Testemunho GL77 – Am. 52 – Profundidade 1225cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). Fluorescência.
- 9 -** *Lingulodinium machaerophorum* corado - Testemunho GL77 – Am. 52 – Profundidade 1225cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). Fluorescência.
- 10 -** *Lingulodinium machaerophorum* corado - Testemunho GL77 – Am. 52 – Profundidade 1225cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). Fluorescência.
- 11 -** *Lingulodinium machaerophorum* corado - Testemunho GL77 – Am. 52 – Profundidade 1225cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). Fluorescência.
- 12 -** *Lingulodinium machaerophorum* corado - Testemunho GL77 – Am. 45 – Profundidade 1015cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). Fluorescência.
- 13 e 14 -** *Lingulodinium machaerophorum* corado flexível - Testemunho GL77 – Am. 45 – Profundidade 1015cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). 13) luz branca transmitida, 14) Fluorescência.
- 15 e 16 -** *Lingulodinium machaerophorum* corado - Testemunho GL77 – Am. 45 – Profundidade 1015cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). 15) luz branca transmitida, 16) Fluorescência.
- 17 -** *Lingulodinium machaerophorum* corado - Testemunho GL77 – Am. 45 – Profundidade 1015cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). Fluorescência.
- 18 -** *Lingulodinium machaerophorum* corado - Testemunho GL77 – Am. 09 – Profundidade 70cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). Fluorescência.
- 19 -** *Lingulodinium machaerophorum* corado - Testemunho GL77 – Am. 09 – Profundidade 70cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). Fluorescência.
- 20 -** *Lingulodinium machaerophorum* corado - Testemunho GL77 – Am. 09 – Profundidade 70cm - Objetiva de 40x (lâmina palinológica). Fluorescência.

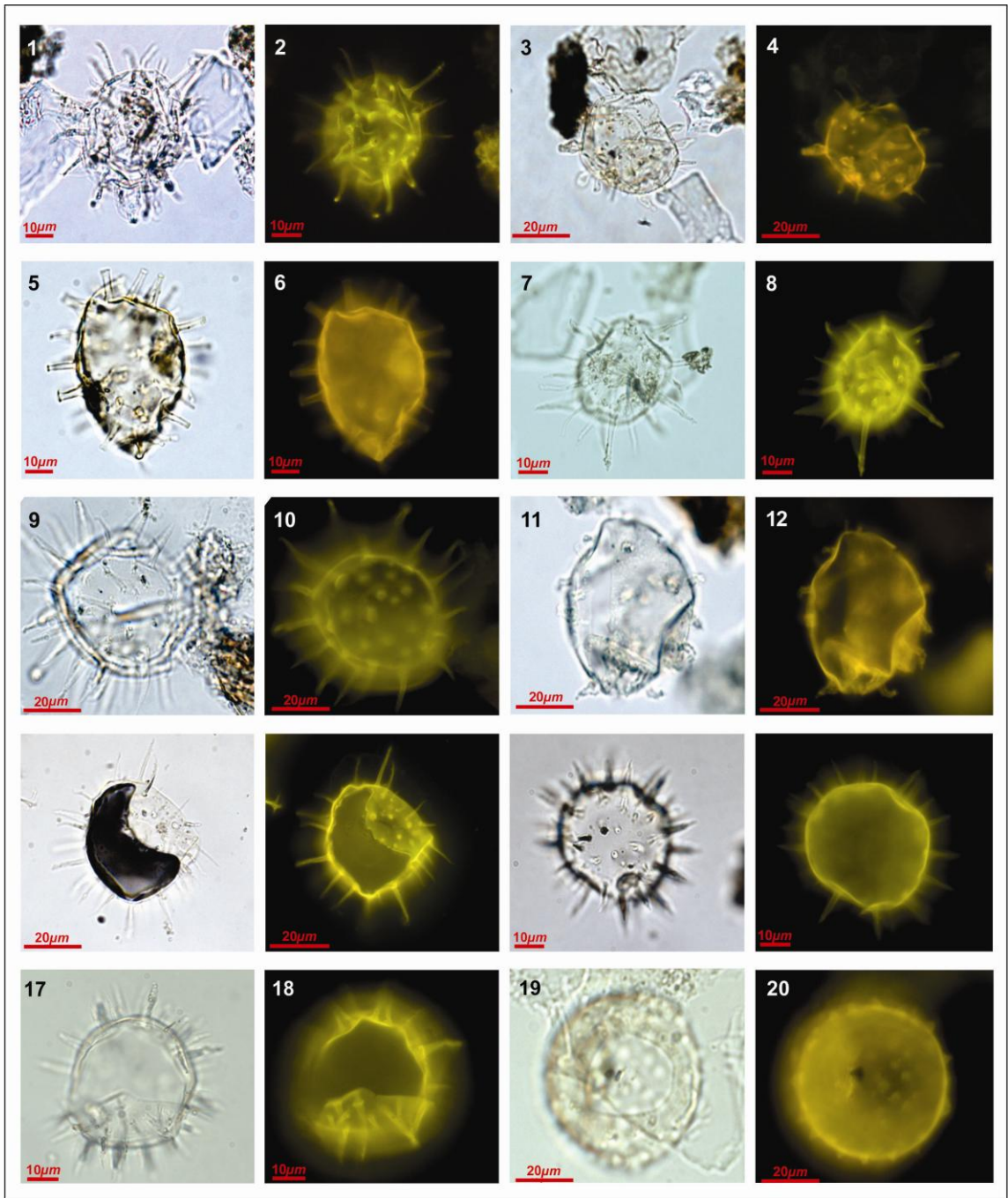
Estampa 11



**LEGENDA DA ESTAMPA 12**

- 1 e 2-** *Lingulodinium machaerophorum* corado - Testemunho GL77 – Am. 72 – Profundidade 1970cm - Objetiva de 40x. 1) luz branca transmitida, 2) Fluorescência.
- 3 e 4-** *Lingulodinium machaerophorum* corado - Testemunho GL77– Am. 72 – Profundidade 1970cm - Objetiva de 40x. 3) luz branca transmitida, 4) Fluorescência.
- 5 e 6-** *Lingulodinium machaerophorum* com processo cortado. Testemunho GL77 – Am. 71 – Profundidade 1930cm - Objetiva de 63x. 5) luz branca transmitida, 6) Fluorescência.
- 7 e 8-** *Lingulodinium machaerophorum* corado, poucos processos na superfície da parede– Testemunho GL77 – Am. 71 – Profundidade 1930cm - Objetiva de 40x. 7) luz branca transmitida, 8) Fluorescência.
- 9 e 10-** *Lingulodinium machaerophorum* corado com processo normal – Testemunho GL77– Am. 63 – Profundidade 1700cm - Objetiva de 40x. 9) luz branca transmitida, 10) Fluorescência.
- 11 e 12-** *Lingulodinium machaerophorum* com processo curto curvado – Testemunho GL77– Am. 63 – Profundidade 1700cm - Objetiva de 40x. 11) luz branca transmitida, 12) Fluorescência.
- 13 e 14-** *Lingulodinium machaerophorum* corado – Testemunho GL77– Am. 61 – Profundidade 1640cm - Objetiva de 63x. 13) luz branca transmitida, 14) Fluorescência.
- 15 e 16-** *Lingulodinium machaerophorum* corado – Testemunho GL77 – Am. 60 – Profundidade 1610cm - Objetiva de 63x. 15) luz branca transmitida, 16) Fluorescência.
- 17 e 18-** *Lingulodinium machaerophorum* processo curto – Testemunho GL77– Am. 60 – Profundidade 1610cm- Objetiva de 63x. 17) luz branca transmitida, 18) Fluorescência.
- 19 e 20-** *Lingulodinium machaerophorum* proximado – Testemunho GL77 – Am. 60 – Profundidade 1610cm - Objetiva de 40x. 19) luz branca transmitida, 20) Fluorescência.

