

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

**INTEGRAÇÃO DOS ESTUDOS DE PALINOFÁCIES E
PALINOLOGIA COM ÊNFASE EM DINOCISTOS (CISTOS DE
DINOFLAGELADOS) EM DOIS TESTEMUNHOS DO
QUATERNÁRIO DA REGIÃO DE CABO FRIO – RJ/BRASIL**

Jaqueline Torres de Souza

Rio de Janeiro

Fevereiro de 2012



**INTEGRAÇÃO DOS ESTUDOS DE PALINOFÁCIES E
PALINOLOGIA COM ÊNFASE EM DINOCISTOS (CISTOS DE
DINOFLAGELADOS) EM DOIS TESTEMUNHOS DO
QUATERNÁRIO DA REGIÃO DE CABO FRIO – RJ/BRASIL**

Jaqueline Torres de Souza

Dissertação de Mestrado 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 Mestre em Ciências (Geologia).

Orientador: Prof.Dr. João Graciano Mendonça Filho

Rio de Janeiro
Fevereiro de 2012

Sousa, J.T.

Integração dos estudos de palinofácies e palinologia com ênfase em dinocistos (cistos de dinoflagelados) em dois Testemunhos do Quaternário da região de Cabo Frio – RJ/BRASIL / Jaqueline Torres de Sousa. - Rio de Janeiro: UFRJ / IGEO, 2012.

xix, 199p.

Orientador:

Prof.Dr. João Graciano Mendonça Filho

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, IGEO, Programa de Pós-Graduação em Geologia, 2012.

1. Palinofácies 2. Dinocistos 3. Ressurgência 4. Cabo Frio.

INTEGRAÇÃO DOS ESTUDOS DE PALINOFÁCIES E PALINOLOGIA COM ÊNFASE EM
DINOCISTOS (CISTOS DE DINOFLAGELADOS) EM DOIS TESTEMUNHOS DO
QUATERNÁRIO DA REGIÃO DE CABO FRIO – RJ/BRASIL

Jaqueline Torres de Souza

Orientador: Prof.Dr. João Graciano Mendonça Filho

Dissertação de Mestrado 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 Mestre em Ciências (Geologia).

Aprovada por:

Presidente: Prof. Dr. Marcelo de Araújo Carvalho (PPGGL/UFRJ)

Prof.^ª. Dr.^ª. Deolinda Flores (FC/Universidade do Porto/ Portugal)

Prof. Dr. Ramsés Capilla (CENPES/PETROBRAS)

Rio de Janeiro
Fevereiro de 2012

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus pela sua graça que me deu força para perseverar em meio a muitos obstáculos que surgiram durante a elaboração deste trabalho. A Ele toda honra e toda glória.

Ao Projeto “Produtividade na ressurgência costeira de Cabo Frio e seu potencial de acúmulo de matéria orgânica: Interação Biosfera – Geosfera” (UFRJ/PETROBRAS n° 12424).

Ao Projeto “Produtividade na ressurgência costeira de Cabo Frio e seu potencial de acúmulo de matéria orgânica: Interação hidrosfera– biosfera - Parte II, Coordenado pela Prof^a. Dr^a. Ana Luiza Albuquerque, do Departamento de Geoquímica da UFF, por ter cedido as amostras e dados essenciais para elaboração deste trabalho.

Ao meu orientador Prof. Dr. João Graciano Mendonça Filho pela oportunidade, paciência, por ter acreditado na minha capacidade e por todos esses anos de orientação.

Ao meu grande amigo e orientador, Dr. Antonio Donizeti de Oliveira por ter disponibilizado todo o seu tempo para se dedicar ao meu aprendizado, por não ter desistido de mim, até mesmo nos momentos mais difíceis. Muito obrigada pelo companheirismo.

A Dr^a. Joalice de Oliveira Mendonça e Dr^a. Taís Freitas da Silva pela amizade, carinho e assistência concedida durante a realização deste trabalho.

Ao meu amigo Thiago dos Santos Barbosa pelo auxílio na preparação das amostras e companheirismo durante todos esses anos.

As minhas amigas Renata Brenand Alvarenga das Chagas, Gisele Giseé Furukawa (Patinha) e Jéssica Brito Gonçalves por terem ficado ao meu lado me apoiando nos momentos de desespero, pela paciência e pelo auxílio na preparação das amostras.

Aos pesquisadores Dr^a. Noelia Franco, Msc. Marcio Kern, Dr. Frederico Sobrinho da Silva e Dr^a. Sinda Beatriz Vianna Carvalhal Gomes pela ajuda indispensável para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos do LAFO, Danielle Boareto Medeiros, Alexandre Sant’Anna, Luciana de Oliveira, Lydia Maria do Nascimento, Fabiane Feder, Frederico Alves, Luiz Guilherme Costa,

Milton Cézár, Vanessa Laut e a todos que direta ou indiretamente ajudaram na elaboração deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Marcelo de Araújo Carvalho e Prof. Dr. Lazaro Luiz Mattos Laut pela ajuda concedida na parte estatística deste trabalho.

As secretárias do LAFO Cristiane Almeida e Anna Luiza Albuquerque pela amizade e ajuda concedida a todo o momento.

A secretária do Programa de Pós Graduação em Geologia Christina Barreto Pinto pela assistência e carinho no decorrer deste trabalho.

A Dr^a. Mirian Crapez por ter disponibilizado tempo para tirar as dúvidas referentes ao trabalho.

A minha “Grande Família”, em especial aos meus pais Joelma Torres, Adson Pereira de Souza e a minha tia Sintia Pereira de Souza pelo apoio e dedicação à minha formação.

Ao meu amado Vitor de São João Davico Polessa pelo companheirismo, ajuda e compreensão durante esses anos.

RESUMO

INTEGRAÇÃO DOS ESTUDOS DE PALINOFÁCIES E PALINOLOGIA COM ÊNFASE EM DINOCISTOS (CISTOS DE DINOFLAGELADOS) EM DOIS TESTEMUNHOS DO QUATERNÁRIO DA REGIÃO DE CABO FRIO – RJ/BRASIL

Jaqueline Torres de Souza

Orientador: Prof.Dr. João Graciano Mendonça Filho

Resumo da Dissertação de Mestrado 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 Mestre em Ciências (Geologia).

A área de estudo localiza-se na plataforma continental do sudeste do Brasil, na região de Cabo Frio, Rio de Janeiro, que é bastante conhecida pelo fenômeno da ressurgência. Os sedimentos marinhos nas zonas de ressurgência costeira fornecem dados para estudo da variação temporal, da produtividade primária marinha e dos processos paleoceanográficos, que podem ser interpretados como resultantes da interação oceano-atmosfera, permitindo um melhor entendimento sobre mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a acumulação/preservação da matéria orgânica. O objetivo deste trabalho é integrar os estudos de palinofácies à palinologia com ênfase nos cistos de dinoflagelados, identificar as espécies e associações de dinocistos que definam áreas de paleoressurgência em Cabo Frio e, conseqüentemente, caracterizar o ambiente deposicional. Para este estudo foram realizadas as análises de Carbono Orgânico Total (%COT) e Enxofre Total (%ST), Palinofácies e estudos com cistos de dinoflagelados (dinocistos) de parede orgânica em 37 amostras do Testemunho CF-10-01 (plataforma externa) e 44 do Testemunho CF-10-15 (plataforma interna), totalizando 81 amostras do período Quaternário. Os resultados alcançados forneceram informações relevantes sobre o aporte terrígeno oriundo da influência dos rios próximos à região e sobre as condições paleoambientais. Nesta região se desenvolvem espécies e assembleias de dinoflagelados - produtores de cistos - que se adaptam a condições de baixa luminosidade, alta concentração de nutriente e baixa temperatura da água, como resultados deste fenômeno. Para contribuir com a interpretação dos dados obtidos através das análises, foi realizado o tratamento estatístico dos componentes organopalinológicos, palinológicos e das espécies mais representativas de dinocistos. O Testemunho CF-10-01 apresentou características de um ambiente deposicional sob maior influência continental, de alta energia e de maior concentração de oxigênio na base desse testemunho, enquanto que em direção ao topo, tais características apresentam condições de aumento gradativo do nível relativo do mar com uma influência fluvial menos intensa, observada através da mudança na assembleia de dinocistos e do sedimento. O Testemunho CF-10-15 apresentou características de uma influência fluvial mais intensa que o testemunho anterior e assembleia de dinocistos diferente ao testemunho mais distal. Os testemunhos apresentaram assembleias características de áreas de ressurgência, porém em baixa percentagem devido à alta concentração de oxigênio disponível na água. De um modo geral, os dinocistos forneceram informações valiosas que auxiliaram nas interpretações do ambiente deposicional dos dois testemunhos estudados (CF-10-01 e CF-10-15).

Palavras-chave: Dinocistos; Ressurgência; Palinofácies; Quaternário; Cabo Frio.

ABSTRACT

INTEGRATION OF PALYNOFACIES AND PALYNOLOGY STUDIES WITH EMPHASIS ON DINOCYSTS (DINOFLAGELLATE CYSTS) IN TWO QUATERNARY CORES AT CABO FRIO – RJ/ BRAZIL

Jaqueline Torres de Souza

Orientador: Prof.Dr. João Graciano Mendonça Filho

Abstract da Dissertação de Mestrado 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 Mestre em Ciências (Geologia).

The studied area is located on the continental shelf in the southeast of Brazil, in the region of Cabo Frio, Rio de Janeiro, which is very well known due to the upwelling phenomenon at that area. The marine sediments in upwelling zones near the coast provide information to study the temporal variation in marine primary productivity and palaeoceanography processes, which can be interpreted as a result of ocean-atmosphere interaction, allowing a better understanding of global climate change and its effects on the accumulation/preservation of the organic matter. In this work, the objective is to integrate studies of the palynofacies to palynology with emphasis on dinoflagellate cysts, identify species and associations that define upwelling areas in Cabo Frio, and consequently, characterize the depositional environment. For this studies, a few analysis were made, such as Total Organic Carbon (% TOC) and Total Sulfur (TS%), palynofacies, Palynology and studies of organic-walled dinoflagellate cysts (dinocysts) in 37 samples of experiment CF-10-01 (outer shelf) and 44 of experiment CF-10-15 (inner shelf), totaling 81 samples of Quaternary. The results provided relevant information about the terrigenous contribution that comes from revers's influence and paleoenvironmental conditions in the area. This region grows species and dinoflagellates clusters – cysts producers – that suffer an adaptation related to environments that show a low light intensity, nutrient concentration and surface water temperature as a result of this phenomenon. To contribute to the interpretation of all information obtained through those samples, we performed a statistical analysis of the organic-palynological, palynological and most representative species of dinocysts. The experiment CF-10-01 showed depositional environment characteristics under a bigger influence of the rivers, high levels of energy and oxygen concentration on the basis of this experiment, while towards the top, these characteristics change according to the conditions of a gradual increasing in the relative sea level with little influence rivers, observed by change in the dinoflagellate clusters and sediment. The experiment CF-10-15 showed a more intense river influence than the previous experiment and different dinocysts clusters when compared to the most distant experiment. The experiments present typical clusters from upwelling areas but in low percentage because a high concentration of oxygen available in water. The study of dinocysts provided valuable information that helped with the interpretations of the depositional environment of the two experiments studied (CF-10-01 and CF-10-15).

Keywords: Dinocysts: Upwelling; Palynofacies; Quaternary; Cabo Frio.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
SUMÁRIO	viii
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS.....	xvi
LISTA DE QUADROS.....	xviii
LISTA DE ABREVIATURAS	xix
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS.....	4
2.1 Objetivo geral.....	4
2.2 Objetivos específicos	4
3 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	5
3.1 Localização	5
3.2 Contexto Geomorfológico.....	6
4 RESSURGÊNCIA.....	7
4.1 Principais ocorrências de ressurgência em áreas costeiras	7
4.2 Ressurgência na região de cabo frio	9
4.3 Produtividade primária	13
5 DINOFLAGELADOS	15
5.1 Ciclo de vida dos dinoflagelados	15
5.2 Mecanismos tróficos dos dinoflagelados	16
5.2.1 Dinoflagelados Autotróficos	16
5.2.2 Dinoflagelados Heterotróficos	17
5.2.3 Dinoflagelados Mixotróficos.....	18
5.3 Morfologia dos dinoflagelados.....	19
5.4 DINOCISTOS.....	20
5.4.1 Morfologia dos dinocistos	21
5.5 PALEOECOLOGIA.....	24

5.5.1	PALEOECOLOGIA DOS DINOCISTOS	25
5.5.1.1	Cistos de Dinoflagelados Autotróficos	26
5.5.1.2	Cistos de Dinoflagelados Heterotróficos	30
6	conceito de PALINOFÁCIES	32
6.1	GRUPOS DA MATÉRIA ORGÂNICA	32
6.1.1	Grupo Fitoclasto	32
6.1.2	Grupo Matéria Orgânica Amorfa (MOA).....	33
6.1.3	Grupo Palinomorfo	34
7	MATERIAL e MÉTODOS	37
7.1	Material e Métodos	37
7.2	Parte Experimental.....	38
7.2.1	Processamento para análise de Carbono Orgânico Total (COT) e Enxofre (S).....	38
7.2.2	Processamento para análise de Palinofácies	40
7.2.3	Processamento para análise dos Palinomorfos	41
7.2.4	Processamento Para Concentração de Dinocistos.....	42
7.3	Análise De Palinofácies	43
7.4	Análise dos Palinomorfos	43
7.5	Análise Dos Dinocistos	44
7.6	Análise Estatística	44
8	RESULTADOS	46
8.1	Resultados do Testemunho CF-10-01.....	46
8.1.1	Análise de palinofácies	46
8.1.1.1	Descrição dos resultados de palinofácies	51
8.1.2	Análise de Carbono Orgânico Total (%COT) e Enxofre total (%S).....	57
8.1.3	Tratamento estatístico dos dados de palinofácies	59
8.1.4	Análise dos Palinomorfos	64
8.1.4.1	Descrição dos Resultados da análise dos Palinomorfos	65
8.1.4.2	Tratamento Estatístico dos Dados de Palinomorfos.....	70
8.1.5	Análise de Palinologia com ênfase nos dinocistos	75
8.1.5.1	Descrição dos Resultados da Análise dos Dinocistos	76