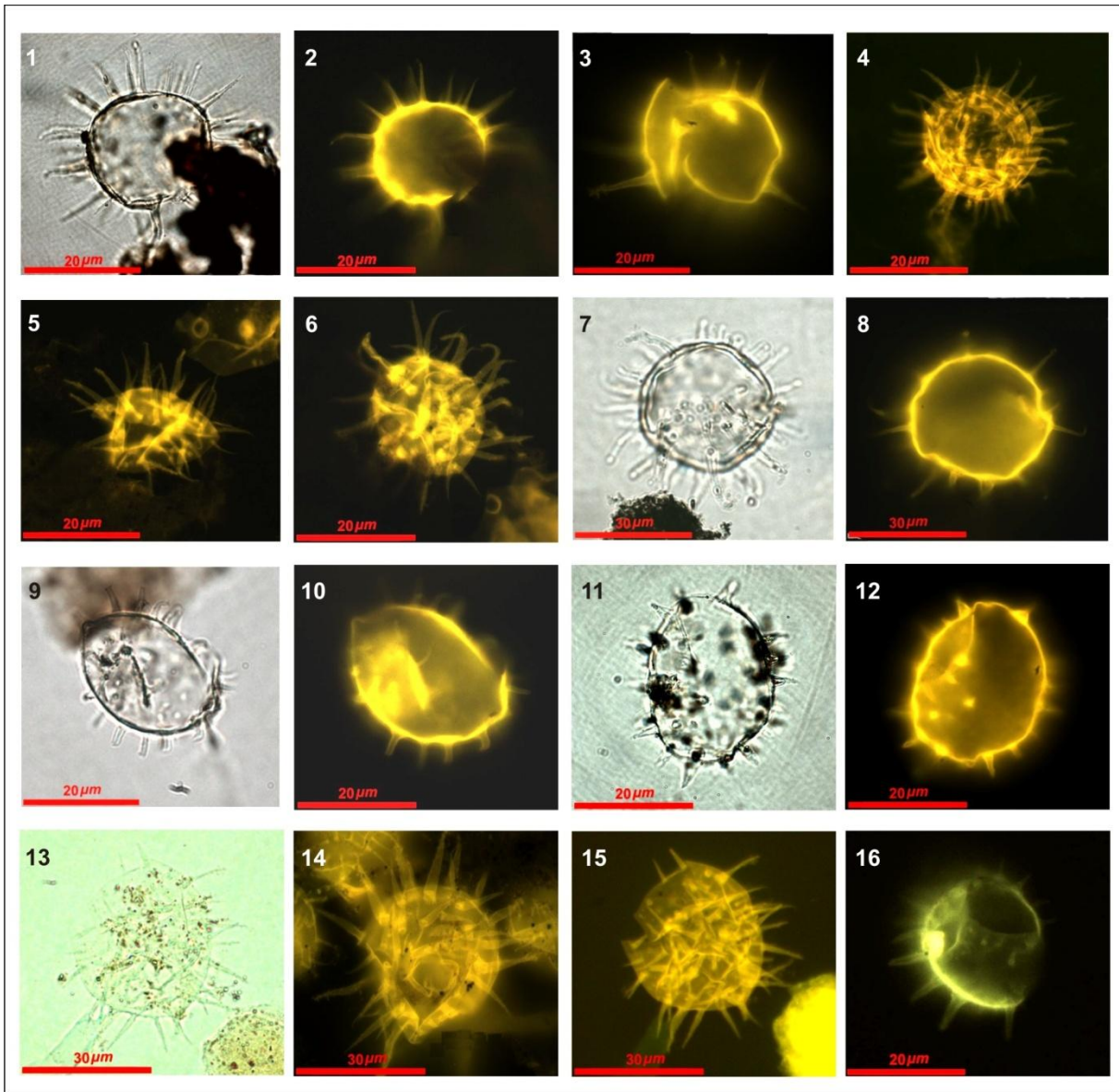
Estampa 12



**LEGENDA DA ESTAMPA 13**

- 1 e 2** – *Lingulodinium machaerophorum* corado com processo normal – Testemunho GL77 – Am. 66 – Profundidade 1805cm - Objetiva de 100x e 40x. 1) luz branca transmitida, 2) Fluorescência.
- 3** – *Lingulodinium machaerophorum* corado - Testemunho GL77 – Am. 66 – Profundidade 1805cm - Objetiva de 100x. Fluorescência
- 4** – *Lingulodinium machaerophorum* corado - Testemunho GL77 – Am. 65 – Profundidade 1775cm - Objetiva de 40x. Fluorescência
- 5** – *Lingulodinium machaerophorum* corado - Testemunho GL77 – Am. 65 – Profundidade 1775cm - Objetiva de 40x. Fluorescência
- 6** – *Lingulodinium machaerophorum* corado com processo flexível curvado - Testemunho GL77 – Am. 65 – Profundidade 1775cm - Objetiva de 40x. Fluorescência
- 7 e 8** – *Lingulodinium machaerophorum* corado flexível - Testemunho GL77 – Am. 64 – Profundidade 1745cm - Objetiva de 40x. 7) luz branca transmitida, 8) Fluorescência
- 9 e 10** – *Lingulodinium machaerophorum* proximocorado com processo cortado- Testemunho GL77 – Am. 64 – Profundidade 1745cm - Objetiva de 100x. 9) luz branca transmitida, 10) Fluorescência
- 11 e 12** – *Lingulodinium machaerophorum* proximocorado com processo curto - Testemunho GL77 – Am. 21 – Profundidade 465cm - Objetiva de 100x. 11) luz branca transmitida, 12) Fluorescência
- 13 e 14** – *Lingulodinium machaerophorum* corado com obstrução na parede - Testemunho GL77 – Am. 14 – Profundidade 280cm - Objetiva de 40x. 13) luz branca transmitida, 14) Fluorescência
- 15** – *Lingulodinium machaerophorum* corado com poucos processos na superfície da parede - Testemunho GL77 – Am. 14 – Profundidade 280cm - Objetiva de 40x. Fluorescência
- 16** – *Lingulodinium machaerophorum* corado e arqueópilo - Poço GL76 – Am. 01 – Profundidade 0cm - Objetiva de 40x. Fluorescência

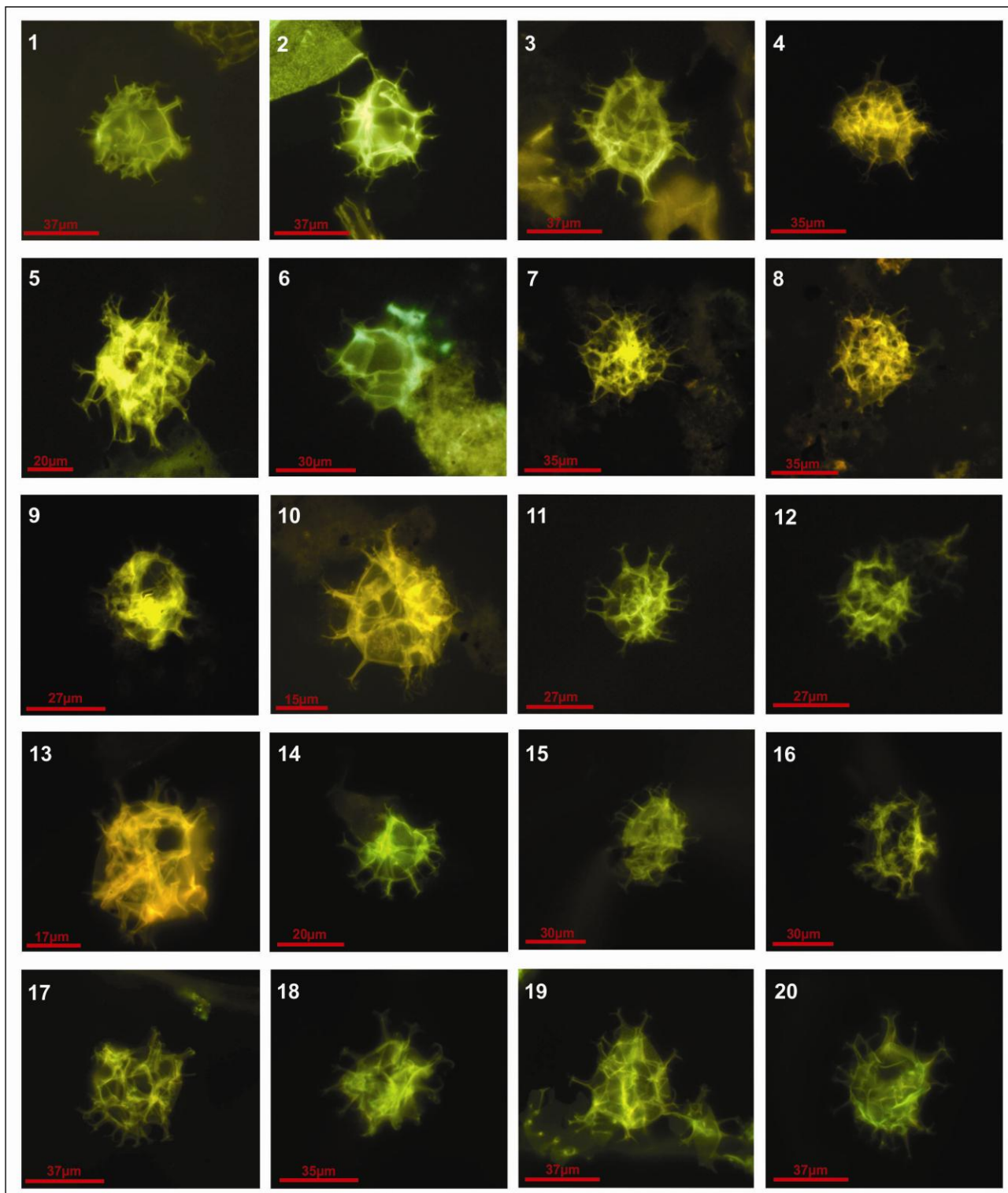
Estampa 13



**LEGENDA DA ESTAMPA 14**

- 1 - *Spiniferites spp.* - Am. 68 – Profundidade 1535cm - Objetiva de 40x . Fluorescência.
- 2 - *Spiniferites spp.* Am. 68 – Profundidade 1535cm - Objetiva de 40x . Fluorescência.
- 3 - *Spiniferites spp.* Am. 68 – Profundidade 1535cm - Objetiva de 40x . Fluorescência.
- 4 - *Spiniferites spp.* - Am. 68 – Profundidade 1535cm - Objetiva de 40x Fluorescência.
- 5 - *Spiniferites spp.* - Am. 68 – Profundidade 1535cm - Objetiva de 40x . Fluorescência.
- 6 - *Spiniferites spp.* - Am. 68 – Profundidade 1535cm - Objetiva de 40x Fluorescência.
- 7 - *Spiniferites spp.* - Am. 68 – Profundidade 1535cm - Objetiva de 40x Fluorescência.
- 8 - *Spiniferites spp.* - Am. 65 – Profundidade 1475cm - Objetiva de 40x Fluorescência.
- 9- *Spiniferites spp.* - Am. 65 – Profundidade 1475cm - Objetiva de 40x . Fluorescência.
- 10 - *Spiniferites spp.* - Am. 65 – Profundidade 1475cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 11 - *Spiniferites spp.* Am. 65 – Profundidade 1475cm - Objetiva de 40x . Fluorescência.
- 12 - *Spiniferites spp.* - Am. 65 – Profundidade 1475cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 13 - *Spiniferites spp.* - Am.65 – Profundidade 1475cm - Objetiva de 100x. Fluorescência.
- 14 - *Spiniferites spp.* – Am 65 – Profundidade 1475cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 15 - *Spiniferites spp.*– Am. 65 – Profundidade 1475cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 16- *Spiniferites spp.*– Am. 65 – Profundidade 1475cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 17 - *Spiniferites spp.* Am. 65 – Profundidade 1475cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 18 - *Spiniferites spp.*– Am. 01 – Profundidade 2cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 19 - *Spiniferites spp.* Am. 01 – Profundidade 2cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 20 - *Spiniferites spp.* - Am. 01 – Profundidade 2cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.

Estampa 14

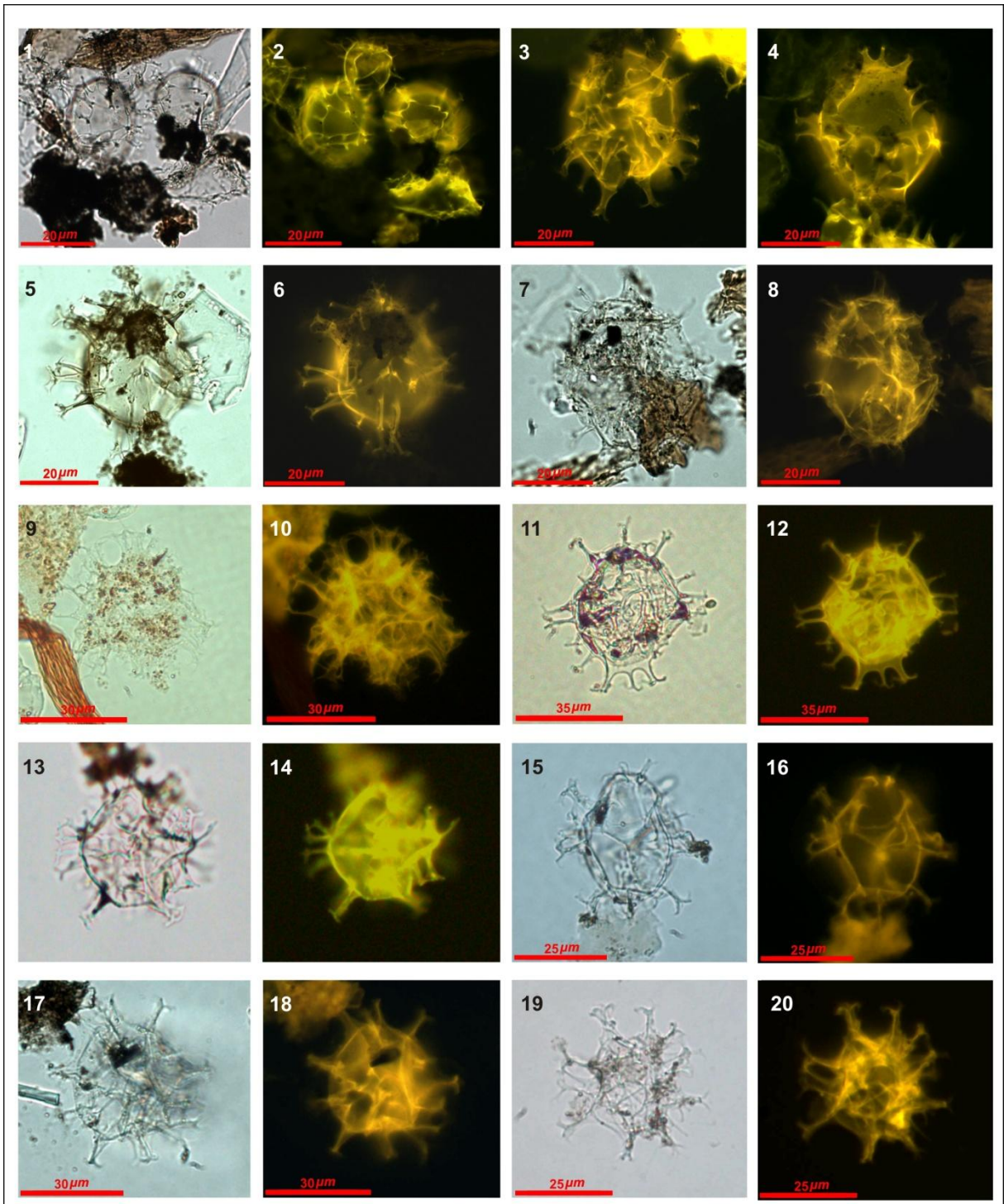




**LEGENDA DA ESTAMPA 15**

- 1 e 2 - *Spiniferites spp.*** - Testemunho GL77 – Am. 60 – Profundidade 1425cm - Objetiva de 20x . 1) luz branca transmitida, 2) Fluorescência.
- 3 - *Spiniferites spp.*** - Testemunho GL77 – Am. 60 – Profundidade 1425cm - Objetiva de 40x . Fluorescência.
- 4 - *Spiniferites spp.***- Testemunho GL77 – Am. 60 – Profundidade1425cm - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 5 e 6 – *Spiniferites spp.*** - Testemunho GL77 – Am. 60 – Profundidade 1425cm - Objetiva de 40x . 5) luz branca transmitida, 6) Fluorescência.
- 7 e 8 – *Spiniferites spp.*** - Testemunho GL77 – Am. 60 – Profundidade 1425cm - Objetiva de 40. 7) luz branca transmitida, 8) Fluorescência.
- 9 e 10 – *Spiniferites spp.*** - Testemunho GL77 – Am. 60 – Profundidade 1425cm - Objetiva de 40x. 9) luz branca transmitida, 10) Fluorescência.
- 11 e 12 – *Spiniferites spp.*** - Testemunho GL77 – Am. 56 – Profundidade 1345cm - Objetiva de 40x. 11) luz branca transmitida, 12) Fluorescência.
- 13 e 14 – *Spiniferites spp.*** - Testemunho GL77 – Am. 56 – Profundidade 1345cm - Objetiva de 20x. 13) luz branca transmitida, 14) Fluorescência.
- 15 e 16 – *Spiniferites spp.*** - Testemunho GL77 – Am. 56 – Profundidade 1345cm - Objetiva de 40x. 15) luz branca transmitida, 16) Fluorescência.
- 17 e 18 – *Spiniferites spp.*** - Testemunho GL77 – Am. 56 – Profundidade 1345cm - Objetiva de 40x. 17) luz branca transmitida, 18) Fluorescência.
- 19 e 20 – *Spiniferites spp.*** - Testemunho GL77 – Am. 56 – Profundidade 1345cm - Objetiva de 40x. 19) luz branca transmitida, 20) Fluorescência.

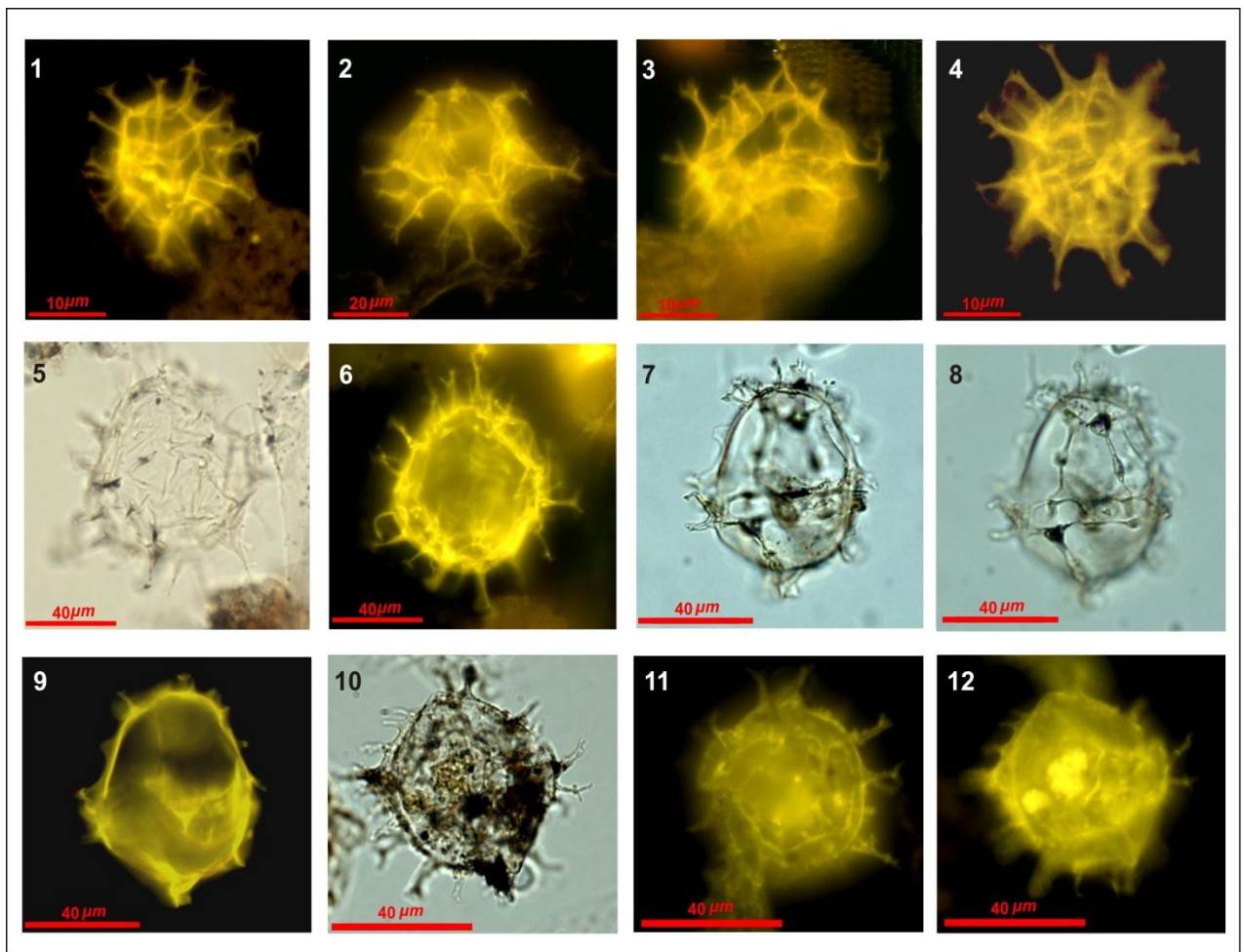
Estampa 15



**LEGENDA DA ESTAMPA 16**

- 1 - *Spiniferites spp.*** - Testemunho GL77 – Am. 54 – Profundidade 1285cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 2 - *Spiniferites spp.*** - Testemunho GL77 – Am. 54 – Profundidade 1285cm - Objetiva de 63x. Fluorescência.
- 3 - *Spiniferites spp.*** - Testemunho GL77 – Am. 54 – Profundidade 1285cm - Objetiva de 63x. Fluorescência.
- 4 - *Spiniferites spp.*** - Testemunho GL77 – Am. 54 – Profundidade 1285cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 5 e 6 - *Spiniferites spp.*** - Testemunho GL77 – Am. 54 – Profundidade 1285cm - Objetiva de 63x. 5) luz branca transmitida, 6) Fluorescência.
- 7, 8 e 9 - *Spiniferites spp.*** - Testemunho GL77 – Am. 54 – Profundidade 1285cm - Objetiva de 40x. 7 e 8) luz branca transmitida, 9) Fluorescência.
- 10, 11 e 12 - *Spiniferites spp.*** - Testemunho GL77 – Am. 54 – Profundidade 1285cm - Objetiva de 40x. 10 e 11) luz branca transmitida, 12) Fluorescência.