8.1.5.2	Tratamento Estatístico dos Dados de Dinocistos	86
8.2	Resultados do Testemunho CF-10-15.....	93
8.2.1	Análise de palinofácies	93
8.2.2	Descrição dos Resultados de Palinofácies.....	99
8.2.3	Análise Carbono Orgânico Total (%COT) e Enxofre Total (%ST).....	106
8.2.4	Tratamento estatístico dos dados de palinofácies	108
8.2.5	Análise dos Palinomorfos	114
8.2.6	Descrição dos Resultados da Análise dos Palinomorfos	114
8.2.7	Tratamento Estatístico dos Dados de Palinomorfos	120
8.2.8	Análise de Palinologia com ênfase nos Dinocistos	124
8.2.8.1	Descrição dos Resultados da Análise dos Dinocistos	125
8.2.8.2	Tratamento Estatístico dos Dados de Dinocistos.....	134
9	DISCUSSÕES.....	141
9.1	Carbono orgânico total	141
9.2	Palinofácies.....	142
9.3	Análise dos Palinomorfos	146
9.4	Dinocistos.....	151
9.5	Análise Estatística de Palinofácies	158
9.5.1	Testemunho CF-10-01	158
9.5.2	Testemunho CF-10-15	159
9.6	Análise Estatística dos Palinomorfos	160
9.6.1	Testemunho CF-10-01	160
9.6.2	Testemunho CF-10-15	162
9.7	Análise Estatística dos Dinocistos	163
9.7.1	Testemunho CF-10-01	163
9.7.2	Testemunho CF-10-15	164
10	ASSEMBLEIAS DE DINOCISTOS EM SISTEMAS DE RESSURGÊNCIA.....	166
11	CONCLUSÃO	168
12	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	170
13	ANEXOS	183

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo e dos Testemunhos analisados (CF-10-15 e CF-10-01) (Google Earth 6.1).	5
Figura 2. Limites das cinco maiores correntes costeiras associadas à ressurgência exibindo a direção das correntes dominantes representadas pelas setas (Mann & Lazier, 2006).	7
Figura 3. Mapa do Brasil ilustrando as correntes que passam pela costa sudeste (Signorini, 1978).	10
Figura 4. Bloco diagrama esquemático representando sistema de ressurgência costeiro (Peterson, 1998 e Mann & Lazier, 2006).	12
Figura 5. Ciclo de vida dos dinoflagelados (Evitt, 1985).	16
Figura 6. Mecanismo de alimentação de dinocistos heterotróficos, demonstrando a sequência (a - d) de captura de presa (diatomácea) através de um pseudópode (pallium) (Modificado de Jacobson & Anderson, 1986).	18
Figura 7. Morfologia geral dos dinoflagelados e dos dinocistos. A) representação do grupo Goniaulacoide em vista ventral e dorsal; B) representação do grupo Peridinioide em vista ventral e dorsal (De Vernal & Marret, 2007).	22
Figura 8. Esquema mostrando a posição do arqueópilo dos três grupos (Goniaulacoide, Peridinioide e Ceratioide) encontrados no Quaternário em vista ventral (adaptado de Evitt, 1985).	23
Figura 9. Esquema mostrando a variação no tamanho dos processos (Proximado, Proximocorado e Corado) em relação ao diâmetro do corpo central (Adaptado de Sarjeant, 1982).	24
Figura 10. Esquema mostrando uma célula móvel produtora de vários cistos distintos (Rochon <i>et al.</i> , 2009).	26
Figura 11. Descrição litológica de testemunhos localizados próximos dos testemunhos estudados (CF-10-01 e CF-10-15), apresentando até 1m de distância.	38
Figura 12. Gráfico das variações percentuais dos três principais grupos da matéria orgânica (Fitoclasto, MOA e Palinomorfo), com perfil sedimentológico - Testemunho CF-10-01.	48
Figura 13. Diagrama ternário mostrando as variações percentuais dos três principais Grupos da Matéria Orgânica (Fitoclasto-MOA-Palinomorfo) – Testemunho CF-10-01.	49

Figura 14. Diagrama ternário com os campos de palinofácies definidos pelos valores percentuais dos três principais Grupos da Matéria Orgânica do - Testemunho CF-10-01 (Tyson, 1995; Mendonça Filho <i>et al.</i> , 2010).....	51
Figura 15. Gráfico do percentual de distribuição dos subgrupos do Grupo Fitoclasto em relação ao total da Matéria Orgânica, com perfil sedimentológico - Testemunho CF-10-01.....	54
Figura 16. Gráfico do percentual de distribuição dos subgrupos de Palinomorfos em relação ao total da Matéria Orgânica, com as escalas dos valores reduzidos para uma melhor visualização – Testemunho CF-10-01.	56
Figura 17. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento <i>Modo-R</i> , segundo o maior grau de similaridade dos componentes da matéria orgânica em relação à sua origem – Testemunho CF-10-01.	60
Figura 18. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento <i>Modo-Q</i> , para as similaridades ente as amostras em relação à profundidade – Testemunho CF-10-01.	60
Figura 19. Percentual de distribuição dos subgrupos de Palinomorfos Continentais, Marinhos e dos Zoomorfos, em relação ao total de palinomorfos - Testemunho CF-10-01.....	68
Figura 20. Percentual de distribuição dos subgrupos de Palinomorfos mais representativos, em relação ao total de palinomorfos - Testemunho CF-10-01.....	69
Figura 21. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento <i>Modo-R</i> , segundo o maior grau de similaridade dos componentes do Grupo Palinomorfo em relação à sua origem – Testemunho CF-10-01.....	71
Figura 22. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento <i>Modo-Q</i> , para as similaridades ente as amostras em relação à profundidade – Testemunho CF-10-01.	71
Figura 23. Percentual de distribuição dos Dinocistos Autotróficos e Heterotróficos, em relação ao total de dinocistos – Testemunho CF-10-01.....	81
Figura 24. Percentual de distribuição das espécies mais representativas de dinocistos autotróficos, em relação ao total de dinocistos – Testemunho CF-10-01.....	82
Figura 25. Percentual de distribuição dos gêneros mais representativos de dinocistos autotróficos, em relação ao total de dinocistos – Testemunho CF-10-01.....	83

Figura 26. Percentual de distribuição das espécies mais representativas de dinocistos heterotróficos, em relação ao total de dinocistos – Testemunho CF-10-01.....	84
Figura 27. Percentual de distribuição dos gêneros mais representativos de dinocistos heterotróficos, em relação ao total de dinocistos – Testemunho CF-10-01.....	85
Figura 28. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento <i>Modo-R</i> , segundo o maior grau de similaridade entre as espécies de dinocistos – Testemunho CF-10-01.	86
Figura 29. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento <i>modo-Q</i> , para as similaridades entre as amostras em relação à profundidade – Testemunho CF-10-01.	87
Figura 30. Gráfico das variações percentuais dos três principais grupos da matéria orgânica (Fitoclasto, MOA e Palinomorfo), com perfil sedimentológico - Testemunho CF-10-15.....	96
Figura 31. Diagrama ternário com as variações percentuais dos três principais Grupos da Matéria Orgânica - Fitoclasto-MOA-Palinomorfo - Testemunho CF-10-15.....	97
Figura 32. Diagrama ternário com os campos de palinofácies definidos pelos valores percentuais dos três principais Grupos da Matéria Orgânica do Testemunho CF-10-15 (Tyson, 1995; Mendonça Filho <i>et al.</i> , 2010).....	98
Figura 33. Gráfico do percentual de distribuição dos subgrupos do Grupo Fitoclasto em relação ao total da Matéria Orgânica, com perfil sedimentológico - Testemunho CF-10-15.....	103
Figura 34. Percentual de distribuição dos subgrupos de Palinomorfos, em relação ao total da Matéria Orgânica – Testemunho CF-10-15.....	105
Figura 35. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento <i>Modo-R</i> , segundo o maior grau de similaridade dos componentes da matéria orgânica em relação à sua origem – Testemunho CF-10-15.	109
Figura 36. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento <i>Modo-Q</i> , para as similaridades ente as amostras em relação à profundidade – Testemunho CF-10-15.	109
Figura 37. Percentual de distribuição dos palinomorfos continentais, marinhos e zoomorfos, em relação ao total dos palinomorfos – Testemunho CF-10-15.....	118
Figura 38. Percentual de distribuição dos subgrupos mais representativos dos Palinomorfos, em relação ao total dos palinomorfos – Testemunho CF-10-15.....	119

Figura 39. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento <i>Modo-R</i> , segundo o maior grau de similaridade dos componentes do Grupo Palinomorfo em relação à sua origem – Testemunho CF-10-15.....	120
Figura 40. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento <i>modo-Q</i> , para as similaridades ente as amostras em relação à profundidade – Testemunho CF-10-15.	121
Figura 41. Gráfico com as variações percentuais dos dinocistos autoróficos e heterotróficos – Testemunho CF-10-15.....	129
Figura 42. Percentual de distribuição das principais espécies autotróficas de dinocistos – Testemunho CF-10-15.....	130
Figura 43. Percentual de distribuição dos principais gêneros de dinocistos autotróficos – Testemunho CF-10-15.....	131
Figura 44. Percentual de distribuição das principais espécies heterotróficas de dinocistos – Testemunho CF-10-15.....	132
Figura 45. Percentual de distribuição dos principais gêneros de dinocistos heterotróficos – Testemunho CF-10-15.....	133
Figura 46. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento <i>Modo-R</i> das espécies de dinocistos, segundo o maior grau de similaridade entre as espécies - CF-10-15.	134
Figura 47. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento <i>Modo-Q</i> , para as similaridades ente as amostras em relação à profundidade – Testemunho CF-10-15.....	135
Figura 48. Gráfico de abundância relativa dos principais grupos da matéria orgânica e COT, com os dados geocronológicos, dividido em Fases, do Testemunho CF-10-01. A linha azul representa a queda do Nível relativo do Mar (QNM), por volta de 7000 anos AP, e a linha verde representa o máximo transgressivo, por volta de 5000-5200 anos AP.	144
Figura 49. Gráfico de abundância relativa dos principais grupos da matéria orgânica e COT, com os dados geocronológicos, dividido em Fases, do Testemunho CF-10-15. A linha azul representa a queda do Nível relativo do Mar (QNM), por volta de 7000 anos AP, e a linha verde representa o máximo transgressivo, por volta de 5000-5200 anos AP.	145
Figura 50. Gráfico de abundância relativa dos palinomorfos com os dados geocronológicos, do Testemunho CF-10-01, dividido em Fases. A linha azul representa a queda do Nível relativo do	

Mar (QNM), por volta de 7000 anos AP, e a linha verde representa o máximo transgressivo, por volta de 5000-5200 anos AP.....	148
Figura 51. Gráfico de abundância relativa dos dinocistos heterotróficos com os dados geocronológicos, do Testemunho CF-10-01, dividido em Fases.	149
Figura 52. Gráfico de abundância relativa dos palinomorfos com os dados geocronológicos, do Testemunho CF-10-15, dividido em Fases. A linha azul representa a queda do Nível relativo do Mar (QNM), por volta de 7000 anos AP, e a linha verde representa o máximo transgressivo, por volta de 5000-5200 anos AP.....	150
Figura 53. Gráfico de abundância relativa das espécies autotróficas de dinocistos com os dados geocronológicos, do Testemunho CF-10-01, dividido em Fases.	154
Figura 54. Gráfico de abundância relativa dos gêneros heterotróficos de dinocistos com os dados geocronológicos, do Testemunho CF-10-01, dividido em Fases.	155
Figura 55: Gráfico de abundância relativa das espécies autotróficas de dinocistos com os dados geocronológicos, do testemunho CF-10-15, dividido em Fases.	156
Figura 56: Gráfico de abundância relativa dos gêneros heterotróficos de dinocistos com os dados geocronológicos, do Testemunho CF-10-15, dividido em Fases.	157

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores percentuais dos três principais Grupos da Matéria Orgânica – Testemunho CF-10-01.....	47
Tabela 2. Valores percentuais dos subgrupos da matéria orgânica em relação ao total da Matéria Orgânica – Testemunho CF-10-01.	52
Tabela 3. Valores percentuais de Carbono Orgânico Total (% COT), Enxofre total (% ST) e Resíduo Insolúvel (% RI) - Testemunho CF-10-01.....	58
Tabela 4. Resultados da análise de agrupamento <i>Modo-R</i> e <i>Modo-Q</i> com 4 Associações de Palinofácies e 3 Intervalos – Testemunho CF-10-01.....	61
Tabela 5. Valores percentuais do Grupo Palinomorfo com relação ao total de palinomorfos– CF-10-01.....	66
Tabela 6. Resultados da análise de agrupamento <i>Modo-R</i> e <i>Modo-Q</i> com 3 Associações de Palinomorfos e 8 Intervalos – Testemunho CF-10-01.....	72
Tabela 7. Valores percentuais das espécies de dinocistos do Testemunho CF-10-01, em relação ao total de dinocistos.	78
Tabela 8. Resultados das análises de agrupamento <i>Modo-R</i> e <i>Modo-Q</i> com 4 Associações de Dinocistos e 4 Intervalos – Testemunho CF-10-01.....	88
Tabela 9. Valores percentuais dos três principais Grupos da Matéria Orgânica – Testemunho CF-10-15.....	94
Tabela 10. Valores percentuais dos três principais subgrupos da Matéria Orgânica, em relação à matéria orgânica total – Testemunho CF-10-15.....	100
Tabela 11. Valores percentuais de Carbono Orgânico Total (COT), Enxofre total e Resíduo Insolúvel (RI) contidos nas amostras do CF-10-15.....	107
Tabela 12. Resultados das análises de agrupamento <i>Modo-R</i> e <i>Modo-Q</i> com 3 Associações de Palinofácies e 6 Intervalos – Testemunho CF-10-15.....	110
Tabela 13. Valores percentuais do grupo palinomorfo com relação ao total de palinomorfos – Testemunho CF-10-15.....	116

Tabela 14. Resultados da análise de agrupamento <i>Modo-R</i> e <i>Modo-Q</i> com 2 Associações de Palinomorfos e 3 Intervalos – Testemunho CF-10-15.....	122
Tabela 15. Valores percentuais das espécies de dinocistos, em relação ao total de dinocistos - Testemunho CF-10-15.....	126
Tabela 16. Resultados das análises de agrupamento <i>Modo-R</i> e <i>Modo-Q</i> com 5 Associações de Palinofácies e 3 Intervalos – Testemunho CF-10-15.....	136