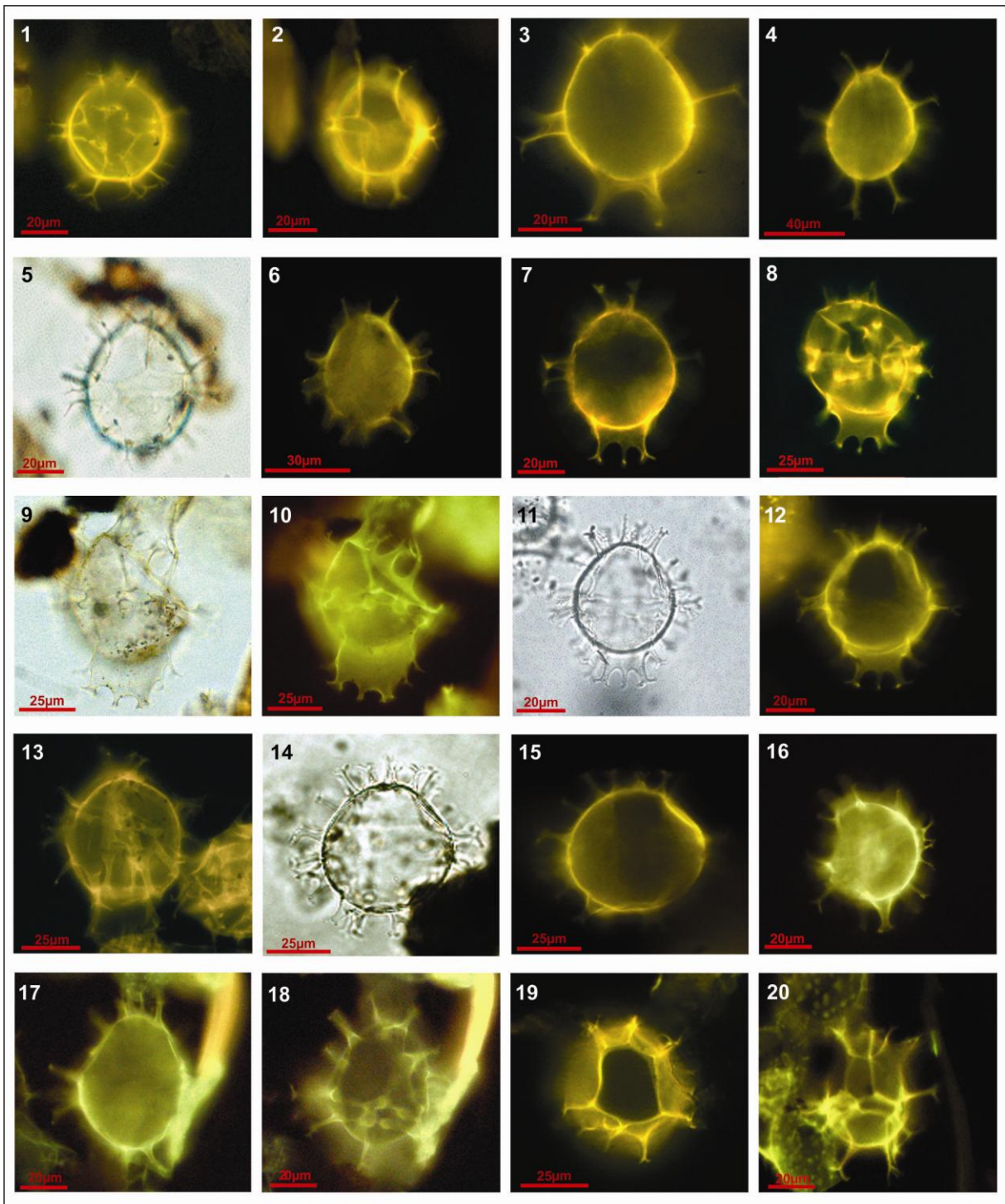
Estampa 16



### LEGENDA DA ESTAMPA 17

- 1 – *Spiniferites bulloideus* com processos curtos - Testemunho GL77 – Am. 66 – Profundidade 1485cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 2 – *Spiniferites bulloideus* com processos curtos, arqueópilo e processos gonais - Testemunho GL77 – Am. 66 – Profundidade 1485cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 3 – *Spiniferites bulloideus* com processos antapicais geminados - Testemunho GL77 – Am. 66 – Profundidade 1485cm - Objetiva de 100x. Fluorescência.
- 4 – *Spiniferites bulloideus* com processos longos - Testemunho GL77 – Am. 66 – Profundidade 1485cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 5 – *Spiniferites bulloideus* mostrando corpo e arqueópilo - Testemunho GL77 – Am. 01 – Profundidade 2cm - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 6 – *Spiniferites bulloideus* mostrando o corpo- Testemunho GL77 – Am. 02 – Profundidade 2cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 7 – *Spiniferites mirabilis* mostrando o corpo - Testemunho GL77 – Am. 22 – Profundidade 310cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 8 – *Spiniferites mirabilis* mostrando o corpo - Poço GL77 – Am. 22 – Profundidade 310cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 9 e 10 – *Spiniferites mirabilis* corpo - Testemunho GL77 – Am. 15 – Profundidade 148cm - Objetiva de 40x. 9) luz branca transmitida, 10) Fluorescência.
- 11 e 12 – *Spiniferites mirabilis* corpo e arqueópilo - Testemunho GL77 – Am. 09 – Profundidade 70cm- Objetiva de 40x. 11) luz branca transmitida, 12) Fluorescência.
- 13 – *Spiniferites membranaceus* corpo - Testemunho GL77 – Am. 23 – Profundidade 340cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 14 e 15 – *Spiniferites hyperacanthus* corpo - Testemunho GL77 – Am. 68 – Profundidade 1535cm - Objetiva de 40x. 14) luz branca transmitida, 15) Fluorescência.
- 16 – *Spiniferites hyperacanthus* corpo - Testemunho GL77 – Am. 63 – Profundidade 1455cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 17 – *Spiniferites hyperacanthus* corpo - Testemunho GL77 – Am. 43 – Profundidade 955cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 18 – *Spiniferites hyperacanthus* arqueópilo - Testemunho GL77 – Am. 43 – Profundidade 955cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 19 – *Spiniferites ramosus* arqueópilo e processos gonais - Testemunho GL77 – Am. 64 – Profundidade 1465cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 20 – *Spiniferites ramosus* corpo e tabulação - Testemunho GL77 – Am. 01 – Profundidade 02cm- Objetiva de 40x. Fluorescência.

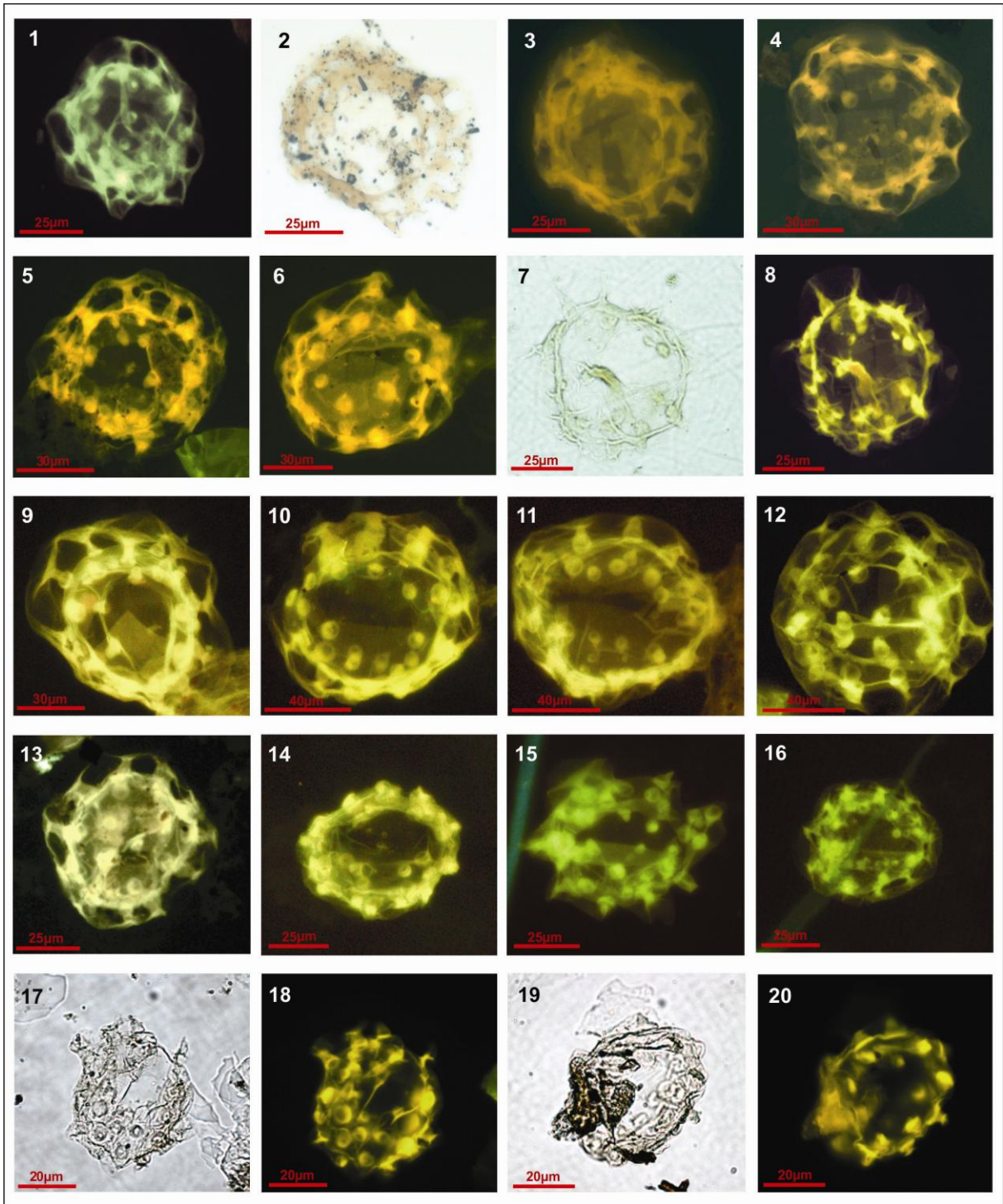
Estampa 17



### LEGENDA DA ESTAMPA 18

- 1** – *Tuberculodinium vancampoe* corado com menbrana - Testemunho GL77 – Am. 68 – Profundidade 1535cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 2 e 3** – *Tuberculodinium vancampoe* corado com menbrana - Testemunho GL77 – Am. 65 – Profundidade 1475cm - Objetiva de 63x. 2) luz branca transmitida, 3) Fluorescência.
- 4** – *Tuberculodinium vancampoe* corado com menbrana - Testemunho GL77 – Am.65 – Profundidade 1475cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 5** – *Tuberculodinium vancampoe* corado com menbrana - Testemunho GL77 – Am. 65 – Profundidade 1475cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 6** – *Tuberculodinium vancampoe* proximocorado - Testemunho GL77 – Am. 65 – Profundidade 1475cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 7 e 8** – *Tuberculodinium vancampoe* proximocorado - Testemunho GL77 – Am. 63 – Profundidade 1455cm - Objetiva de 40x. 7) luz branca transmitida, 8) Fluorescência.
- 9** – *Tuberculodinium vancampoe* corado com menbrana - Testemunho GL77 – Am. 63 – Profundidade 1455cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 10** – *Tuberculodinium vancampoe* proximocorado - Testemunho GL77 – Am. 63 – Profundidade 1455cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 11** – *Tuberculodinium vancampoe* proximocorado - Testemunho GL77 – Am. 63 – Profundidade 1455cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 12** – *Tuberculodinium vancampoe* proximocorado - Testemunho GL77 – Am. 58 – Profundidade 1405cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 13** – *Tuberculodinium vancampoe* proximocorado - Testemunho GL77 – Am. 58 – Profundidade 1405cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 14** – *Tuberculodinium vancampoe* proximocorado - Testemunho GL77 – Am. 58 – Profundidade 1405cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 15** – *Tuberculodinium vancampoe* proximocorado - Testemunho GL77 – Am.58 – Profundidade 1405cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 16** – *Tuberculodinium vancampoe* proximocorado - Testemunho GL77 – Am. 56 – Profundidade 1345cm - Objetiva de 20x. Fluorescência.
- 17 e 18** – *Tuberculodinium vancampoe* proximocorado - Testemunho GL77 – Am. 56 – Profundidade 1345cm - Objetiva de 40x. 17) luz branca transmitida, 18) Fluorescência.
- 19 e 20** – *Tuberculodinium vancampoe* proximocorado - Testemunho GL77 – Am. 51 – Profundidade 1195cm - Objetiva de 40x. 19) luz branca transmitida, 20) Fluorescência.