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Relação dos cistos de dinoflagelados de acordo com a resistência à exposição ao oxigênio (Zonneveld & Susek, 2007).	14
Quadro 2. Classificação do Grupo Fitoclasto - (Tyson, 1995; Mendonça Filho, 1999; Mendonça Filho <i>et al.</i> , 2010).....	33
Quadro 3. Classificação do Grupo MOA - (Tyson, 1995; Mendonça Filho, 1999; Mendonça Filho <i>et al.</i> , 2010).....	34
Quadro 4. Classificação do Grupo Palinomorfo - (Tyson, 1995; Mendonça Filho, 1999; Mendonça Filho <i>et al.</i> , 2010).....	35
Quadro 5. Quantidade de amostras por testemunho e que foram utilizadas para as análises.....	38
Quadro 6. Associações de Palinofácies originadas através da análise de agrupamento <i>Modo-R</i>	60
Quadro 7. Associações dos palinomorfos geradas no tratamento estatístico <i>Modo-R</i> – Testemunho CF-10-01.	71
Quadro 8. Associações de Dinocistos geradas através da análise de agrupamento <i>Modo-R</i>	87
Quadro 9. Associações de Palinofácies originadas através da análise de agrupamento <i>Modo-R</i> . .	109
Quadro 10. Associações Palinológicas originadas através da análise de agrupamento <i>Modo-R</i> . .	121
Quadro 11. Associações palinológicas originadas através da análise de agrupamento <i>Modo-R</i> - Testemunho CF-10-15.	135

LISTA DE ABREVIATURAS

ACAS - Água Central do Atlântico Sul

ACS - Água Circumpolar Superior

AIA - Água Intermediária Atlântica

AP - Antes do Presente

APAN - Água Profunda do Atlântico Norte

AT - Água Tropical

CB - Corrente do Brasil

COT - Carbono Orgânico Total

E - Leste

FAN - Floração de Algas Nocivas

HCl - Ácido Clorídrico

HF - Ácido Fluorídrico

LAFO - Laboratório de Palinofácies & Fácies Orgânica

MOA - Matéria Orgânica Amorfa

N - Norte

NE - Nordeste

PROF. - Profundidade

RI - Resíduo Insolúvel

S - Sul

SW - Sudoeste

TSM - Temperatura da Superfície do Mar

W - Oeste

1 INTRODUÇÃO

Foi realizado o estudo de palinofácies integrado à palinologia dos dinocistos (cistos de dinoflagelado) em dois testemunhos provenientes da plataforma continental de Cabo Frio, onde são poucas as informações extraídas desses microfósseis de parede orgânica presentes nesses sedimentos.

Cabo Frio se destaca como uma das regiões mais importantes e regulares de ressurgência (ascensão das massas d'águas profundas e frias do oceano à superfície) sobre a plataforma continental (ANDRADE, 2008). Esta região pode acumular fauna e flora características, entre elas os dinoflagelados, que se adaptam a ambientes ricos em nutrientes (eutrófico), com águas mais frias e sob condições de baixa luminosidade, resultados deste fenômeno natural. Em períodos propícios à ressurgência, o nutriente proveniente do fundo, em contato com a região bentônica, é carregado para a superfície favorecendo um aumento na produtividade orgânica primária e, conseqüentemente, estimulando toda cadeia alimentar.

As altas taxas de produtividade biológica em sistemas de ressurgência induzem a um aumento no fluxo orgânico, o qual produz mudanças significativas na coluna d'água, assim como no sedimento (TYSON, 1995). De acordo com Parrish (1982), nestas regiões, parte da matéria orgânica produzida (produtividade orgânica primária) pode ser acumulada e preservada ao longo do tempo, gerando sedimentos e rochas ricos em matéria orgânica, potencialmente precursora de hidrocarbonetos.

Regiões onde ocorre o fenômeno da ressurgência não são importantes somente para a indústria pesqueira, mas também, para acumulação de carbono orgânico, que é um fator de maior importância em relação ao ciclo do carbono e, portanto à mudança climática global (HOLZWARTH *et al.*, 2007).

Segundo Carvalho *et al.* (2003), um melhor entendimento dos efeitos geradores deste fenômeno e suas conseqüências sobre o ecossistema, tornam-se cada vez mais necessários devido à crescente atividade humana nesta zona e por ter influência sobre atividades sócio-econômicas importantes como a pesca.

Águas ricas em nutrientes dissolvidos propiciam o aumento do fitoplâncton e esse aumento torna-se favorável à abundância das espécies heterotróficas de dinoflagelados (*Protoberidinium*),

que por sua vez, se alimentam desse fitoplâncton (GAINS & TAYLOR, 1984; MATSUOKA & FUKUYO, 1987).

Dinoflagelados (Divisão Dinoflagellata) são organismos eucariontes aquáticos, que habitam desde os mares boreais até os tropicais (LANA 1997). Esses organismos protistas surgiram no período Triássico. Existem mais de 80 espécies marinhas formadoras de cistos (MATSUOKA & FUKUYO, 2000a, HOLZWARTH *et al.*, 2007) e 15 de água doce. Dentre as marinhas, 16 são formadoras de florações de algas nocivas (FAN) (MATSUOKA & FUKUYO, 1987).

A distribuição dos cistos de dinoflagelados (dinocistos) modernos em ambientes oceânicos e marinhos é conhecida por ser controlada pela temperatura da água, salinidade e variação de nutrientes (DALE, 1996). Rochon *et al.* (2008) falam que os dinoflagelados marinhos são encontrados principalmente em ambientes neríticos, onde as concentrações de nutrientes são altas o suficiente para sustentar uma floração de fitoplâncton.

Segundo Crespo *et al.* (2006), *bloom* de dinoflagelados em sistemas de ressurgência costeira são restritos a tempos e lugares com mudanças e misturas reduzidas. Radi & De Vernal (2004) mencionam que, no Norte do Oceano Pacífico, a baixa ocorrência dos dinoflagelados autotróficos em períodos de ressurgência, pode estar relacionada à concorrência de diatomáceas que florescem, e estas, possivelmente, constituem a principal fonte de alimento para os heterotróficos, que tendem a aumentar.

Este trabalho tem como objetivo principal a integração dos estudos de palinofácies, palinologia e análise das associações de dinocistos (considerando gênero e espécie) de 2 testemunhos (CF-10-01 e CF-10-15) da Região costeira de Cabo Frio.

A escolha dos dinocistos como foco deste trabalho foi devido ao fato dos mesmos, segundo Dale (1996), fornecerem um melhor entendimento paleoambiental, já que suas células móveis (dinoflagelados) são bastante sensíveis às mudanças ambientais. Rochon *et al.* (2008) mencionam que, apesar das incertezas sobre as questões taxonômicas e das limitações devido aos processos tafonômicos, os dinocistos fornecem informações exclusivas e bastante proveitosas sobre os ambientes marinhos do passado.

Dale (1976) relata que o estudo desse grupo em sedimentos modernos fornece informações sobre a biologia marinha, biogeografia e ecologia das espécies de dinoflagelados formadoras desses

cistos e, também, informações paleoecológicas e paleoambientais, relacionando esses cistos com suas respectivas células móveis.

Muitos trabalhos relacionados a dinoflagelados têm seu material posicionado no Atlântico Norte e mares adjacentes, onde essas comunidades possuem um ciclo de vida anual, com seu comportamento diferenciado a cada estação do ano. Nos oceanos localizados acima da linha do equador e, mais precisamente, na biozona temperada, as estações do ano são marcadamente definidas (primavera, verão, outono e inverno). Diferente do oceano Atlântico Sul, região tropical, onde a produtividade responde a fatores diferentes (DALE, 1996).

Oliveira (2011) realizou estudos integrando palinofácies e palinologia para obtenção de informações relacionada ao paleoambiente dos cistos de dinoflagelados e comenta a necessidade de outros estudos em regiões de clima tropical, para um maior entendimento da paleoecologia dos dinocistos do período Quaternário.

Sendo assim, torna-se importante a realização de estudos detalhados nestas áreas marinhas, a fim de se obter maior número de informações paleoambientais.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo principal a caracterização da matéria orgânica particulada dos sedimentos quaternários da região de Cabo Frio, bem como, a identificação das espécies de cistos de dinoflagelados para uma reconstrução paleoambiental desta região, tencionando uma melhor definição das paleoressurgências.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Aplicar as técnicas de Palinofácies e Palinologia para a caracterização do ambiente deposicional através das análises quali-quantitativa dos componentes da matéria orgânica, com foco nas espécies de dinocistos;
- ❖ Analisar quantitativamente as assembleias de palinomorfos;
- ❖ Analisar quali-quantitativamente as espécies de dinocistos que ocorrem em região de clima tropical, em sistemas de ressurgência;
- ❖ Determinar as assembleias de dinocistos heterotróficos típicos desse sistema;
- ❖ Determinar o paleoambiente através das associações da matéria orgânica geradas a partir das análises estatísticas multivariadas.

3 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 LOCALIZAÇÃO

A região de Cabo Frio está localizada na margem continental do sudeste do Brasil, Estado do Rio de Janeiro e se destaca como uma das regiões mais importantes e regulares de ressurgência sobre a plataforma continental.

Para o presente estudo foram analisados dois Testemunhos (CF-10-01 e CF-10-15). O Testemunho CF-10-01 está localizado entre os paralelos $23^{\circ} 22' 01.61''$ S e $41^{\circ} 39' 16.87''$ W e o CF-10-15 está localizado entre os paralelos $23^{\circ} 02' 59.03''$ S e $41^{\circ} 55' 40.08''$ W (Figura1).

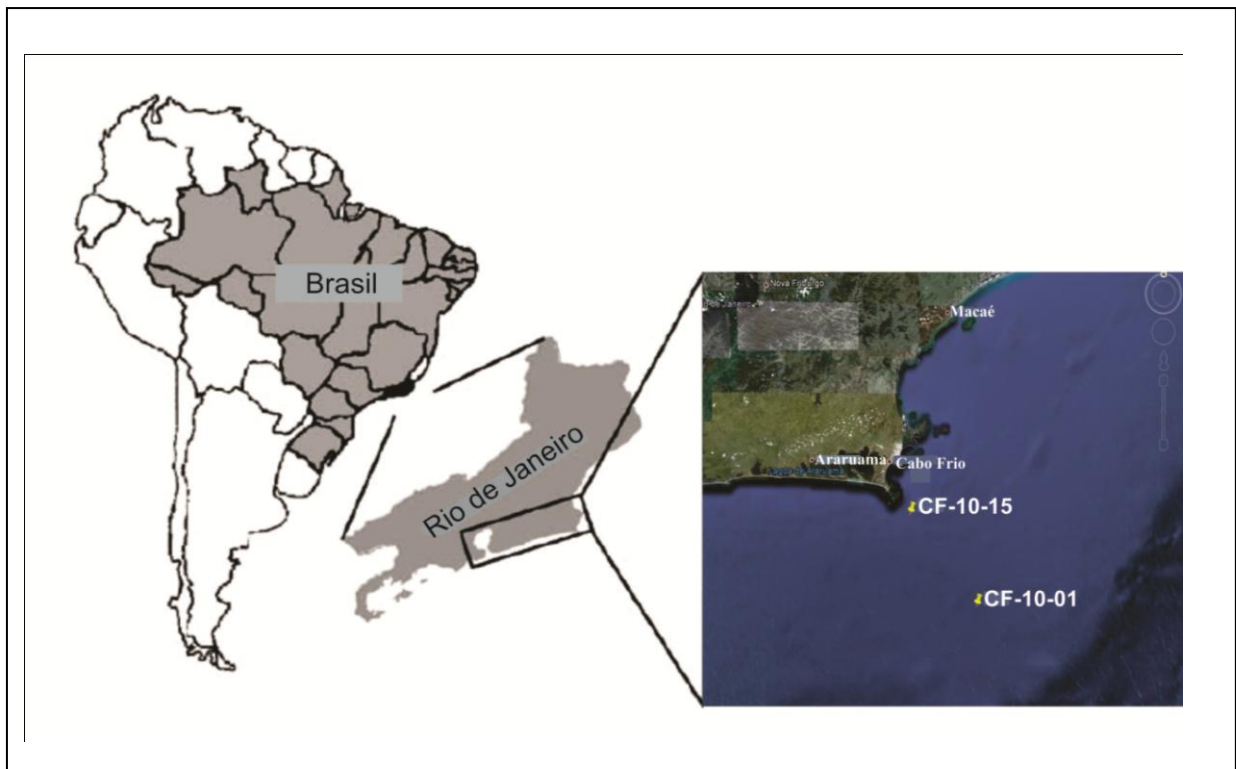


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo e dos Testemunhos analisados (CF-10-15 e CF-10-01) (Google Earth 6.1).

3.2 CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO

Dias *et al.* (1982) comentam que a plataforma continental pode ser dividida em duas províncias morfológicamente distintas: ao Norte de Cabo Frio, onde é mais estreita e íngreme, e ao Sul, onde é mais larga e suave.

A topografia do fundo desta região é predominantemente plana, com contornos profundos tendendo a seguir a linha da costa. O máximo de profundidade nesta área costeira está em torno de 150m (CARBONEL, 1998; 2003).

De acordo com Baptista Neto *et al.* (2004), a topografia atual da plataforma continental é resultante do efeito cumulativo da erosão e sedimentação relacionadas a numerosas oscilações de larga escala do nível relativo do mar.

Kousmann & Costa (1979) dizem que próximo à costa, entre as regiões de Cabo de São Tomé e Cabo Frio, são depositados sedimentos lamosos terrígenos, que possivelmente foram transportados pelo Rio Paraíba do Sul, como resultado da ação dos ventos NE e das fortes correntes de retorno que ocorrem nesta região. De acordo com Alves & Ponzi (1984), ao sul de Cabo de São Tomé, estes sedimentos são constituídos por areia mais grossa que se misturam com areias finas ao largo de Macaé e, na transição ao largo de Cabo Frio, ocorrem areias muito finas.

Conforme Oda (1997), outra característica importante na região de Cabo Frio é o ponto de inflexão da linha da costa, a qual tem ao Norte alinhamento NE-SW e ao Sul alinhamento E-W. Dominguez *et al.* (1981) comentam que um dos principais fatores que pode ser decisivo para a configuração morfológica da linha da costa são as flutuações do nível relativo do mar que são responsáveis pela sedimentação costeira.

4 RESSURGÊNCIA

4.1 PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS DE RESSURGÊNCIA EM ÁREAS COSTEIRAS

Ressurgência é o processo em que ocorre a ascensão das massas d'águas profundas e frias do oceano à superfície, desencadeando um aumento na produtividade primária.

De acordo com Botsford *et al.* (2006), a produção primária em áreas de ressurgência varia de ano-a-ano e entre as localidades, porém esse mecanismo ainda não é bem compreendido. Segundo Carbonel (2003), as ressurgências, assim como a circulação próximo dos limites costeiros, é altamente variável no tempo e no espaço.

Existem cinco maiores áreas costeiras que estão associadas à correntes de zonas de ressurgência, que são: corrente da Califórnia (Oregon e Califórnia), corrente de Humboldt (Chile e Peru), corrente de Benguela (costa oeste da África do Sul), corrente das Canárias (Noroeste da África) e a corrente da Somália (no Oeste Indiano) (SUMMERHAYES *et al.*, 1995; KUDELA *et al.*, 2005; MANN & LAZIER, 2006) (Figura 2).

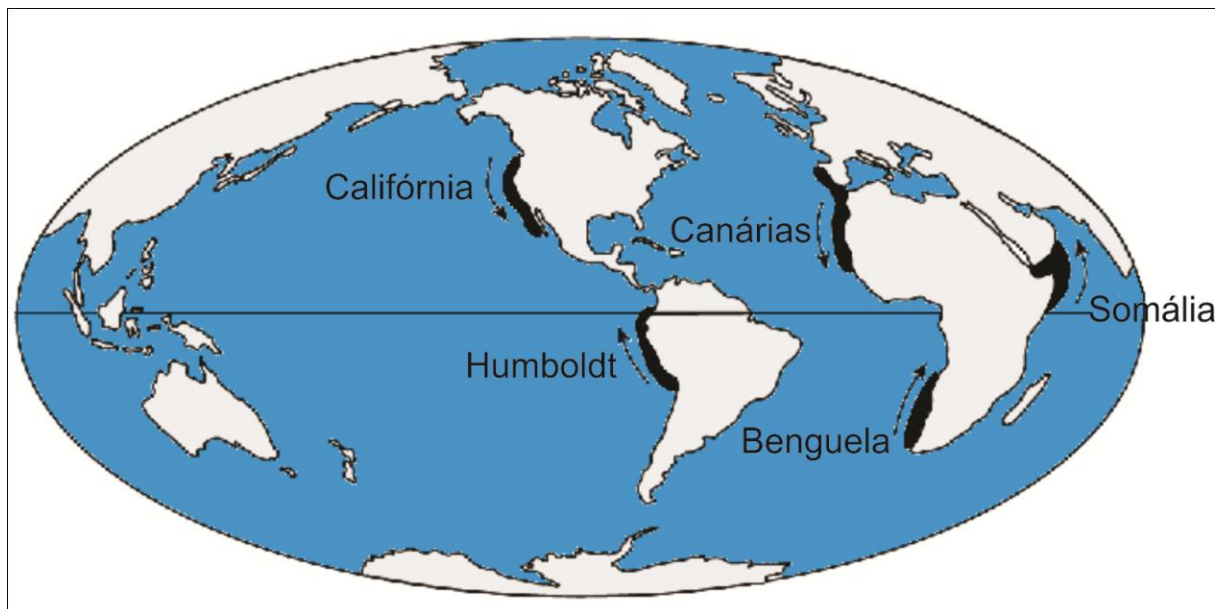


Figura 2. Limites das cinco maiores correntes costeiras associadas à ressurgência exibindo a direção das correntes dominantes representadas pelas setas (Mann & Lazier, 2006).

Durante a primavera e verão, a costa da Califórnia é dominada por ventos equatoriais, que resultam na ressurgência costeira, ocorrendo o movimento das águas superficiais do mar via transporte de Ekman, carreando águas mais frias e ricas em nutrientes para o sistema (PAPASTERPHANOU *et al.*, 2006). Ryan *et al.* (2008; 2009) comentam que a baía de Monterey, a maior baía aberta ao longo da costa oeste dos Estados Unidos, que está inserida no sistema atual de ressurgência da Califórnia, é fortemente afetada pela dinâmica oceanográfica ocorrendo, frequentemente, florações de dinoflagelados.

O sistema de corrente de Humboldt abrange o sul do Chile, onde o efeito do vento oeste cruza o continente sul-americano, ao norte do Peru e Equador, onde as águas frias de ressurgência se chocam com as águas quentes tropicais formando a Frente Equatorial. A ressurgência na costa do Peru é estimulada pelos ventos alísios do sudeste e leva à concentrações elevadas de nutrientes, gerando uma alta produtividade (JAHNKE & ARTHUR, 1992). Verleye & Louwye (2010) comentam que em Conceição, na costa Chilena, a mais alta concentração de cistos é dominada pelas espécies heterotróficas, sendo representadas por *Brigantedinium* spp., *Echinidinium aculeatum*, *E. granulatum/delicatum* e cistos de *Protoperidinium americanum*, sendo o *E. aculeatum* o melhor indicador de ressurgência. De acordo com Trainer *et al.* (2010), relatos de florações de algas nocivas são comuns ao norte de Humboldt, na região central do Peru.

O sistema de corrente de Benguela, região de intensa produção primária, é dominada por ventos costeiros que têm um papel importante na influência da ressurgência e na circulação costeira. Este fenômeno, na costa sudoeste da África, é caracterizado por plumas, filamentos e outras variações de mesoescala, e estas, influenciam o ecossistema marinho e a temperatura superficial do mar (TSM) da região (BURLS & REASON, 2008). Segundo Huggett *et al.* (2009), ventos favoráveis à ressurgência atingem o máximo durante a primavera e verão, com o período de ressurgência se estendendo de Setembro à Março. Holzwarth *et al.* (2007) fizeram um estudo com material coletado nesta região e, verificaram que a maior parte das amostras analisadas, apresentaram uma abundância relativa alta dos dinocistos *Brigantedinium* spp., *Spiniferites* spp. e *Operculodinium centrocarpum*, sendo encontradas em locais próximos às ressurgências as espécies *Brigantedinium* spp., *Echinidinium* spp. *E. aculeatum* e *E. transparentum*.

Segundo Mann & Lazier (2006) existem três diferenças relevantes entre o sistema de ressurgência do Peru e do noroeste da África: a plataforma do Peru é mais estreita, as águas

profundas deste sistema têm maior concentração de nutrientes e a força de vento é menor e mais constante em comparação com o noroeste da África.

O sistema de correntes das Canárias se estende por quase 3700 km, abrangendo da ponta norte da Península Ibérica (43°N) até o sul de Dakar, Senegal (10°N) (MANN & LAZIER, 2006). A zona de transição costeira no noroeste da África é diferenciada pelos ventos indutores de ressurgência costeira, onde ao Norte de Cape Ghir, segundo Nykjaer & Van Camp (1994) e Pelegrí *et al.* (2005), a ressurgência ocorre durante todo o ano, porém durante o verão este fenômeno é mais intenso. De acordo com Holzwarth *et al.* (2010a), em Cape Blanc, onde a ressurgência também é permanente, os cistos de dinoflagelados heterotróficos dominam como indicadores de disponibilidade de organismos (presas) e, conseqüentemente, de alta produtividade.

4.2 RESSURGÊNCIA NA REGIÃO DE CABO FRIO

Segundo Mascarenhas *et al.* (1971) e Carbonel & Valentin (1999), a região de Cabo Frio é caracterizada por ocorrências muito rápidas de ressurgência. Andrade (2008) diz que a ressurgência nesta região é pronunciada como um fenômeno de proporção local/regional, com ocorrências periódicas e de baixa amplitude, se comparada com as grandes ressurgências costeiras do mundo, contudo tem grande importância geográfica e sócio-econômica para a região.

Conforme Mascarenhas *et al.* (1971); Carvalho *et al.* (2003) e Neves (2005), este fenômeno, na região de Cabo Frio, ocorre em função da ação dos ventos do quadrante leste-nordeste associado a outros fatores, que acaba provocando o afastamento das águas quentes da corrente do Brasil que descem pela costa do nordeste em direção ao sul. Quando essas águas afastam-se da costa, ocorre uma subida das águas frias (Água Central do Atlântico Sul- ACAS), provenientes da corrente das Malvinas (corrente das Falklands), que correm em sentido contrário às águas da corrente do Brasil, deslocando do sul em direção ao nordeste, durante a primavera e verão (Figura 3). Oliveira (2008) afirma, após um levantamento de dados, que em Cabo Frio este fenômeno está ligado à direção da linha da costa, posição do eixo da corrente do Brasil, que permite a ocorrência do processo oceânico e, também, ao regime de ventos (considerados de médio porte, por muitos autores), que tem um efeito direto no deslocamento e afloramento das massas de água. Valentin *et al.* (1987) e Carbonel (1998) relatam que nesta área, a ressurgência costeira é muito sensível às mudanças do vento.

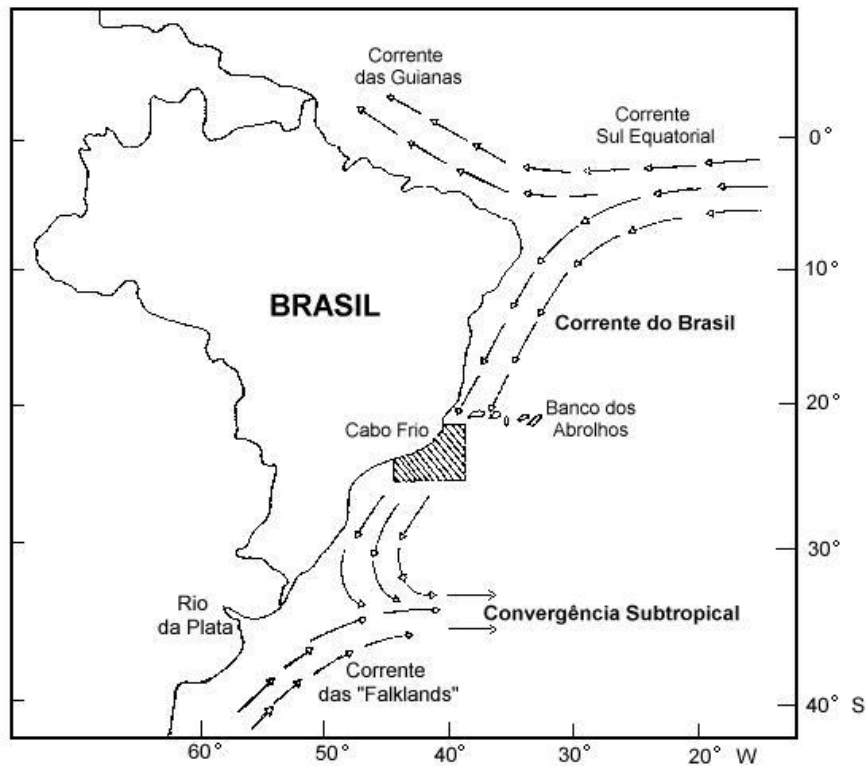


Figura 3. Mapa do Brasil ilustrando as correntes que passam pela costa sudeste (Signorini, 1978).

De acordo com Gonzalez-Rodriguez *et al.* (1992) a ressurgência é caracterizada por três fases sequenciais: **1)** o momento da ressurgência, quando as águas frias do fundo ascendem, carregando nutrientes; **2)** período da produtividade, quando ocorre um aquecimento superficial acompanhado por um aumento da biomassa e, conseqüentemente, da produção primária, ocorrendo uma diminuição na concentração de nutrientes e **3)** quando ocorre a subsidência levando a uma situação oligotrófica e, como conseqüência, o decréscimo dos organismos fitoplanctônicos.

Valentin (1984); Valentin *et al.* (1985); Carbonel & Valentin (1999) dizem que há ocorrência de bloom de fitoplâncton, de curta duração (menos de 24h), durante os eventos de ressurgência nesta região. Durante este período, a temperatura da superfície do mar (TSM) diminui para 15°C e a concentração de nutrientes (nitrato) tem um aumento em torno de 10-12µM. Quando a velocidade do vento NE diminui, ou a direção do vento muda ou devido à presença de frentes polares, causando condições contrárias à ressurgência (subsidência), a concentração de nutrientes diminui e a temperatura aumenta.

Gonzalez-Rodriguez *et al.* (1992) afirmam que durante a passagem de frentes frias, o ciclo da ressurgência é interrompido pelos ventos S-SW e ocorrem assim curtos períodos de subsidência parcial, com concentração de águas quentes tropicais (corrente do Brasil), próximo do continente.

4.2.1 Hidrologia da área de estudo

Na região de Cabo Frio, as condições hidrológicas são fortemente influenciadas pela ação dos ventos que contribuem na distribuição das massas d'águas (PEREIRA *et al.*, 2009).

Oliveira (2008) diz que a mudança de direção da linha da costa de NE-SW passando em Cabo Frio para E-W dificulta a circulação marinha, alterando o regime de correntes superficiais e subsuperficiais que, juntamente com os ventos recorrentes em Cabo Frio, propiciam a ressurgência.

Os ventos atuantes na superfície do mar ocasionam, além de ondas, uma corrente de deriva, onde a direção dessa corrente sofre a influência da força de Coriolis (efeito da rotação da Terra). O movimento de toda a camada superficial (camada de Ekman - espessura de água de cerca de 100m) irá apresentar um ângulo de 90° em relação à direção do vento (que segue para direita no hemisfério norte e para esquerda no hemisfério sul). Deste modo, um vento de direção norte-sul, soprando paralelamente à costa brasileira, provocará um deslocamento das águas superficiais para o alto-mar, sendo essa corrente de superfície compensada por uma corrente de águas profundas em direção à costa (VALENTIN, 1984) (Figura 4).

A AT faz parte do padrão da circulação de superfície do Giro Subtropical do Atlântico Sul e apresenta temperaturas acima de 20 °C, salinidade acima de 36 e tem uma espessura de 0-142m de profundidade, sendo definida como parte da massa d'água quente e salina que ocupa a superfície do Atlântico Sul Tropical, sendo esta camada transportada para o sul pela CB (EMILSON, 1961; SILVEIRA, 2007).

Segundo Valentin (1984) e Carbonel (2003) a ACAS é rica em nutrientes, apresenta temperaturas inferiores a 18 °C, salinidade entre 34,4 e 36,0 e é responsável pelo aumento da produtividade primária e da biomassa, quando ressurge à superfície. Silveira (2007), diz que a espessura da ACAS é de 142 – 567m de profundidade.

4.3 PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA

No ambiente marinho, a produção primária é dominada pelo fitoplâncton juntamente com as bactérias fotossintéticas, que contribui com cerca de 98% da produtividade total, gerando quase toda matéria orgânica dos oceanos através da fotossíntese, consideradas assim, importantes produtores primários (STRICKLAND, 1965). Henry *et al.*, (1998) atribuem a este meio, um controle de produtividade ligado à ação de dois fatores (nutrientes e luminosidade), que podem agir em sinergismo ou não.