Estampa 18

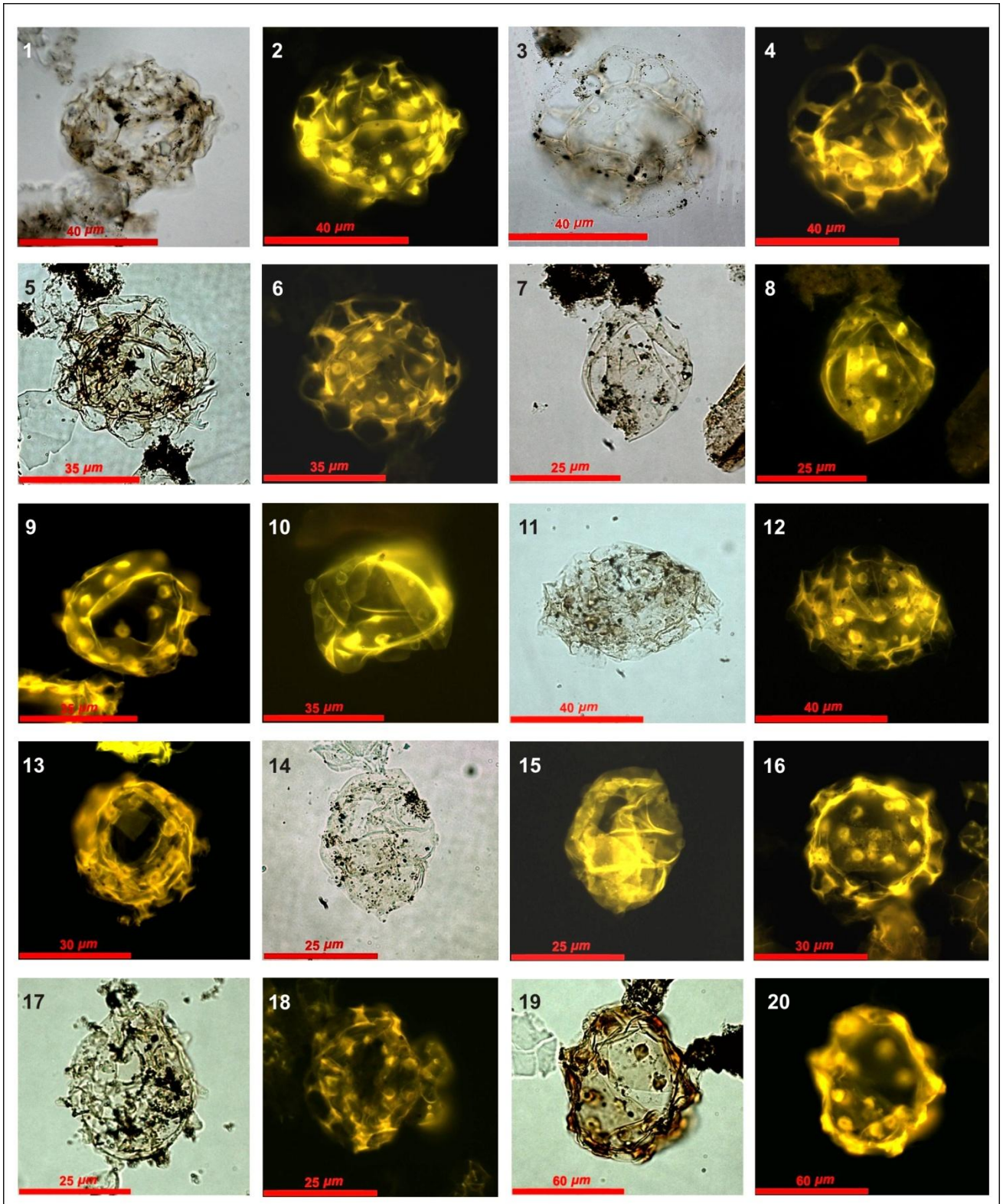




**LEGENDA DA ESTAMPA 19**

- 1 e 2 - *Tuberculodinium vancampoe*** proximocorado - Testemunho GL77 – Am. 51 – Profundidade 1195cm - Objetiva de 40x. 1) luz branca transmitida, 2) Fluorescência.
- 3 e 4 - *Tuberculodinium vancampoe*** corado com membrana - Testemunho GL77 – Am. 51 – Profundidade 1195cm - Objetiva de 100x. 3) luz branca transmitida, 4) Fluorescência.
- 5 e 6 - *Tuberculodinium vancampoe*** corado com membrana - Testemunho GL77 – Am. 44 – Profundidade 985cm - Objetiva de 40x. 5) luz branca transmitida, 6) Fluorescência.
- 7 e 8 - *Tuberculodinium vancampoe*** proximocorado - Testemunho GL77 – Am. 44 – Profundidade 985cm - Objetiva de 40x. 7) luz branca transmitida, 8) Fluorescência.
- 9 - *Tuberculodinium vancampoe*** proximocorado - Testemunho GL77 – Am. 37 – Profundidade 755cm - Objetiva de 40x. 9) Fluorescência.
- 10 - *Tuberculodinium vancampoe*** proximado - Testemunho GL77 – Am.37 – Profundidade 755cm - Objetiva de 40x. 10) Fluorescência.
- 11 e 12 - *Tuberculodinium vancampoe*** proximocorado - Testemunho GL77 – Am. 37 – Profundidade 755cm - Objetiva de 40x. 11) luz branca transmitida, 12) Fluorescência.
- 13 - *Tuberculodinium vancampoe*** proximocorado - Testemunho GL77 – Am. 29 – Profundidade 520cm - Objetiva de 40x (Lâmina palinológica). 13) Fluorescência.
- 14 e 15 - *Tuberculodinium vancampoe*** proximado - Testemunho GL77 – Am. 29 – Profundidade 520cm - Objetiva de 40x. 14) luz branca transmitida, 15) Fluorescência.
- 16 - *Tuberculodinium vancampoe*** proximocorado - Testemunho GL77 – Am. 25 – Profundidade 400cm - Objetiva de 40x. 16) Fluorescência.
- 17 e 18 - *Tuberculodinium vancampoe*** proximocorado - Testemunho GL77 - Am 25 – Profundidade 400cm - Objetiva de 40x. 17) luz branca transmitida, 18) Fluorescência.
- 19 e 20 - *Tuberculodinium vancampoe*** proximocorado - Testemunho GL77 – Am. 25 – Profundidade 400cm - Objetiva de 40x. 19) luz branca transmitida, 20) Fluorescência.

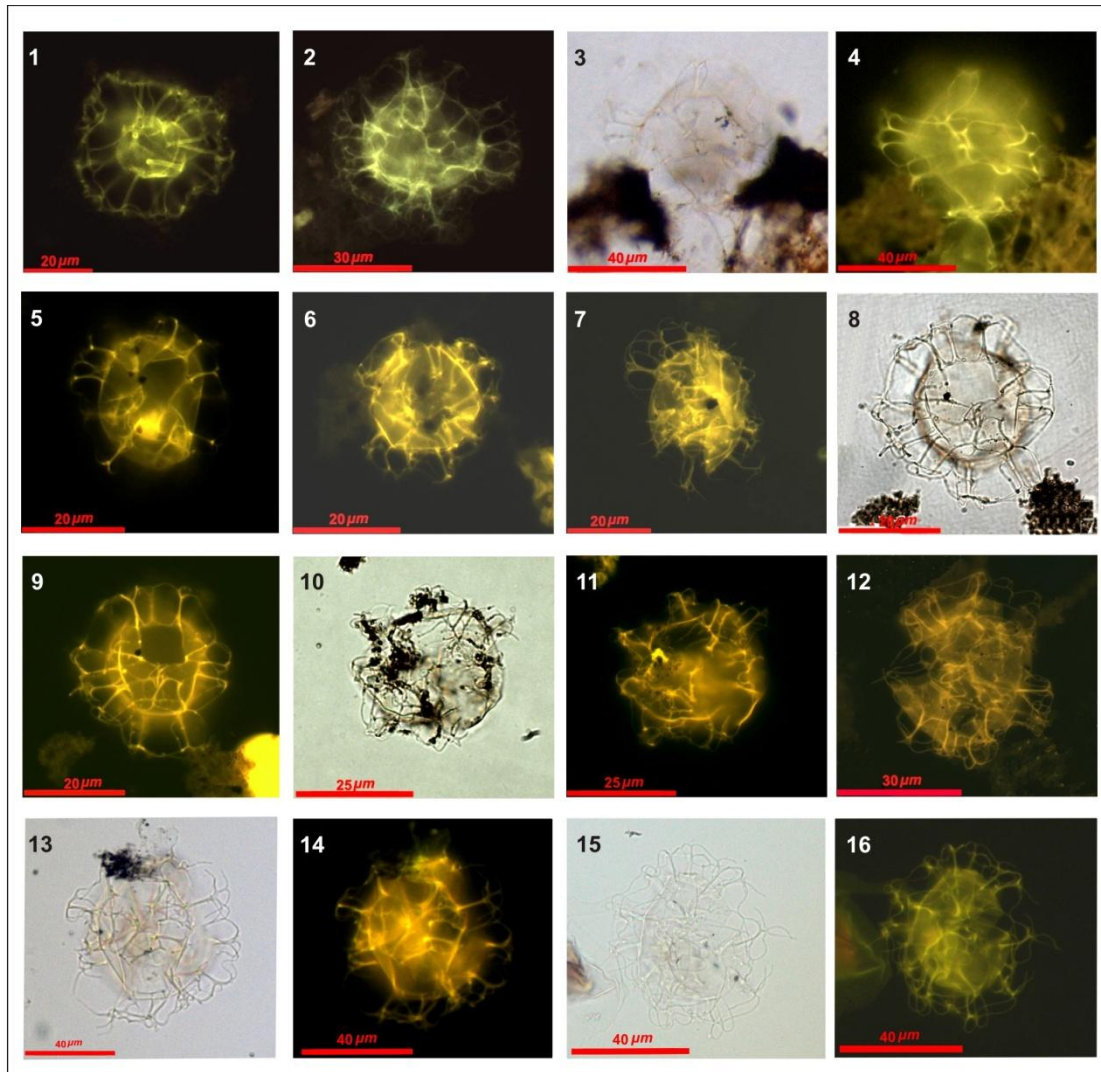
Estampa 19



**LEGENDA DA ESTAMPA 20**

- 1** – *Nematosphaeropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 66 – Profundidade 1485cm - Objetiva de 100x e 40x. 1) Fluorescência.
- 2** – *Nematosphaeropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 66 – Profundidade 1485cm - Objetiva de 100x e 40x. 2) Fluorescência.
- 3 e 4**– *Nematosphaeropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 66 – Profundidade 1485cm - Objetiva de 100x e 40x. 3) luz branca transmitida, 4) Fluorescência.
- 5** – *Nematosphaeropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 63 – Profundidade 1455cm - Objetiva de 100x e 40x. 5) Fluorescência.
- 6** – *Nematosphaeropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 63 – Profundidade 11455cm - Objetiva de 40x. 6) Fluorescência.
- 7** – *Nematosphaeropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 56 – Profundidade 1345cm - Objetiva de 40x. 7) Fluorescência.
- 8 e 9** – *Nematosphaeropsis labyrinthus* arqueópilo - Testemunho GL77 – Am. 55 – Profundidade 1315cm - Objetiva de 100x e 40x. 8) luz branca transmitida, 9) Fluorescência.
- 10 e 11** – *Nematosphaeropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 55 – Profundidade 1315cm - Objetiva de 40x. 10) luz branca transmitida, 11) Fluorescência.
- 12** – *Nematosphaeropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 55 – Profundidade 1315cm - Objetiva de 100x. 12) Fluorescência.
- 13 e 14** – *Nematosphaeropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 55 – Profundidade 1315cm - Objetiva de 40x. 13) luz branca transmitida, 14) Fluorescência.
- 15 e 16**– *Nematosphaeropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 52 – Profundidade 1225cm - Objetiva de 40x. 15) luz branca transmitida, 16) Fluorescência.