De acordo com Tissot & Welte (1984), a produtividade biológica dos ambientes aquáticos, em especial ambientes marinhos, é de grande importância para a formação de rochas potencialmente geradoras de petróleo.

Tyson (1995) diz que a importância da produtividade primária é bastante notória em ambiente aquático moderno, pois o carbono fotossintético pode ser sempre quantificado, e assim, correlacionado com outras variáveis físico-químicas e biológicas.

Segundo Dale (1996), áreas de ressurgência, onde se tem um aumento relevante na produtividade primária, geralmente, são dominadas pelas diatomáceas, entretanto alguns dinoflagelados como, por exemplo, as espécies de *Protoperdinium*, estão presentes. Gains & Taylor (1984) e Matsuoka & Fukuyo (1987) mencionam que em águas ricas em nutrientes dissolvidos ocorre um aumento do fitoplâncton (diatomáceas, silicoflagelados e dinoflagelados), e

esse aumento, propicia a abundância das espécies de *Protooperidinium* (dinoflagelados heterotróficos), que por sua vez, se alimentam desse fitoplâncton.

Reichart & Brinkhuis (2003) falam do interesse em utilizar cistos de dinoflagelados para análises de reconstrução de paleoprodutividade marinha que focam, principalmente, na abundância relativa e absoluta dos cistos de *Protooperidinium*. Como esses cistos são sensíveis à ação do oxigênio (O_2), a composição das assembleias é afetada devido à degradação dos cistos heterotróficos. Segundo Zonneveld *et al.* (1997; 2001), cistos formados pelas espécies do gênero *Protooperidinium* parecem ser bastante sensíveis à decomposição por O_2 , (oxidação). Os dinocistos obedecem a uma seletividade a degradação de oxigênio, um ambiente rico desse elemento faz a assembleia ser mais abundante em cistos resistentes (Quadro 1).

Quadro 1. Relação dos cistos de dinoflagelados de acordo com a resistência à exposição ao oxigênio (Zonneveld & Susek, 2007).

Cistos de dinoflagelados extremamente Sensíveis	Espécies de <i>Protooperidinium</i> , incluindo: <i>P. americanum</i> , <i>P. monospinum</i> , <i>P. nudum</i> , <i>P. stellatum</i>
	<i>Lejeunecysta oliva</i> <i>Leujenecysta sabrina</i> <i>Selenopemphix nephroides</i> <i>Selenopemphix quanta</i> <i>Trinovantedinium applanatum</i> <i>Xandarodinium xanthum</i>
Cistos de dinoflagelados moderadamente Sensíveis	<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>
Cistos de dinoflagelados resistentes	<i>Nematosphaeropsis labyrinthus</i> <i>Impagidinium aculeatum</i> <i>Impagidinium paradoxum</i> <i>Impagidinium patulum</i> <i>Impagidinium sphaericum</i> <i>Operculodinium israelianum</i>

5 DINOFLAGELADOS

Os dinoflagelados (do Grego *Dinos* = pião, rodopiar e *Flagelata* = com flagelos, em referência ao modo particular de movimentação no corpo d'água) são algas unicelulares, biflageladas que surgiram no período Triássico. Pertencem à Divisão Dinoflagellata (FENSOME *et al.*, 1993). São organismos eucariontes aquáticos que habitam desde os mares boreais até os tropicais (LANA, 1997). São organismos planctônicos que, geralmente, vivem isolados mas podem formar colônias (Sousa *et al.*, 1999).

A maioria dos dinoflagelados apresentam um tipo único de núcleo, chamado “*dinokaryon*” (uma forma especial de núcleo eucarioto), sendo este caracterizado por uma perda de histonas, pelos cromossomos que permanecem condensados durante a interfase (períodos onde a célula não está se dividindo) e visíveis durante o ciclo mitótico (FENSOME *et al.*, 1993). Diferente de um eucariota normal em que os cromossomos se separam durante a interfase. Uma característica notável do núcleo “*dinokaryon*” é que, geralmente, apresenta uma alta quantidade de DNA apresentando de 6 - 400 pg/núcleo, enquanto eucariotas variam, geralmente, entre 0,04 e 3 pg/núcleo e até 40 pg/núcleo em algumas plantas (RIZZO, 1987).

5.1 CICLO DE VIDA DOS DINOFLAGELADOS

Os dinoflagelados apresentam um complexo ciclo vital exibindo dois tipos de reprodução: assexuada e sexuada. A reprodução assexuada se dá por uma série de divisões mitóticas que ocorrem quando o ambiente está favorável àquela proliferação. Nesse momento as tecas celulósicas são haplóides (n) e se movimentam através de flagelos (Figura 5). Em determinado momento do ciclo, as células começam a se reproduzir sexuadamente, ocorrendo a fusão citoplasmática dos gametas feminino e masculino e formando zigotos diplóides ($2n$), apresentando dois núcleos distintos e flagelos emparelhados. No instante em que ocorre a fusão das células, as tecas são perdidas. Durante a fase de crescimento da célula, o zigoto irá formar uma nova teca celulósica e esta pode chegar a tamanhos maiores que as células haplóides. Quando os indivíduos se tornam adultos ocorre a produção do cisto (EVITT, 1985).

Para se adequar às condições adversas do ambiente, o dinoflagelado se encista e, neste período de tempo, ocorre a perda dos flagelos, a teca celulósica é degradada e o cisto deposita-se no sedimento com o protoplasma incluso, iniciando-se assim, a fase de dormência do cisto (fase

imóvel do ciclo). Segundo Matsuoka & Fukuyo (2000b), esses cistos (com o protoplasma) podem sobreviver a curto ou longo período de dormência (FENSOME *et al.* 1993).

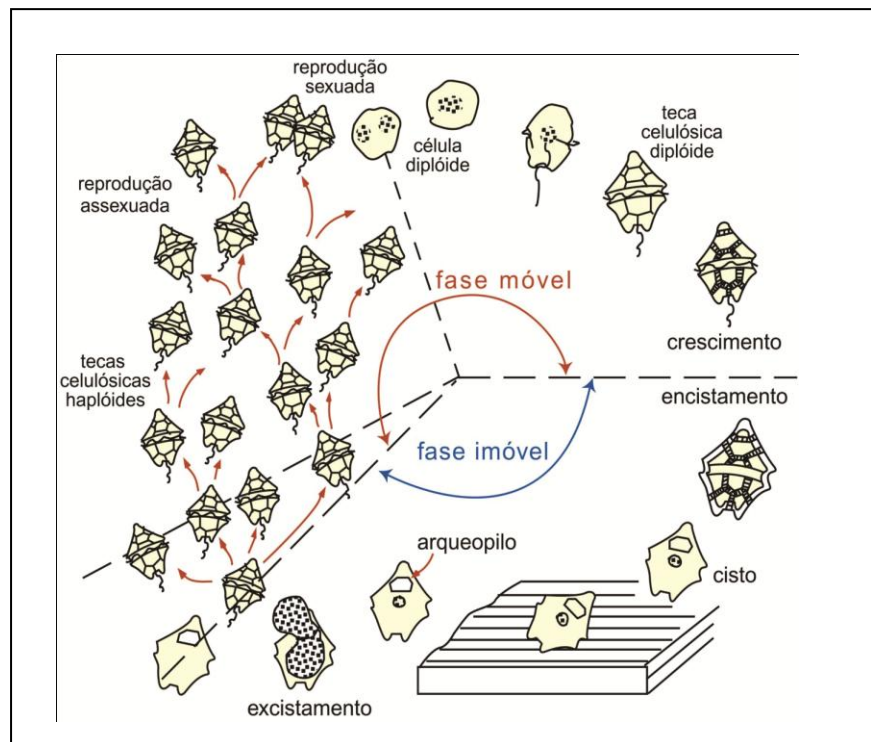


Figura 5. Ciclo de vida dos dinoflagelados (Evitt, 1985).

5.2 MECANISMOS TRÓFICOS DOS DINOFLAGELADOS

Metade dos dinoflagelados existentes é autotrófico e a outra metade são espécies mixotróficas, heterotróficas, parasitárias ou simbióticas (DE VERNAL & MARRET, 2007). A autotrofia, mixotrofia e heterotrofia são considerados os principais mecanismos tróficos dos dinoflagelados (LESSARD & SWIFT, 1985; SHERR & SHERR, 2002; JEONG *et al.*, 2010).

Segundo De Vernal & Marret (2007), a fim de melhorar suas atividades metabólicas e de alimentação, os dinoflagelados usam os seus flagelos, juntamente com os mecanismos fisiológicos de flutuabilidade, para migrar verticalmente até as águas superficiais.

5.2.1 Dinoflagelados Autotróficos

São os dinoflagelados clorofilados, sendo assim, capazes de sintetizar seu alimento a partir de compostos inorgânicos. Esses microrganismos apresentam clorofilas “a” e “c₂”, β-caroteno e

substâncias fotossintetizantes (xantofila, peridina, dinoxantina e neodinoxantina) (FENSOME *et al.*, 1993, 1996; ARMSTRONG & BRASIER, 2005).

Sendo assim, o principal fator ambiental para a produção de organismos autotróficos é a luminosidade, esses organismos necessitam de luz para realizar a fotossíntese, juntamente com disponibilidade de nutrientes do meio (DALE, 2001).

5.2.2 Dinoflagelados Heterotróficos

Cerca de metade das espécies de dinoflagelados recentes não contêm cloroplastos e, por este motivo, depende de nutrição heterotrófica (BRENNER & BIEBOW, 2001).

A abundância desses dinoflagelados no ambiente natural é regulada pela disponibilidade de alimentos (LEVINSEN & NIELSEN, 2002). Os heterotróficos, que geralmente se alimentam de diatomáceas, ocorrem em áreas de alta produtividade ou em ambientes estuarinos ou costeiros (HILLAIRE-MARCEL *et al.*, 1994).

Três mecanismos de alimentação são observados nesses organismos: **a)** engolfamento da presa; **b)** alimentação através de um pedúnculo e **c)** alimentação através de pseudópode (*pallium*) (JACOBSON & ANDERSON, 1986). Tanto os heterotróficos como os mixotróficos podem se alimentar de bactérias, diatomáceas, cianobactérias, Rapidophyceae (algas), clorófitas e outros dinoflagelados (JACOBSON & ANDERSON, 1986; JEONG, 1999).

Um mecanismo constantemente visto no grupo heterotrófico (e.g. *Protoperidinium*) é o de envolvimento da presa. O dinoflagelado, utilizando um pseudópode (**pallium**) que surge do poro flagelar (sulco), envolve a presa, que é liquefeita e transportada através desse “pallium”, deixando a parede celular ou frústula (carapaça da diatomácea, por exemplo) dessa presa intacta, porém vazia (sem a célula no seu interior) (JACOBSON & ANDERSON, 1986).

Segundo Gains & Taylor (1984) e Matsuoka (1999), após ingerirem o conteúdo genético da presa, através do *pallium*, esses dinoflagelados heterotróficos retornam com o pseudópode para o seu interior e liberam a parte resistente da presa (Figura 6).

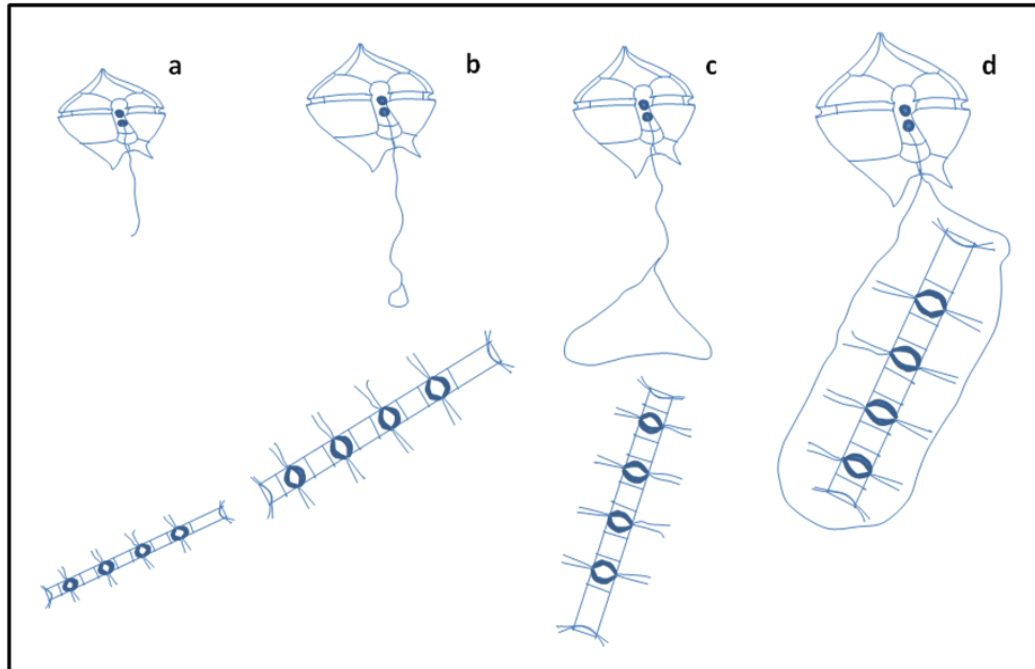


Figura 6. Mecanismo de alimentação de dinocistos heterotróficos, demonstrando a sequência (a - d) de captura de presa (diatomácea) através de um pseudópode (pallium) (Modificado de Jacobson & Anderson, 1986).

5.2.3 Dinoflagelados Mixotróficos

Organismos mixotróficos são aqueles que apresentam os dois modos de nutrição (heterotrofia e autotrofia) (GAINES & ELBRÄCHTER, 1987; JONES *et al.*, 1994). Conforme Jones *et al.* (2009), muitas espécies do fitoplâncton são capazes de combinar fotossíntese com capturas de partículas de alimento por fagocitose, como uma estratégia de sobrevivência.

Quase metade dos dinoflagelados são desprovidos de cloroplastos e, por consequência, ficam dependentes do modo de nutrição heterotrófico, porém dinoflagelados com cloroplastos não são rigorosamente autotróficos, já que muitas espécies recentes têm se mostrado capazes de capturar suas presas, sendo chamadas de mixotróficas (SCHNEPF & ELBRÄCHTER, 1988, 1992; BRENNER & BIEBOW, 2001).

Segundo Stoecker (1999) são conhecidas cerca de 2000 espécies atuais que, ou são exclusivamente heterotróficas ou combinam heterotrofia com a fotossíntese (espécies mixotróficas).

De acordo com Steidinger *et al.* (1996), um exemplo de espécie de dinoflagelado que pode apresentar os dois modos de alimentação é *Pfiesteria piscicida*.

5.3 MORFOLOGIA DOS DINOFLAGELADOS

A morfologia dos dinoflagelados apresenta muitas variações, podendo exibir as formas: esférica, subesférica, ovóide, bicônica, fusiforme, retangular, poligonal e discoidal.

Determinados dinoflagelados apresentam uma teca (facilmente destruída por bactérias) que reveste a célula durante a fase móvel. Essa teca é constituída de placas (placas tecais), que são unidades celulósicas finas associadas ao longo de uma junção linear (suturas). O conjunto dessas placas é chamado de tabulação (EVITT, 1985).

Fensome *et al.* (1996) segue o sistema proposto por Kofoid, que é um sistema de tabulação do tipo Goniaulacoide/Peridinioide (os dois grupos principais de dinocistos), no qual é feita a identificação das placas e posição do arqueópilo. Neste sistema são consideradas 4 características morfológicas: cingulo, sulco, série apical e série antapical.

Segundo Evitt (1985), esses organismos se movimentam através de dois flagelos locomotores: um transversal e outro longitudinal. O flagelo transversal envolve o corpo e está localizado em um canal ou depressão chamado cingulo, que por sua vez, divide a teca celulósica em: epiteca (apical - parte anterior ao cingulo) e hipoteca (antapical - parte posterior ao cingulo). E o flagelo longitudinal está, parcialmente, localizado na hipoteca e desenvolve-se para o exterior, a partir de uma depressão ventral, chamada sulco. Com esses flagelos os dinoflagelados têm movimentos de rotação (flagelo transversal) e translação (flagelo longitudinal) podendo assim, migrar verticalmente, alcançando as partes mais superficiais da coluna d'água e horizontalmente, podendo se locomover para regiões propícias ao seu desenvolvimento. De acordo com Fensome *et al.* (1996), o lado da célula onde surgem os flagelos é chamado ventral e, o oposto a este, dorsal.

Uma avaliação morfológica da teca é indispensável para a identificação dos cistos, já que estes possuem características morfológicas importantes semelhantes as da teca (EVITT, 1985).

De acordo com Smayda (2010), dinoflagelados de regiões de ressurgência possuem características morfológicas distintas quanto ao seu tamanho, forma, estrutura celulósica, protuberância e na sua atividade natatória.

5.4 DINOCISTOS

Muitas espécies de dinoflagelados são capazes de produzir cistos preserváveis como parte do ciclo de vida delas, onde a maioria é constituída de parede orgânica, porém, uma pequena parte (em torno de 30 espécies recentes) possuem calcita incorporada em suas paredes (VINK, 2004). Os cistos de dinoflagelados são produzidos dentro da teca celulósica, encontrando-se apenas uma exceção nas espécies do gênero *Palaeoperidinium* (FENSOME *et al.*, 1996).

Segundo Fensome *et al.*, 1993 e Fensome *et al.*, 1996, os cistos podem ser de vários tipos funcionais: **a)** Cistos de resistência; **b)** Cistos temporários e **c)** Cistos vegetativos.

a) Cistos de resistência: resultado da reprodução sexuada e representam uma fase dormente dos dinoflagelados, geralmente resistentes às condições adversas do meio. Segundo Evitt (1985), apenas uma minoria de espécies de dinoflagelados são formadoras de cistos de resistência. Anderson (1984) diz que estes cistos fazem parte da comunidade de organismos bentônicos e podem funcionar como um reservatório de espécies no ambiente - chamado “leito de cistos”, a partir do qual, novas florações podem surgir. Conforme Dale (1983) e Imai *et al.* (1990), a abundância dos cistos durante a fase de repouso (cisto com protoplasma inserido) em sedimentos costeiros, proporciona proteção. Assim, em muitos casos, a fase de repouso, seria uma estratégia de sobrevivência, fornecendo proteção durante períodos inadequados para o crescimento vegetativo. Dale (1983) diz ainda, que as principais funções dos cistos de resistência, além da proteção contra os fatores adversos, seria a propagação no ambiente, acúmulo da carga genética e a dispersão da espécie.

A parede do cisto de resistência é composta por dinosporina, que é uma substância química bastante resistente a ácidos, muito parecida com a esporopolenina, presente nos esporos e grãos de pólen (FENSOME *et al.*, 1993; 1996; KOKINOS & ANDERSON 1995; MARRET & ZONNEVELD, 2003).

b) Cistos temporários: em condições adversas do meio, os dinoflagelados perdem os flagelos, a parede externa e forma um cisto temporário envolvido por uma película. Esses cistos apresentam uma parede fina, não possuem fase de dormência e, é improvável, que eles sejam preservados no

registro fóssil. Cistos temporários apresentam um curto prazo de sobrevivência e podem se desenvolver nas condições adversas do meio (HEAD, 1996).

c) **Cistos vegetativos:** são células não móveis, recobertas por uma parede contínua (provavelmente uma película). Essas células são metabolicamente e/ou reprodutivamente ativas, diferentes dos cistos de resistência e temporários. Esse estágio costuma ocorrer em algumas espécies de dinoflagelados, sobretudo, as parasíticas e simbiônicas (FENSOME, *et al.*, 1996). Monteil *et al.* (1993) dizem que os principais fatores indutores do encistamento são as condições climáticas adversas à reprodução vegetativa e a diminuição da disponibilidade de nutrientes; além destes fatores, a diminuição da luminosidade (causada, por exemplo, pela turbidez das águas), também tem sido apontada como fator indutor do encistamento.

5.4.1 Morfologia dos dinocistos

Os dinocistos são estruturas muito pequenas (com dimensões de 5 - 200 μm), que podem apresentar uma parede de composição variável, sendo esta composta de carbonato de cálcio, sílica ou de composição orgânica, sendo a última a mais comum (ARAI & LANA, 2011).

A morfologia do cisto está diretamente relacionada à contração do protoplasma e, essa contração, pode originar dois tipos de cistos: cisto ornamentado (com processos) e cistos não ornamentados (sem processos) (OLIVEIRA, 2003). Conforme Evitt (1985), as características da teca podem estar refletidas em diferentes graus nos cistos (Figura 7 A e B).

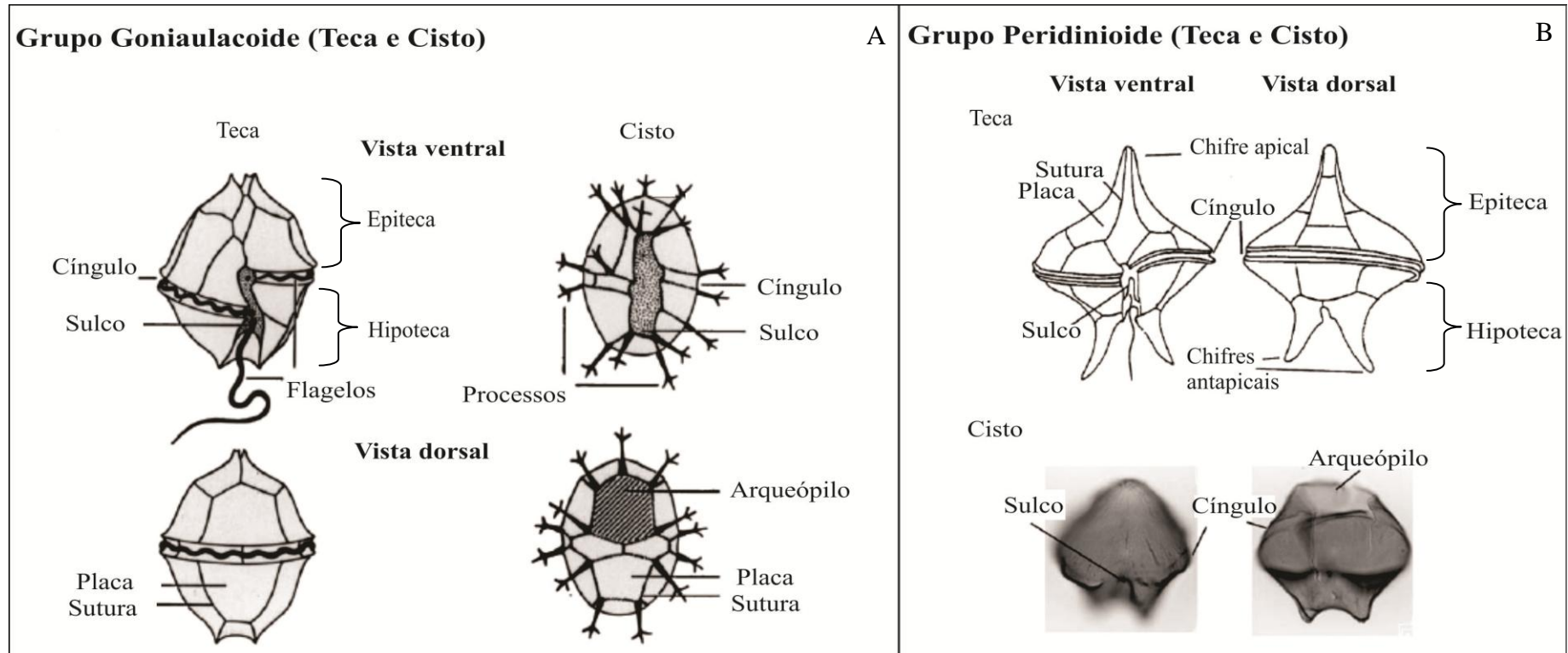


Figura 7. Morfologia geral dos dinoflagelados e dos dinocistos. A) representação do grupo Goniaulacoide em vista ventral e dorsal; B) representação do grupo Peridinioide em vista ventral e dorsal (De Vernal & Marret, 2007).

Os dinoflagelados apresentam uma parede organizada em placas, sendo esta chamada de paraplaca nos cistos, onde o conjunto dessas paraplacas constitui a paratabulação (EVITT, 1985; ARAI & LANA, 2011).

A morfologia do cisto e a classificação dos mesmos estão fundamentadas nos três grupos de dinoflagelados vivos (*Gonyaulax* - origina o Goniaulacoide, *Peridinium* - Peridinioide e *Ceratium* - Ceratioide). De acordo com Evitt (1985), esses grupos podem ser diferenciados principalmente, através da posição do arqueópilo (abertura formada pelas paraplacas que se destacam), podendo ser: pré-cingular (Goniaulacoide), intercalar (Peridinioide) e apical (Ceratioide) (Figura 8).

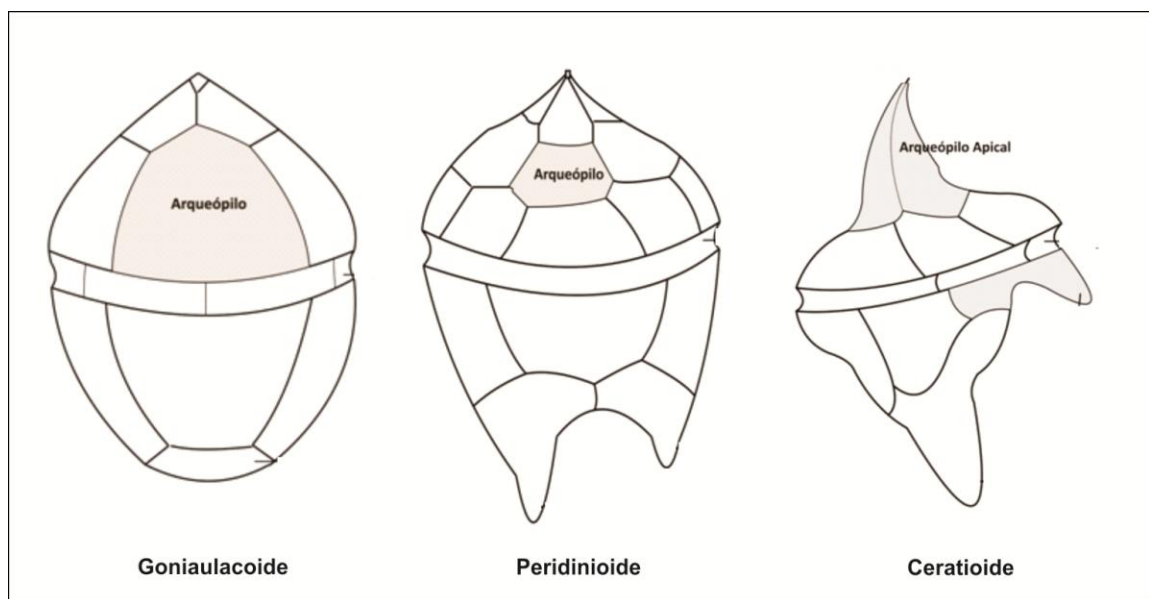


Figura 8. Esquema mostrando a posição do arqueópilo dos três grupos (Goniaulacoide, Peridinioide e Ceratioide) encontrados no Quaternário em vista ventral (adaptado de Evitt, 1985).

De acordo com os processos, esses cistos podem ser: proximado, proximocorado ou corado (DOWNIE & SARJEANT, 1966). Os cistos proximados são aqueles cujos processos não atingem 10% do tamanho total do corpo central; cistos proximocorados, são aqueles com processos atingindo de 10 – 30% do tamanho total do corpo e, os corados, apresentam processos cuja altura ultrapassa 30% do tamanho do corpo central do cisto (FENSOME *et al.*, 1996) (Figura 9).