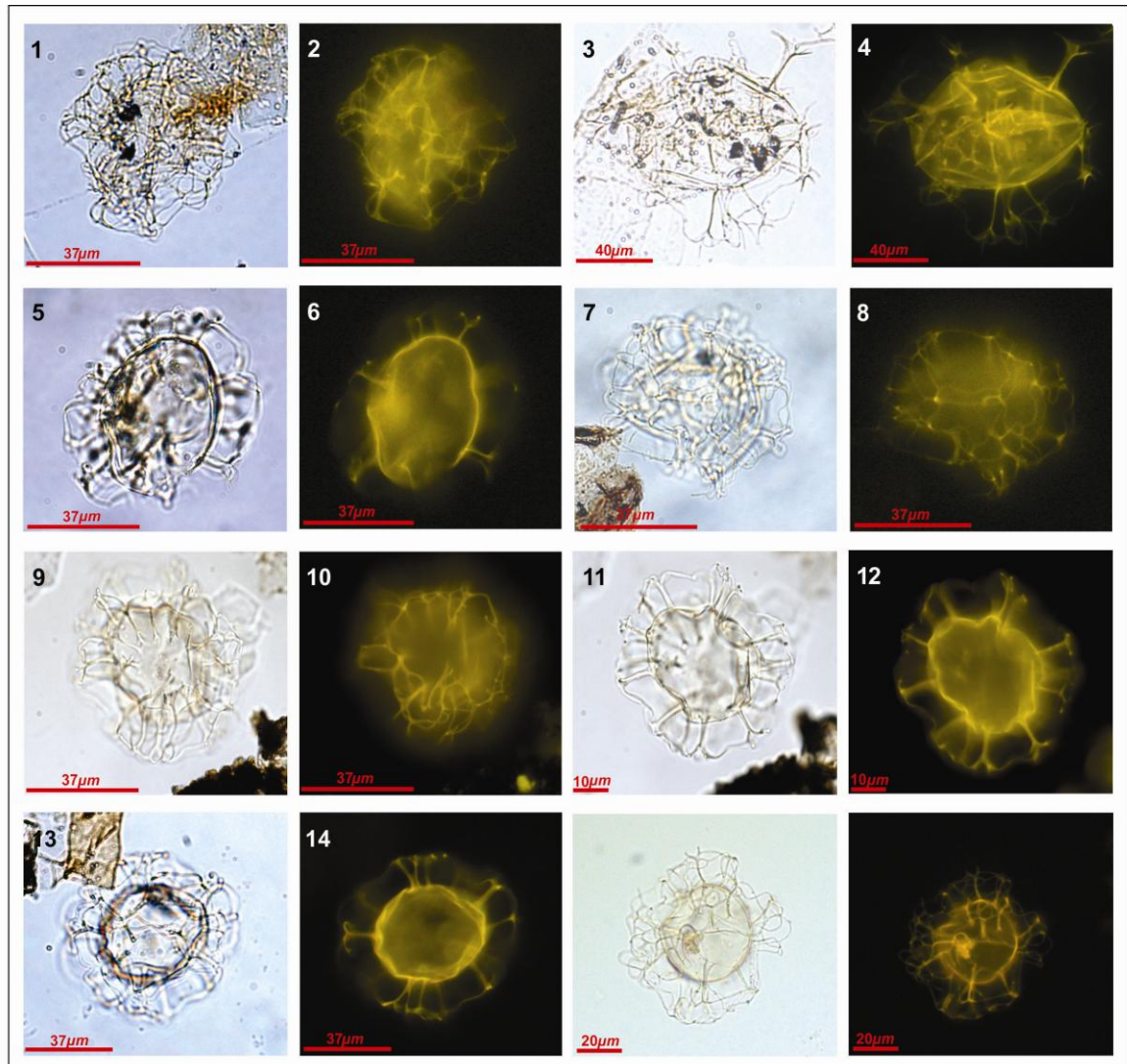
Estampa 20



**LEGENDA DA ESTAMPA 21**

- 1 e 2-** *Nematospheropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 52 – Profundidade 1225cm - Objetiva de 63x. 1) luz branca transmitida, 2) Fluorescência.
- 3 e 4-** *Nematospheropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 52 – Profundidade 1225cm - Objetiva de 63x. 3) luz branca transmitida, 4) Fluorescência.
- 5 e 6-** *Nematospheropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 52 – Profundidade 1225cm - Objetiva de 63x. 5) luz branca transmitida, 6) Fluorescência.
- 7 e 8-** *Nematospheropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 49 – Profundidade 1135cm - Objetiva de 40x. 7) luz branca transmitida, 8) Fluorescência.
- 9 e 10-** *Nematospheropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 49 – Profundidade 1135cm - Objetiva de 63x. 9) luz branca transmitida, 10) Fluorescência..
- 11 e 12-** *Nematospheropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 49 – Profundidade 1135cm - Objetiva de 63x. 11) luz branca transmitida, 12) Fluorescência.
- 13 e 14-** *Nematospheropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 49 – Profundidade 1135cm - Objetiva de 40x. 13) luz branca transmitida, 14) Fluorescência.
- 15 e 16-** *Nematospheropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 49 – Profundidade 1135cm - Objetiva de 40x. 15) luz branca transmitida, 16) Fluorescência

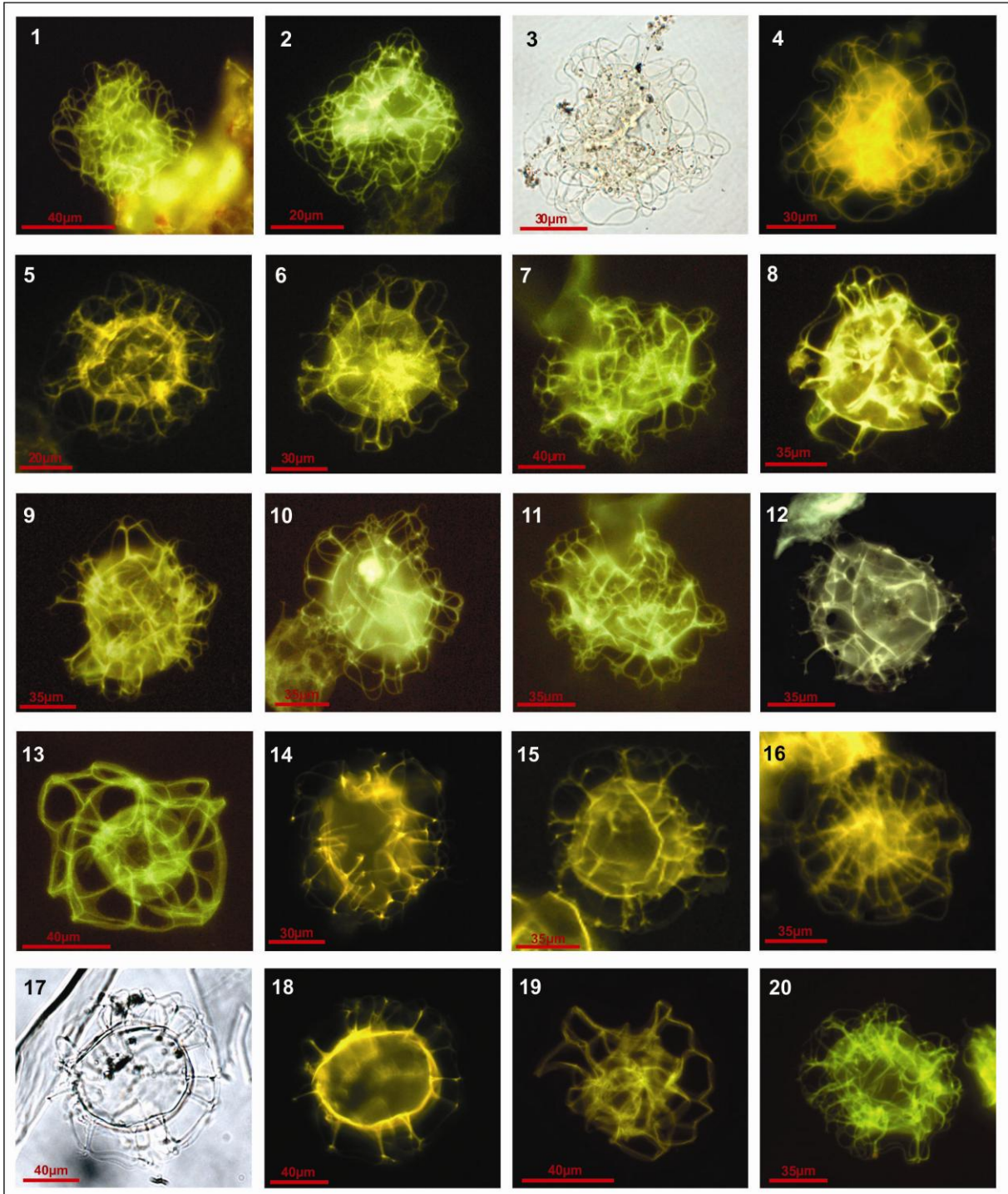
Estampa 21



## LEGENDA DA ESTAMPA 22

- 1** – *Nematosphaeropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 40 – Profundidade 865cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 2** – *Nematosphaeropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 40 – Profundidade 865cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 3 e 4** – *Nematosphaeropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 40 – Profundidade 865cm - Objetiva de 100x. 3) luz branca transmitida, 4) Fluorescência.
- 5** – *Nematosphaeropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 40 – Profundidade 865cm - Objetiva de 100x. Fluorescência.
- 6** – *Nematosphaeropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 40 – Profundidade 865cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 7** – *Nematosphaeropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 40 – Profundidade 865cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 8** – *Nematosphaeropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 40 – Profundidade 865cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 9** – *Nematosphaeropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 40 – Profundidade 865cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 10** – *Nematosphaeropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 40 – Profundidade 865cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 11** – *Nematosphaeropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 32 – Profundidade 610cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 12** – *Nematosphaeropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 32 – Profundidade 610cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 13** – *Nematosphaeropsis aff. N. labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 29 – Profundidade 520cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 14** – *Nematosphaeropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 29 – Profundidade 520cm - Objetiva de 100x. Fluorescência.
- 15** – *Nematosphaeropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am.29 – Profundidade 520cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 16** – *Nematosphaeropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 12 – Profundidade 108cm - Objetiva de 100x. Fluorescência.
- 17 e 18** – *Nematosphaeropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 05 – Profundidade 36cm - Objetiva de 40x. 17) luz branca transmitida, 18) Fluorescência.
- 19** – *Nematosphaeropsis aff. N. labyrinthus.*- Testemunho GL77 – Am. 05 – Profundidade 36cm - Objetiva de 100x. Fluorescência.
- 20** - *Nematosphaeropsis labyrinthus* - Testemunho GL77 – Am. 05 – Profundidade 36cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.