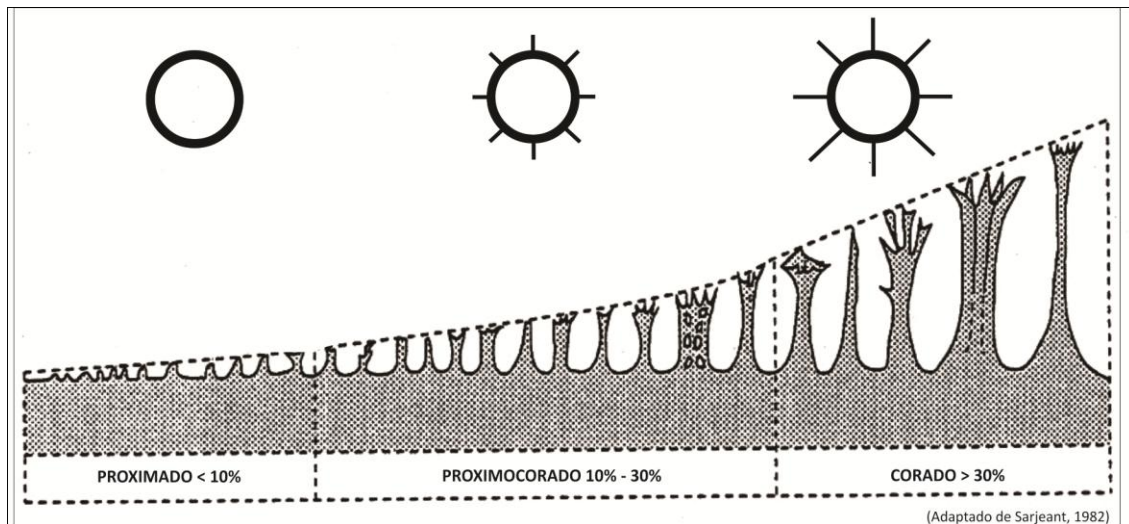


Figura 9. Esquema mostrando a variação no tamanho dos processos (Proximado, Proximocorado e Corado) em relação ao diâmetro do corpo central (Adaptado de Sarjeant, 1982).

Conforme a constituição da parede, sendo esta formada por uma ou mais camadas, os cistos podem ser acavados (não cavado) ou cavados (apresentam duas ou mais paredes). Quando o cisto possui duas paredes, a interna é chamada de endofragma e a externa, perifragma. Pode ocorrer, ainda, uma terceira parede, o-ectofragma, com morfologia muito variada e sempre exterior ao perifragma. Outro tipo de parede que pode ocorrer é o mesofragma, que estão presentes em alguns peridinioides fósseis (EVITT, 1985).

Os cistos podem ser classificados, ainda, através da ornamentação da parede, podendo esta ser lisa ou ornamentada (reticulada, espinhosa, verrugosa, estriada, entre outras) (ARAI & LANA, 2011). De um modo geral, a composição morfológica dos dinocistos é bastante variada, sendo importante o seu estudo, para identificar a espécie de cisto e sua respectiva célula móvel para tentar, deste modo, compreender sua paleoecologia.

5.5 PALEOECOLOGIA

A maioria das espécies de dinoflagelados pertencem ao plâncton marinho, mas são também comuns em água doce. Segundo Matsuoka & Fukuyo (2000a) e Holzwarth *et al.* (2007) existem mais de 80 espécies marinhas formadoras de cistos e 15 de água doce.

De acordo com Sousa *et al.* (1999), os dinoflagelados marinhos são mais diversificados nos trópicos e mais numerosos em águas temperadas neríticas. Estes microrganismos podem apresentar

preferência por ambientes oceânicos ou neríticos (interno ou externo), bem como, podem ocorrer em águas salobras ou estuarinas. Os autores comentam, ainda, que os fatores que controlam o seu crescimento e a sua distribuição são: luminosidade, temperatura, salinidade, disponibilidade de nutrientes, correntes oceânicas, ressurgência, entre outros elementos.

De acordo com Nybakken (1997), as altas concentrações de dinoflagelados se encontram em regiões de ressurgência, onde ocorrem águas turbulentas e ricas em nutrientes.

Smayda (2010) diz que a capacidade que as microalgas possuem para sobreviver às ameaças físicas ao seu crescimento celular ou da população é uma das adaptações exigidas por elas e que o desafio é maior em sistemas de ressurgências. O autor complementa dizendo que, essas adaptações devem não só superar as perturbações hostis ao ciclo vital e natação dessas microalgas, mas também, permitir a exploração das características benéficas para o crescimento celular e da população em um meio turbulento.

Para assegurar a sua sobrevivência, os organismos costumam apresentar um amplo comportamento, e quando as adaptações ao meio tornam-se difíceis, estes organismos migram para outros nichos ou extinguem-se (DUTRA, 2010). No caso dos dinoflagelados, algumas espécies têm a capacidade de se encistar assim que o meio torna-se desfavorável. Essa capacidade de encistamento durante a reprodução sexuada (formando cistos de resistência) ou durante a formação dos cistos temporários, quando as condições ambientais estão adversas, faz com que esses microrganismos ocorram em ambientes extremamente estressantes ao seu desenvolvimento (GRAHAM & WILCOX, 2000; DE VERNAL & MARRET, 2007).

5.5.1 PALEOECOLOGIA DOS DINOCISTOS

Durante períodos de baixos níveis de nutrientes ou sob condições que não permitam o crescimento contínuo da população, os dinoflagelados podem produzir cistos de resistência. Zonneveld & Susek (2007) comentam que a produção de cistos pode ser fortemente influenciada pelas condições ambientais e, a associação desses cistos no sedimento pode refletir os detalhes destas condições. Segundo Rochon *et al.* (2009), de acordo com as condições ambientais, uma ou até três espécies de dinoflagelados podem originar até 16 espécies de dinocistos morfologicamente distintas (Figura 10). Sousa *et al.* (1999) comentam que os cistos são resultantes de períodos de inverno rigoroso ou de sobrevivência quando os nutrientes ou a radiação solar são reduzidos.

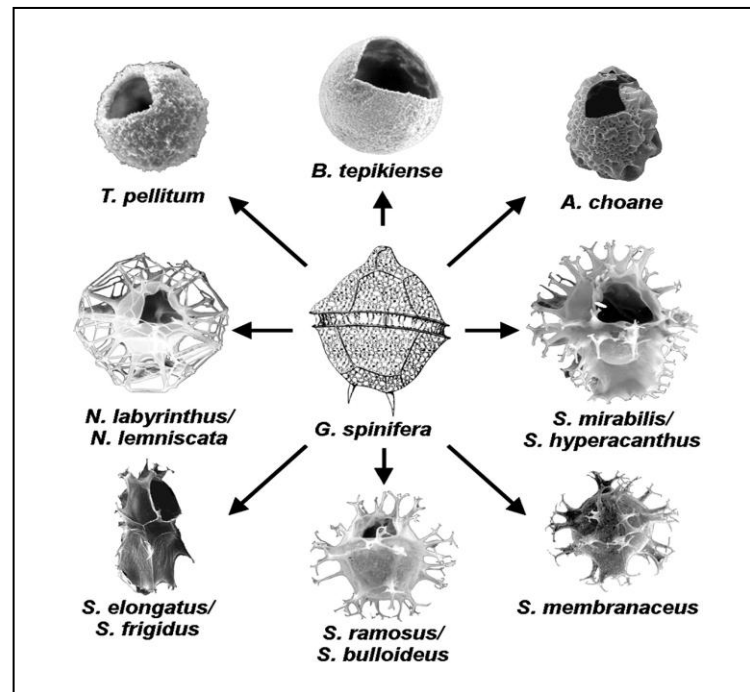


Figura 10. Esquema mostrando uma célula móvel produtora de vários cistos distintos (Rochon *et al.*, 2009).

A paleoecologia dos cistos de dinoflagelados deve ser baseada, em parte, no estudo dos padrões de distribuição de cistos atuais (SOUSA *et al.*, 1999). Oliveira (2011) comenta que é cada vez mais evidente que a distribuição de dinocistos é fortemente influenciada pelo ambiente.

5.5.1.1 Cistos de Dinoflagelados Autotróficos

Operculodinium centrocarpum

O. centrocarpum é considerada uma espécie cosmopolita, pois pode ser produzida em uma ampla variedade de ambiente, sua maior abundância relativa ocorre em ambientes com temperaturas baixas e alta salinidade. Segundo Dale (2001) sua abundância, além de estar relacionada às florações de algas nocivas (FAN), também pode ser indicadora de mudanças climáticas e é produtora da toxina DSP (*diarrhetic shellfish poisoning* - Intoxicação Diarréica por Molusco).

Zonneveld & Brummer (2000) observaram a ocorrência dos cistos de *O. centrocarpum*, “recém-formados”, no mar Arábico no final dos períodos de ressurgência costeira.

Operculodinium israelianum

O. israelianum tem sua maior abundância relativa em ambiente de alta salinidade (acima de 29‰), com temperatura acima de 24°C e, sua distribuição estratigráfica, vai de regiões temperadas/subtropical a tropical, podendo florescer em regiões costeiras (MARRET & ZONNEVELD, 2003).

Segundo Pospelova *et al.* (2002) *O. israelianum* tende a ter uma resposta negativa em ambientes eutrofizados e com poluição inorgânica.

Spiniferites spp.

Espécies do gênero *Spiniferites* têm uma ampla distribuição na Província Nerítica (WALL *et al.*, 1977; VINK *et al.*, 2000; MATSUOKA & FUKUYO, 1987). De acordo com Vink *et al.* (2000), a maior abundância relativa das espécies do gênero *Spiniferites* ocorre em ambientes oligotróficos.

S. ramosus / S. bulloideus

Estas espécies têm um amplo range de condições de temperatura e salinidade, ocupando massas d'águas nerítica e oceânica (ROCHON *et al.*, 1999) entretanto, segundo Marret & Zonneveld (2003) o seu domínio ocorre em regiões de alta salinidade, (mesotrófico- eutrófico), podendo estar ligada a regiões de ressurgência ou a camadas de águas superficiais bem estratificadas, (ROCHON *et al.*, 1999).

Spiniferites delicatus

Espécie costeira tolerante a um amplo range de temperatura (temperado - tropical) e são características de ambientes com altas concentrações de salinidade (MARRET & ZONNEVELD, 2003.).

S. mirabilis / S. hyperacanthus

Estas espécies têm ocorrência em regiões de temperada a tropical. Ocorrem em um amplo range de salinidade e concentração de nutrientes (oligotrófico a eutrófico) (MARRET & ZONNEVELD, 2003)

Segundo Rochon *et al.* (1999), *S. mirabilis* e *S. hyperacanthus* estão associadas às águas oceânicas quentes, com temperatura mínima no inverno superior 13°C e salinidade acima 34.5‰.

Lingulodinium machaerophorum

Considerada uma espécie cosmopolita, podendo ocorrer suas florações em ambientes eurihalinos (>36‰), com a alta taxa de nutrientes (ação antropogênica) e com as condições da superfície da água quente e estratificada; águas turbulentas e mais frias superficialmente, podem ser inadequadas para o desenvolvimento dessa espécie (MARRET & ZONNEVELD, 2003). A abundância de *L. polyedrum* (célula móvel do cisto *L. machaerophorum*), também está relacionada às florações de algas nocivas (FAN), que foi descoberta por causar a síndrome de DSP (Intoxicação Diarréica por Consumo de Mariscos) (DALE, 2001) e produzir yessotoxina (ARMSTRONG & KUDELA, 2006). Segundo Rochon *et al.* (1999) essa espécie tem sua ocorrência mais direcionada para o ambiente nerítico que oceânico.

Nematosphaeropsis labyrinthus

Wall *et al.* (1977) julgaram esta espécie como sendo oportunista, sendo a mesma tolerante a um amplo range de temperatura e salinidade. De acordo com Marret & Zonneveld (2003), ocorre na transferência nerítico/oceânico, é uma espécie eurihalina (<3‰ a >30‰) todavia, segundo Wall *et al.* (1977) e Matsuoka & Fukuyo (1987), a sua célula móvel prefere a transição da temperatura na superfície da água entre quente/fria.

Turon & Londeix (1988) notaram que *N. labyrinthus* tem uma relação antagonica com as espécies do gênero *Brigantedinium* e, esses autores, justificam esse antagonismo devido, geralmente, a *Brigantedinium* spp. ser indicativo de baixa salinidade e *N. labyrinthus* pode indicar salinidade alta.

Tuberculodinium vancampoae

Espécie encontrada em sedimentos costeiros, em regiões com clima de tropical a subtropical, eurihalina (<3‰ a >30‰), de águas quentes, encontrada em ambiente oligotrófico (MARRET & ZONNEVELD, 2003.). Harland (1983) declarou que esta espécie tem preferência por clima subtropical-tropical. Wall *et al.* (1977) caracterizou esta espécie como sendo de estuário. Dale

(1983) observou *T. vancampoe* em zonas de águas temperadas quentes, com uma única ocorrência em zonas temperadas frias.

Impagidinium spp.

Espécies tipicamente oceânicas, características de salinidade superior a 30‰ e águas mais aquecidas (VINK *et al.*, 2000). Wall *et al.* (1977) descreveu o gênero *Impagidinium* como sendo de clima tropical-subtropical.

I. aculeatum

Esta espécie pode ser considerada cosmopolita, pois ocorre em um amplo range de temperatura e salinidade, sendo encontrada em regiões tropical/subtropical em locais de oceano aberto (MARRET & ZONNEVELD, 2003). Turon (1984) julgou esta espécie como sendo de clima temperado moderado a tropical, e diz ainda, que encontrou uma abundância relativa alta no ramo principal das correntes do Atlântico Norte, relacionando este resultado possivelmente, à águas ricas em nutrientes.

I. strialatum

Espécie oceânica de clima temperado a tropical, com ocorrência em regiões com salinidade acima de 31.5‰, sua abundância relativa alta ocorre em ambientes oligotróficos, porém pode ocorrer em ambientes eutróficos (MARRET & ZONNEVELD, 2003). Segundo Harland (1983), pode ocorrer desde ambiente nerítico externo a oceânico.

I. patulum

Espécie oceânica com ocorrência em regiões de temperada a tropical, predominando nos trópicos; sua abundância relativa alta ocorre em ambientes oligotróficos de alta salinidade, podendo ocorrer em ambientes eutróficos (MARRET & ZONNEVELD, 2003). De acordo com Harland (1983), pode ocorrer desde ambiente nerítico externo a oceânico.

5.5.1.2 Cistos de Dinoflagelados Heterotróficos

Selenopemphix nephroides

Essa espécie pode ser considerada de clima temperado a tropical de ambiente costeiro, não sendo restrito a este ambiente, tem um amplo range de temperatura e concentração de nutrientes, porém sua abundância relativa alta está ligada a ambiente de mesotrófico a eutrófico (MARRET & ZONNEVELD, 2003.).

Selenopemphix quanta

S. quanta tolera um amplo range climático (temperado a tropical), sua abundância relativa alta está ligada a ambiente de mesotrófico a eutrófico, tem um amplo range de temperatura e salinidade. Ocorre em locais caracterizados pela baixa ou extremamente alta salinidade (MARRET & ZONNEVELD, 2003).

Xandarodinium xanthum

Espécie considerada costeira de clima temperado a tropical, de salinidade acima de 29.4‰, característica de ambientes que vão de oligotrófico a mesotrófico (MARRET & ZONNEVELD, 2003.).