Estampa 22

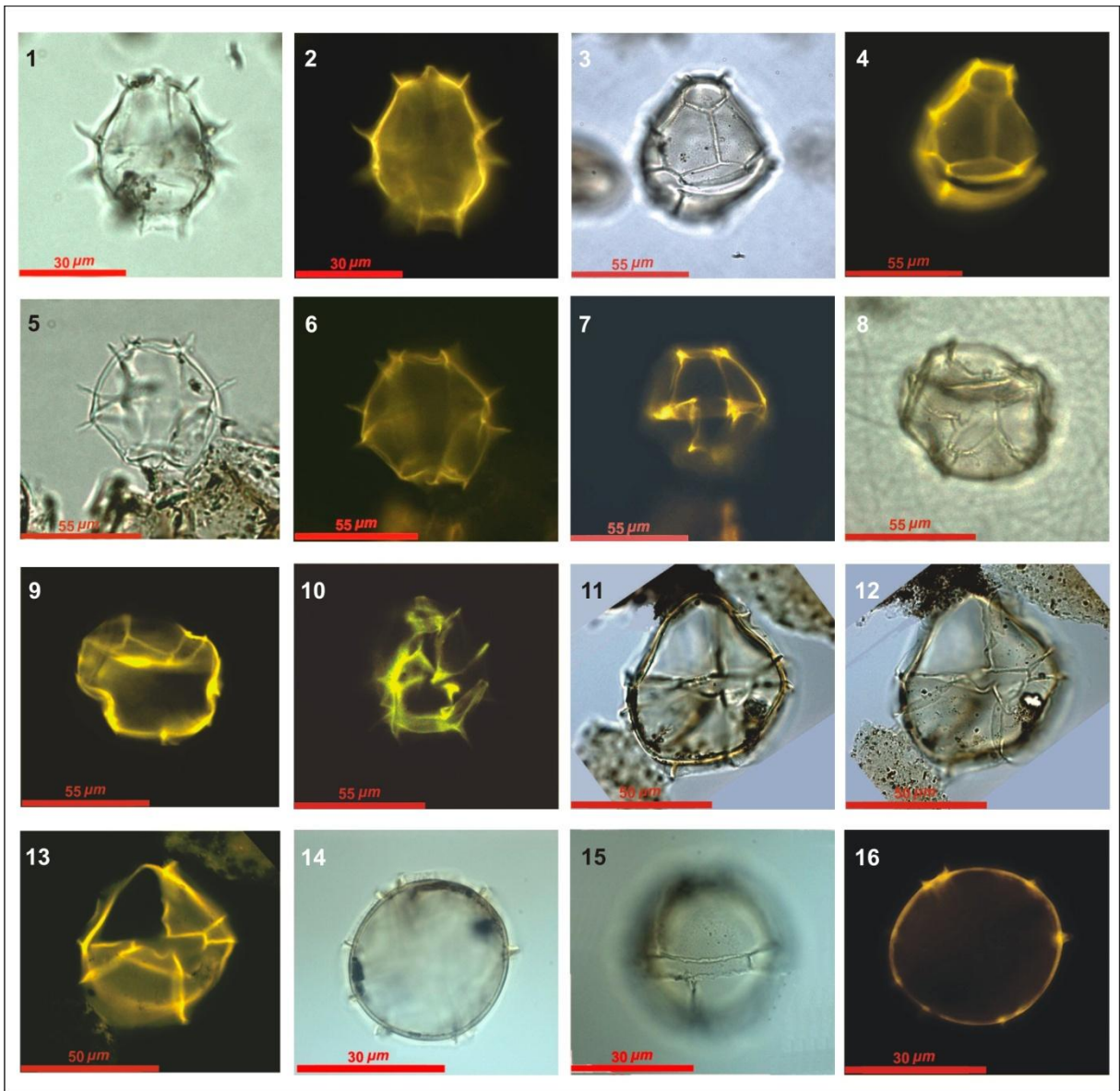




**LEGENDA DA ESTAMPA 23**

- 1 e 2 – *Impagidinium aculeatum*** corpo central - Testemunho GL77 – Am. 64 – Profundidade 1465cm - Objetiva de 40x. 1) luz branca transmitida, 2) Fluorescência.
- 3 e 4 – *Impagidinium aculeatum*** tabulação - Testemunho GL77 – Am. 64 – Profundidade 1465cm - Objetiva de 40x. 3) luz branca transmitida, 4) Fluorescência.
- 5 e 6 – *Impagidinium aculeatum*** corpo central - Testemunho GL77 – Am. 63 – Profundidade 1455cm - Objetiva de 40x. 5) luz branca transmitida, 6) Fluorescência.
- 7 – *Impagidinium aculeatum*** corpo central - Testemunho GL77 – Am. 63 – Profundidade 1455cm - Objetiva de 40x. 7) Fluorescência.
- 8 e 9 – *Impagidinium sp.*** corpo central - Testemunho GL77 – Am. 63 – Profundidade 1455cm - Objetiva de 40x. 8) luz branca transmitida, 9) Fluorescência.
- 10 – *Impagidinium aculeatum*** corpo central - Testemunho GL77 – Am. 63 – Profundidade 1455cm - Objetiva de 40x. 10) Fluorescência.
- 11, 12 e 13 – *Impagidinium patulum*** 11) corpo central e arqueópilo, 12) arqueópilo 13) corpo central e arqueópilo - Testemunho GL77 – Am. 66 – Profundidade 1485cm - Objetiva de 100x. 11) e 12) luz branca transmitida, 13) Fluorescência.
- 14, 15 e 16 – *Impagidinium patulum*** 14) corpo central, 15) tabulação 16) corpo central - Testemunho GL77 – Am. 63 – Profundidade 1455cm - Objetiva de 100x, 100x e 63x. 14) e 15) luz branca transmitida, 16) Fluorescência.

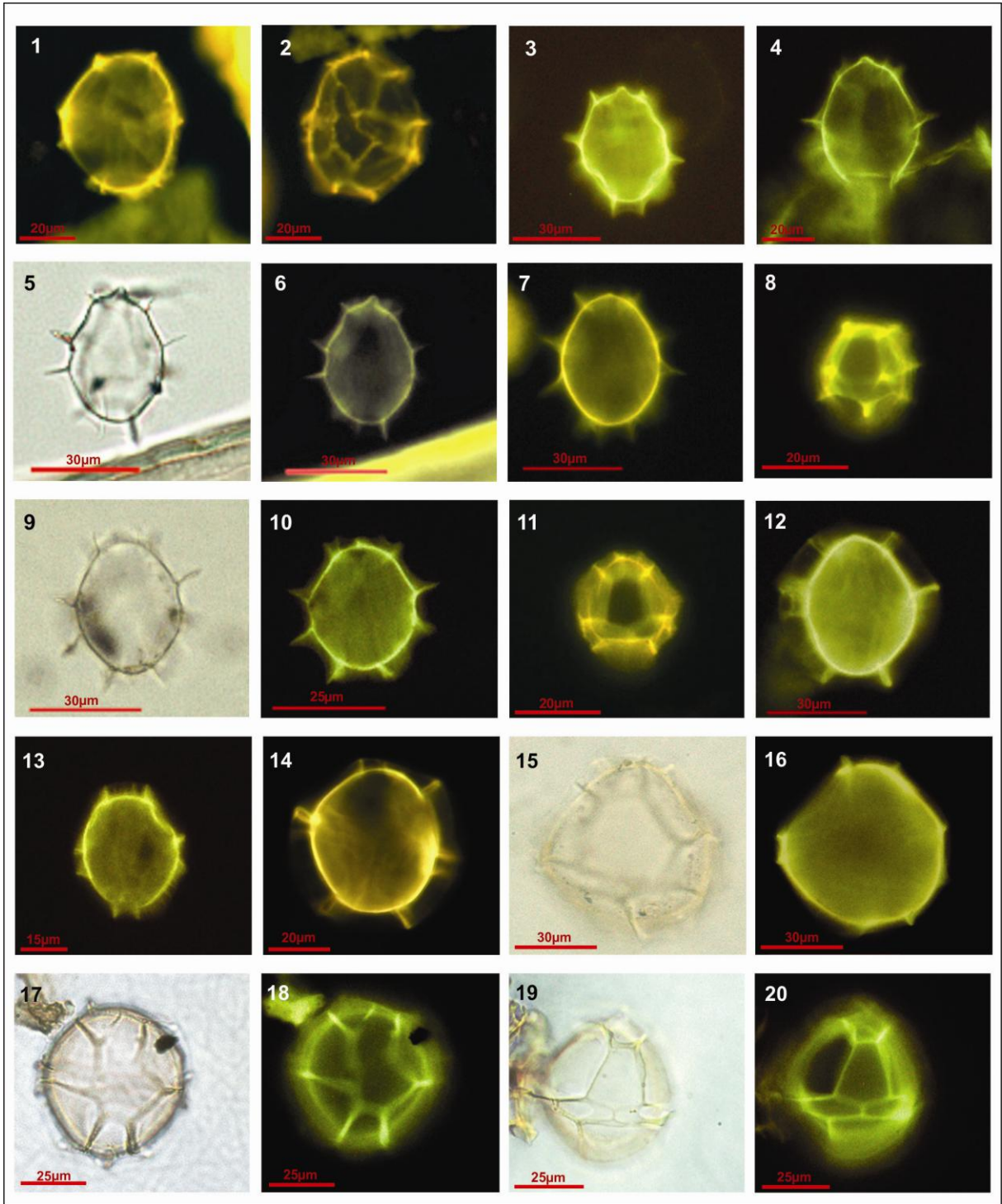
Estampa 23



**LEGENDA DA ESTAMPA 24**

- 1** – *Impagidinium sphaericum* - Testemunho GL77 – Am. 61 – Profundidade 1435cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 2** – *Impagidinium sphaericum* - Testemunho GL77 – Am. 60 – Profundidade 1425cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 3** – *Impagidinium aculeatum* - Testemunho GL77 – Am. 54 – Profundidade 1285cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 4** – *Impagidinium aculeatum* - Testemunho GL77 – Am. 54 – Profundidade 1285cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 5 e 6** – *Impagidinium aculeatum* - Testemunho GL77 – Am. 54 – Profundidade 1285cm - Objetiva de 40x. 6) luz branca transmitida, 7) Fluorescência.
- 7** – *Impagidinium aculeatum* - Testemunho GL77 – Am. 54 – Profundidade 1285cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 8** – *Impagidinium aculeatum* - Testemunho GL77 – Am. 54 – Profundidade 1285cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 9 e 10** – *Impagidinium aculeatum* - Testemunho GL77 – Am. 54 – Profundidade 1285cm - Objetiva de 40x. 9) luz branca transmitida, 10) Fluorescência.
- 11** – *Impagidinium strialatum* - Testemunho GL77 – Am. 68 – Profundidade 1535cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 12** – *Impagidinium strialatum* - Testemunho GL77 – Am. 68 – Profundidade 1535cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 13** – *Impagidinium strialatum* - Testemunho GL77 – Am. 67 – Profundidade 1505cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 14** – *Impagidinium strialatum* - Testemunho GL77 – Am. 63 – Profundidade 1455cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 15 e 16** – *Impagidinium patulum* - Testemunho GL77 – Am. 61 – Profundidade 1435cm - Objetiva de 40x. 15) luz branca transmitida, 16) Fluorescência.
- 17 e 18** – *Impagidinium patulum* - Testemunho GL77 – Am. 59 – Profundidade 1415cm - Objetiva de 40x. 17) luz branca transmitida, 18) Fluorescência.
- 19 e 20** – *Impagidinium patulum* - Testemunho GL77 – Am. 57 – Profundidade 1375cm - Objetiva de 40x. 19) luz branca transmitida, 20) Fluorescência.

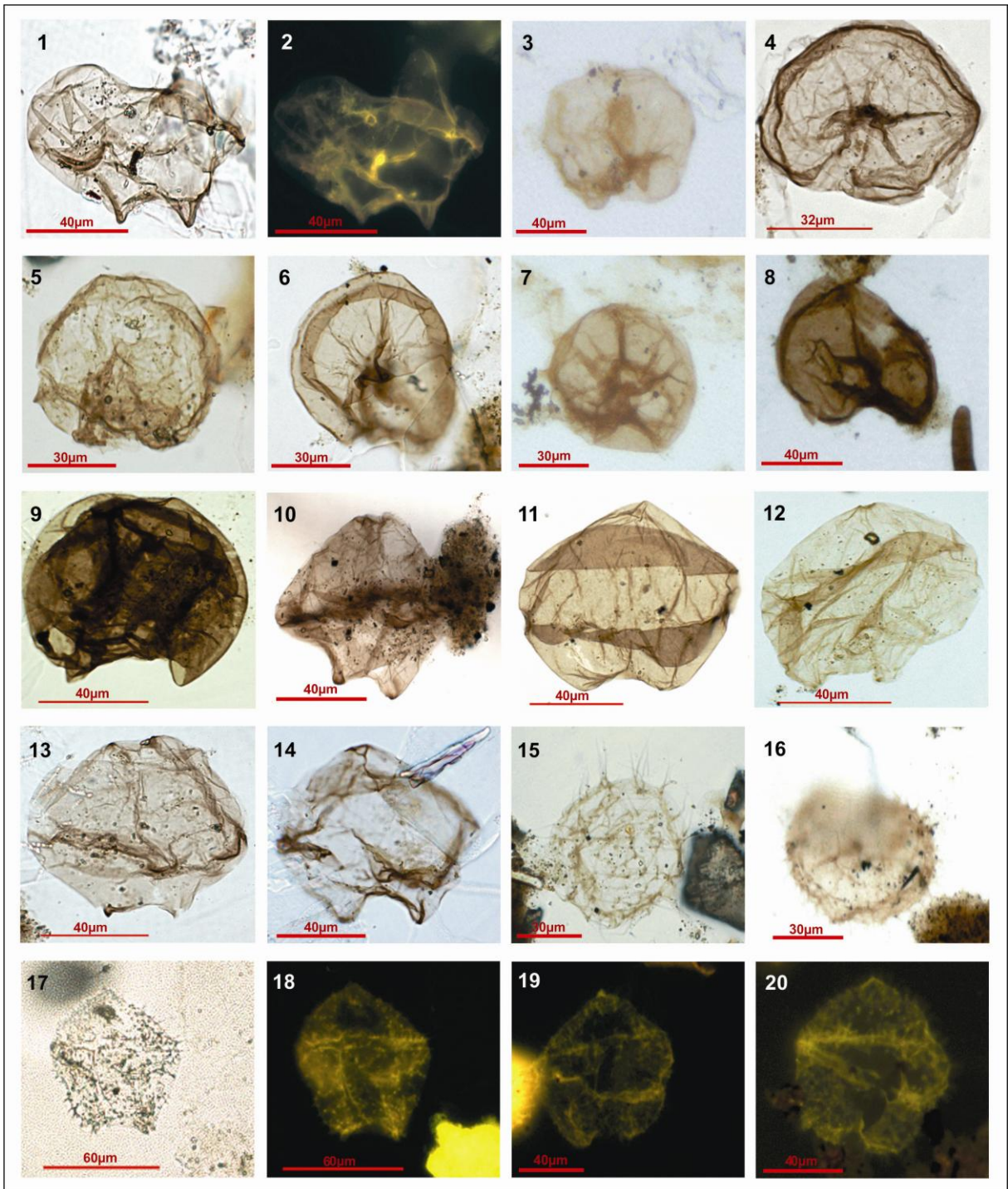
Estampa 24



### LEGENDA DA ESTAMPA 25

- 1 e 2 – Cisto heterotrófico (mixotrófico)** - Testemunho GL77 – Am. 59 – Profundidade...- Objetiva de 100x. 1) luz branca transmitida, 2)Fluorescência,
- 3 – *Votadinium calvum*** - Testemunho GL77 – Am. 58 – Profundidade...- Objetiva de 20x. Luz branca transmitida.
- 4 – *Selenopemphix nephroides*** - Testemunho GL77 – Am. 59 – Profundidade...- Objetiva de 100x. Luz branca transmitida.
- 5 – *Selenopemphix nephroides*** - Testemunho GL77 – Am. 59 – Profundidade 1415cm - Objetiva de 100x. Luz branca transmitida.
- 6 – *Selenopemphix nephroides*** - Testemunho GL77 – Am. 59 – Profundidade 1415cm - Objetiva de 100x. Luz branca transmitida.
- 7 – *Selenopemphix nephroides*** - Testemunho GL77 – Am. 58 – Profundidade 1405cm - Objetiva de 20x. Luz branca transmitida.
- 8 – *Selenopemphix nephroides*** - Testemunho GL77 – Am. 58 – Profundidade 1405cm - Objetiva de 20x. Luz branca transmitida.
- 9 – Cisto heterotrófico** - Testemunho GL77 – Am. 58 – Profundidade 1405cm - Objetiva de 100x. Luz branca transmitida.
- 10 – *Lejeunecysta sp.*** - Poço GL77 – Am. 58 – Profundidade 1405cm - Objetiva de 100x. Luz branca transmitida.
- 11 – *Lejeunecysta sp.*** - Testemunho GL77 – Am. 58 – Profundidade 1405cm - Objetiva de 100x. Luz branca transmitida.
- 12 – *Lejeunecysta sp.*** - Testemunho GL77 – Am. 58 – Profundidade 1405cm - Objetiva de 100x. Luz branca transmitida.
- 13 – *Lejeunecysta sp.*** - Testemunho GL77 – Am. 58 – Profundidade1405cm - Objetiva de 100x. Luz branca transmitida.
- 14 – *Lejeunecysta sp.*** - Testemunho GL77 – Am. 58 – Profundidade 1405cm - Objetiva de 100x. Luz branca transmitida.
- 15 – *Selenopemphix cf quanta*** - Testemunho GL77 – Am. 59 – Profundidade1415cm - Objetiva de 100x. Luz branca transmitida.
- 16 – *Selenopemphix quanta*** - Testemunho GL77 – Am. 56 – Profundidade1345cm - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 17 e 18 – *Trinovantedinium applanatum*** - Testemunho GL77 – Am. 23 – Profundidade 340cm - Objetiva de 40x. 17) luz branca transmitida, 18)Fluorescência.
- 19 – *Trinovantedinium applanatum*** - Testemunho GL77 – Am. 23 – Profundidade 340cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.
- 20 – *Trinovantedinium applanatum*** - Testemunho GL77 – Am. 22 – Profundidade 310cm - Objetiva de 40x. Fluorescência.

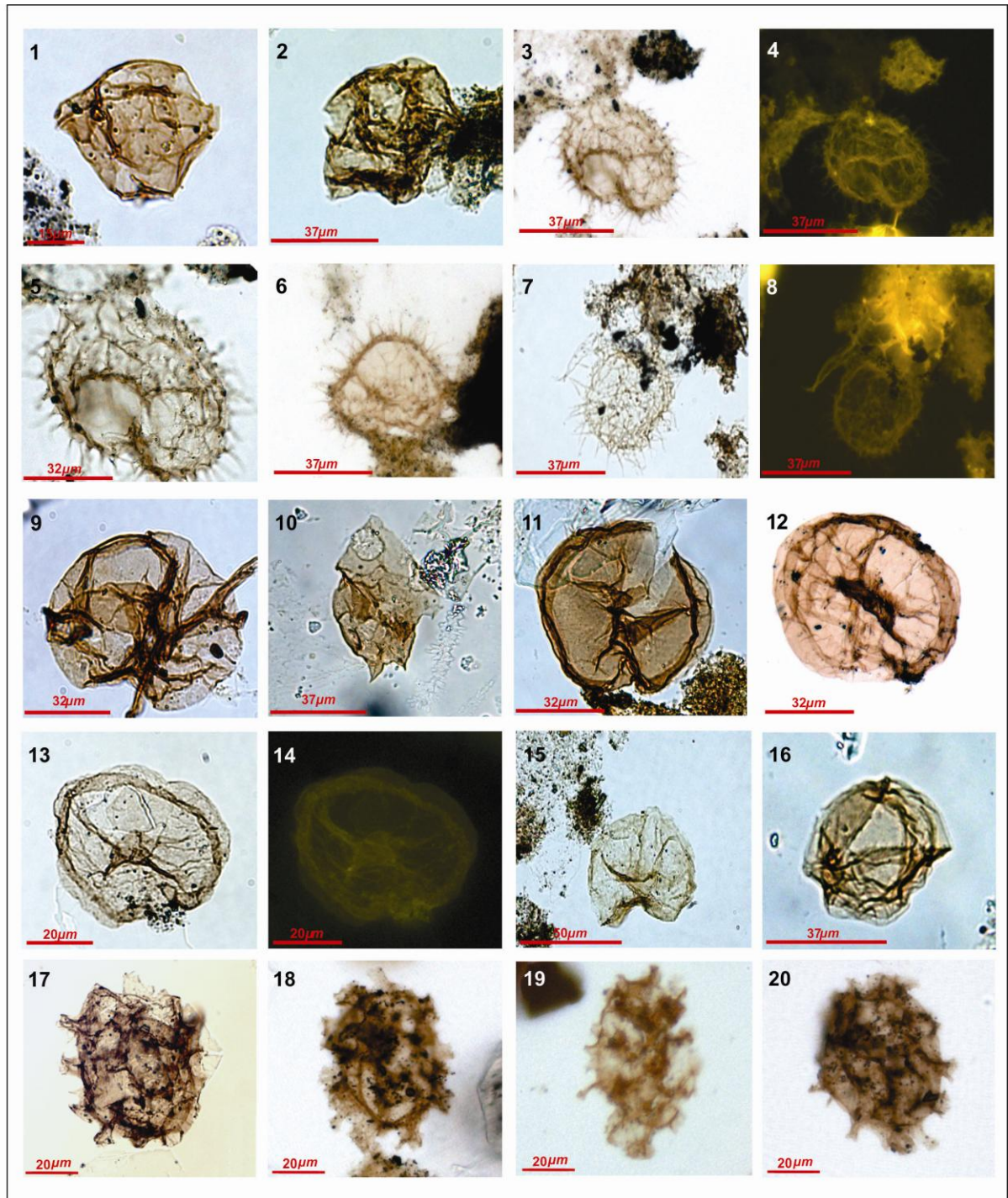
Estampa 25



### LEGENDA DA ESTAMPA 26

- 1 – Cisto Heterotrófico** - Testemunho GL77 – Am. 72 – Profundidade 1970cm - Objetiva de 63x. Luz branca transmitida.
- 2- Cisto Heterotrófico** - Testemunho GL77 – Am. 72 – Profundidade 1970cm - Objetiva de 63x. Luz branca transmitida.
- 3 e 4- *Selenopemphix quanta*** “com fluorescência” - Testemunho GL77 – Am. 72 – Profundidade 1970cm - Objetiva de 40x. 3) Luz branca transmitida, 4) Fluorescência.
- 5- *Selenopemphix quanta*** - Testemunho GL77 – Am. 72 – Profundidade 1970cm - Objetiva de 100x. Luz branca transmitida.
- 6- *Selenopemphix quanta*** - Testemunho GL77 – Am. 72 – Profundidade 1970cm - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 7 e 8- *Selenopemphix quanta*** “com fluorescência” Testemunho GL77 – Am. 72 – Profundidade 1970cm - Objetiva de 40x. 7) Luz branca transmitida, 8) Fluorescência.
- 9- Cisto Heterotrófico** - Testemunho GL77 – Am. 72 – Profundidade 1970cm - Objetiva de 63x. Luz branca transmitida.
- 10- Cisto Heterotrófico** - Testemunho GL77 – Am. 70 – Profundidade 1900cm - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 11- *Selenopemphix nephroides*** - Testemunho GL77 – Am. 70 – Profundidade 1900cm - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 12- *Selenopemphix nephroides*** - Testemunho GL77 – Am. 70 – Profundidade 1900cm - Objetiva de 63x. Luz branca transmitida
- 13 e 14- Cisto Heterotrófico** - Testemunho GL77 – Am. 70 – Profundidade 1900cm - Objetiva de 63x. 15) Luz branca transmitida, 16) Fluorescência.
- 15- e 16 – *Selenopemphix nephroides*** “com fluorescência” - Testemunho GL77 – Am. 70 – Profundidade 1900cm - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 17 – *Xandarodinium xanthum*** – Testemunho GL77 – Am. 56 – Profundidade 1345cm – Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 18 – 19 e 20 - *Xandarodinium xanthum*** – Testemunho GL77 – Am. 52 – Profundidade 1225cm – Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.

Estampa 26





**LEGENDA DA ESTAMPA 27**

**1 e 2 - *Selenopemphix nephroides*** - Testemunho GL77 – Am. 58 – Profundidade 1405cm - Objetiva de 20x. 1) Luz branca transmitida, 2) Fluorescência.

**3 e 4 – *Selenopemphix nephroides*** - Testemunho GL77 – Am. 70 – Profundidade 1900cm - Objetiva de 40x. 3) Luz branca transmitida, 4) Fluorescência.

**5 e 6 – Cisto heterotrófico** - Testemunho GL77 – Am. 70 – Profundidade 1900cm - Objetiva de 40x. 5) Luz branca transmitida, 6) Fluorescência.

**7 e 8 – *Selenopemphix quanta*** - Testemunho GL77 – Am. 72 – Profundidade 1970cm - Objetiva de 20x. 7) Luz branca transmitida, 8) Fluorescência.

**9 e 10 – *Selenopemphix quanta*** - Testemunho GL77 – Am. 72 – Profundidade 1970cm - Objetiva de 40x. 9) Luz branca transmitida, 10) Fluorescência.

**11 e 12 – *Xandarodinium xanthum*** - Testemunho GL77 – Am. 56 – Profundidade 1345cm - Objetiva de 20x. 11) Luz branca transmitida, 12) Fluorescência.

Estampa 27.