Cistos de *Polykrikos schwartzii*

Marret & Zonneveld (2003) mencionam que cistos de *P. schwartzii* podem ser considerados como sendo característicos de clima temperado a subtropical, podendo ocorrer desde ambientes costeiros a oceânicos, de oligotrófico a eutrófico.

Cistos de *Polykrikos kofoidii*

Espécie considerada de clima subtropical a tropical ocorre em ambientes de oligotróficos a eutróficos, em áreas próximas de ressurgências (MARRET & ZONNEVELD, 2003).

Cistos de *Protoperdinium americanum*

Espécie característica de locais próximos de ressurgências, porém sua ocorrência não está restrita a essas áreas. *P. americanum* ocorre num amplo range de temperaturas, e em regiões de mesotrófica a eutrófica (MARRET & ZONNEVELD, 2003).

Echinidinium spp.

Segundo Marret e Zonneveld (2003) e Holzwarth *et al.* (2007), espécies de *Echinidinium* são características de região de ressurgências. Holzwarth *et al.* (2007) falam que a grande quantidade dessas espécies, nas proximidades de regiões de ressurgência, pode ser devido ao grande volume de presas (entre elas, diatomáceas) nesses períodos.

Brigantedinium cariacense

Segundo Marret & Zonneveld (2003), *B. cariacense* pode dominar diversos ambientes e não está restrito a nenhum range de temperatura, salinidade e concentração de nutrientes, sendo assim, considerada uma espécie cosmopolita.

6 CONCEITO DE PALINOFÁCIES

Segundo Combaz (1964) palinofácies é o estudo palinológico da assembleia total de matéria orgânica contida em um sedimento seguido pela remoção da matriz sedimentar (mineral) pela acidificação com ácido clorídrico (HCl) e ácido fluorídrico (HF). Tyson (1995) complementa dizendo que palinofácies é o estudo e compreensão do ambiente deposicional, com base na matéria orgânica, assim como identificação do potencial de rochas geradoras de hidrocarbonetos.

6.1 GRUPOS DA MATÉRIA ORGÂNICA

6.1.1 Grupo Fitoclasto

Segundo Bostick (1971), fitoclastos são todas as partículas de tamanho argila ou areia-fina do querogênio (matéria orgânica particulada), derivado de vegetais superiores terrestres ou fungos, com autofluorescência (dependendo do tecido do qual foi originado).

De acordo com Tyson (1993; 1995) e Mendonça Filho *et al.* (2010), a dominância de fitoclastos em assembleias do querogênio é devido à combinação da natureza proximal, às condições geralmente óxicas e à proporção elevada de tecidos lignificados, podendo ser transportados para o ambiente marinho através de rios. E a distribuição deste componente no ambiente marinho fornece informações sobre a energia do ambiente, bem como, a variação proximal-distal de acordo com a variação do nível relativo do mar, no quadro 2 estão dispostos os subgrupos dos fitoclastos (Quadro 2).

Quadro 2. Classificação do Grupo Fitoclasto - (Tyson, 1995; Mendonça Filho, 1999; Mendonça Filho *et al.*, 2010).

Fitoclasto		Grupo & Subgrupo		Descrição		
		Derivados de Vegetais Superiores Terrestres ou Fungos	Opaco	Alongado	Partícula de cor preta de forma alongada (comprimento 3x maior que a largura), usualmente não apresenta estrutura interna, porém, ocasionalmente, pode apresentar perfurações	
Equidimensional	Partícula de cor preta de forma quadrática, sem bioestruturas internas					
Corroído	Partícula de cor preta com contornos difusos e irregulares					
Não Opaco	Hifas de Fungo		São fragmentos de restos de fungos semelhantes a tubos estreitos e delgados, podendo apresentar coloração de marrom a transparente			
			Não Bioestruturado	Partícula de cor marrom, não apresenta estrutura interna		
	Degradado (partículas de contornos irregulares, às vezes difusos) Não Degradado (partícula de contorno nítido, pode ser levemente irregular, até mesmo lascado)		Cutícula		Partícula delgada de coloração amarelo-pálido a marrom-claro, com estrutura celular, em alguns casos com estomatos visíveis. Ocasionalmente, podem ocorrer tecidos cuticulares mais espessos, estando associada às camadas mais internas do vegetal, como o córtex ou epiderme	
			Membrana		Partícula de cor amarelo-pálido, comumente transparente, sem estrutura celular	
			Bioestruturado	Estriado	Apresenta lineações fibrosas (regulares) finas	
	Listrado			Apresenta listras irregulares ou desiguais		
	Bandado			Apresenta espessamento lateral paralelo igual ou irregular		
Perfurado	Apresenta perfurações escalariforme					
Esclereído	Células que formam o tecido esclerenquimático, com parede secundária espessada e impregnadas de lignina. Encontradas em diferentes partes do vegetal (raiz, caule, folha) e têm a função de sustentação e resistência. Os esclereídeos podem ocorrer total ou parcialmente carbonizados por processos de combustão e/ou oxidação, podendo ser classificados como componentes opacos (pretos) ou não opacos.					

6.1.2 Grupo Matéria Orgânica Amorfa (MOA)

Matéria Orgânica Amorfa é todo material orgânico derivado de bactéria, fitoplácton e agregados orgânicos degradados que não apresenta estrutura ou formas definidas. (TYSON, 1995).

Mendonça Filho *et al.* (2010) afirmam que, através do estado de preservação da MOA, é possível determinar as condições deposicionais e a caracterização do potencial de geração de hidrocarbonetos.

Tyson (1993; 1995) sugere que uma abundância relativamente alta de MOA, com intensa fluorescência (associada ao alto teor de hidrogênio), é característica de áreas de alta preservação da matéria orgânica devido às condições redutoras, especialmente em áreas de alta produtividade primária.

Dentro deste grupo, podem ser observados três subgrupos: MOA (homogênea ou heterogênea com ou sem fluorescência), MOA bacteriana e Resina (Quadro 3).

Quadro 3. Classificação do Grupo MOA - (Tyson, 1995; Mendonça Filho, 1999; Mendonça Filho *et al.*, 2010).

Grupo	Subgrupo	Descrição
Matéria Orgânica Amorfa	MOA Material orgânico derivado de ataque microbiológico.	Material não estruturado e com formato variado; pode apresentar ou não colorações de fluorescência
	Bacteriana (Esteiras microbiais) Material orgânico derivado da produtividade microbiológica.	material amorfo não estruturado, com fluorescência intensa, de origem bacteriana.
	Resina Derivada de vegetais superiores terrestres de florestas tropicais e subtropicais	Partícula não estruturada, hialina, usualmente arredondada, homogênea, pode ter ou não fluorescência.

6.1.3 Grupo Palinomorfo

Palinomorfos são os componentes da matéria orgânica que possuem parede orgânica resistente às reações com os ácidos clorídrico e fluorídrico. São divididos em: Esporomorfos (grãos de pólen e esporos), Microplâncton de água doce (como algas dos gêneros *Botryococcus* e *Pediastrum*), Microplâncton marinho (acritarcos, dinocistos e algas prasinófitas) e Zoomorfos (palinoforaminíferos, escolecodontes e quitinozoários) (Quadro 4).

Quadro 4. Classificação do Grupo Palinomorfo - (Tyson, 1995; Mendonça Filho, 1999; Mendonça Filho *et al.*, 2010).

Grupo	Subgrupos		Descrição	
Palinomorfo	Esporomorfo	Esporo	Palinomorfo terrestre produzido por pteridófitas, briófitas e fungos	Palinomorfo de forma triangular ou circular, apresenta marca trilete ("Y") ou monolete (uma cicatriz). Ornamentação variada. Podem ocorrer como mássulas (Azolla), aglomerados e tétrades
		Grão de Pólen	Palinomorfo terrestre produzido por gimnospermas e angiospermas	Palinomorfo com morfologia complexa a simples, usualmente esférico a subsférico; ornamentação variada, pode apresentar aberturas. Podem ocorrer como aglomerados e tétrades
	Microplâncton de água doce	<i>Botryococcus</i>	Algas Chlorococcales	Colônias globulares irregulares; tamanho 30 a 2000 µm, algumas vezes com vários lóbulos; laranja-marrom. Ordoviciano-Recente
		<i>Pediastrum</i>		Algas verdes, radialmente simétricas; tamanho 30 a 2000 µm em diâmetro com dois chifres no anel mais externo das células. Células internas podem ser de forma irregular com espaço entre elas ou compactadas. Jurássico (?)-Recente
	Microplâncton marinho	Cistos de Dinoflagelados	Restos de cistos produzidos durante a parte sexual do ciclo de vida. Classe Dinophyceae	Principal característica é a paratabulação que divide a teca em placas retangulares ou poligonais separadas por suturas. Três morfologia principais: proximados, cavados e corado. Existem espécies atuais de água doce. Triássico - Recente
		Prasinófitas	Microfósseis produzidos por pequenas algas quadriflageladas	Maioria, como <i>Tasmanites</i> , são esféricas; diâmetro 50 a 2000 µm. Existem espécies atuais de água doce. Pré-Cambriano - Recente
		Acritarcos	Cistos fossilizados, unicelulares de parede orgânica. Não podem ser atribuídos a nenhum grupo conhecido de organismos	São eucariontes e de pequena dimensão (5 a 150 µm). Possuem simetria, forma, estruturada e tipo de desenvolvimento da ornamentação bem variados. Surgiram no Pré-Cambriano, com auge no Ordoviciano-Devoniano. No Mesocenoico exibem baixa diversidade.
	Zoomorfo	Palinoforaminífero	Película interna quitinosa que reveste a carapaça de foraminíferos	Revestimento orgânico interno de testas de microforaminíferos recuperados na preparação de amostras para análises de palinofácies e palinologia. Coloração bege, marrom-claro a marrom-escuro. Principais morfogrupos: simples, unisseriais, bisseriais, espiralados e compostos.
		Escolecodonte	Elementos dispersos do aparelho bucal de anelídeos poliquetas	Peças bucais, compostas por quitina. Ordoviciano inferior-Recente.
		Quitinozoário	Vesícula em formato de frascos ou pequenas garrafas ocas (30 a 2000 µm), afinidade incerta	Constituem um grupo extinto de organismos marinhos dotados de testas orgânicas de quitina. Ordoviciano-Devoniano.
Outros	Zooclastos (Graptólitos, Ovos de copépodes); <i>Spongiophyton</i>			

O Grupo Palinomorfo é o menos abundante dos três principais grupos morfológicos da matéria orgânica particulada, a abundância relativa de palinórfos é primeiramente controlada pela extensão da diluição por fitoclastos ou matéria orgânica amorfa (Tyson, 1993).

Este Grupo pode fornecer indicações da proximidade de fontes fluviais, interpretação de sistemas deposicionais e informação sobre tendências transgressiva/regressiva. De acordo com

Traverse (2007), o estudo das associações dos palinomorfos pode fornecer informações paleoclimáticas assim como, a análise dos componentes continentais e marinhos pode viabilizar resultados relacionados às variações ambientais e nível relativo do mar.

A abundância e diversidade do subgrupo esporomorfo presente no sedimento, de acordo com Groot *et al.* (1965), está relacionada às mudanças no nível relativo do mar, extensão da plataforma e diferenças na distância de transporte pelas fontes fluvio-deltaicas.

Já o subgrupo *Pediastrum* parece ser mais abundante em lagos tropicais e subtropicais permanentes, de baixa salinidade. Assembleia dessas algas pode também estar associada a lagos eutróficos anóxico-disóxicos (TYSON, 1995). Segundo Tyson (1993), a percentagem das algas dos gêneros *Pediastrum* e *Botryococcus* 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.

Com relação ao subgrupo palinoforaminífero (revestimento orgânico interno dos foraminíferos), a abundância deste diminui com o aumento da lâmina d'água, pois estes revestimentos são originados mais de foraminíferos bentônicos que planctônicos (Melia, 1984).

O estudo do subgrupo dos dinocistos oferece informações relevantes relacionadas ao ambiente deposicional, já que suas células móveis (dinoflagelados) são bastante sensíveis às mudanças ambientais, além de fornecer informações sobre paleoprodutividade primária, eventos de ressurgência e processos de eutrofização (DALE, 1996).

7 MATERIAL E MÉTODOS

7.1 MATERIAL E MÉTODOS

O material estudado foi extraído na forma de testemunho do tipo *Kulleberg* (amostrador de “queda livre”). As amostras e os resultados geocronológicos e de granulometria foram cedidos pelo projeto “Produtividade na ressurgência costeira de Cabo Frio e seu potencial de acúmulo de matéria orgânica: Interação hidrosfera – biosfera” – Parte II, ligado à Rede de Geoquímica fomentado pela PETROBRAS.

Para este trabalho foram realizadas as análises de Carbono Orgânico Total (% COT) e Enxofre Total (% S), assim como, a integração dos estudos de palinofácies e palinologia com ênfase nos dinocistos, em dois testemunhos (*Kulleberg* 1- CF-10-01 e *Kulleberg* 15- CF-10-15) do período Quaternário, obtidos na plataforma de Cabo Frio.

Do testemunho CF-10-01, localizado na plataforma distal, foram realizadas as análises em 37 amostras para palinofácies; 37 para análise dos palinomorfos e 37 para contagem de dinocistos, somando 111 lâminas. Do testemunho CF-10-15, localizado na plataforma proximal, foram realizadas as análises em 44 lâminas para palinofácies; 44 para análise dos palinomorfos e 44 para contagem de dinocistos, somando 132 lâminas. As análises de COT e S foram realizadas nas 81 amostras (37 amostras do CF-10-01 e 44 do CF-10-15). Os testemunhos têm um intervalo médio de amostragem de 10 cm, com 3,65m de comprimento (CF-10-01) e 4,35m de comprimento (CF-10-15) (Quadro 5).

As amostras foram processadas e analisadas nos Laboratórios de Preparação de Microfósseis e de Palinofácies & Fácies Orgânica (LAFO) do Departamento de Geologia, IGEO/CCMN, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

As descrições litológicas apresentadas na figura 11 não representam os perfis dos testemunhos estudados, mas sim de testemunhos localizados próximos (até 1m de distância).

Os dados geocronológicos foram obtidos através de análises de isótopo de Carbono ($\delta^{14}\text{C}$), realizados pela equipe da Universidade Federal Fluminense (UFF). Para análise do Testemunho CF-10-15 foi utilizada a datação de um testemunho localizado próximo a este (até 1m de distância). A datação foi realizada, a princípio, somente em três amostras (topo, meio e base).

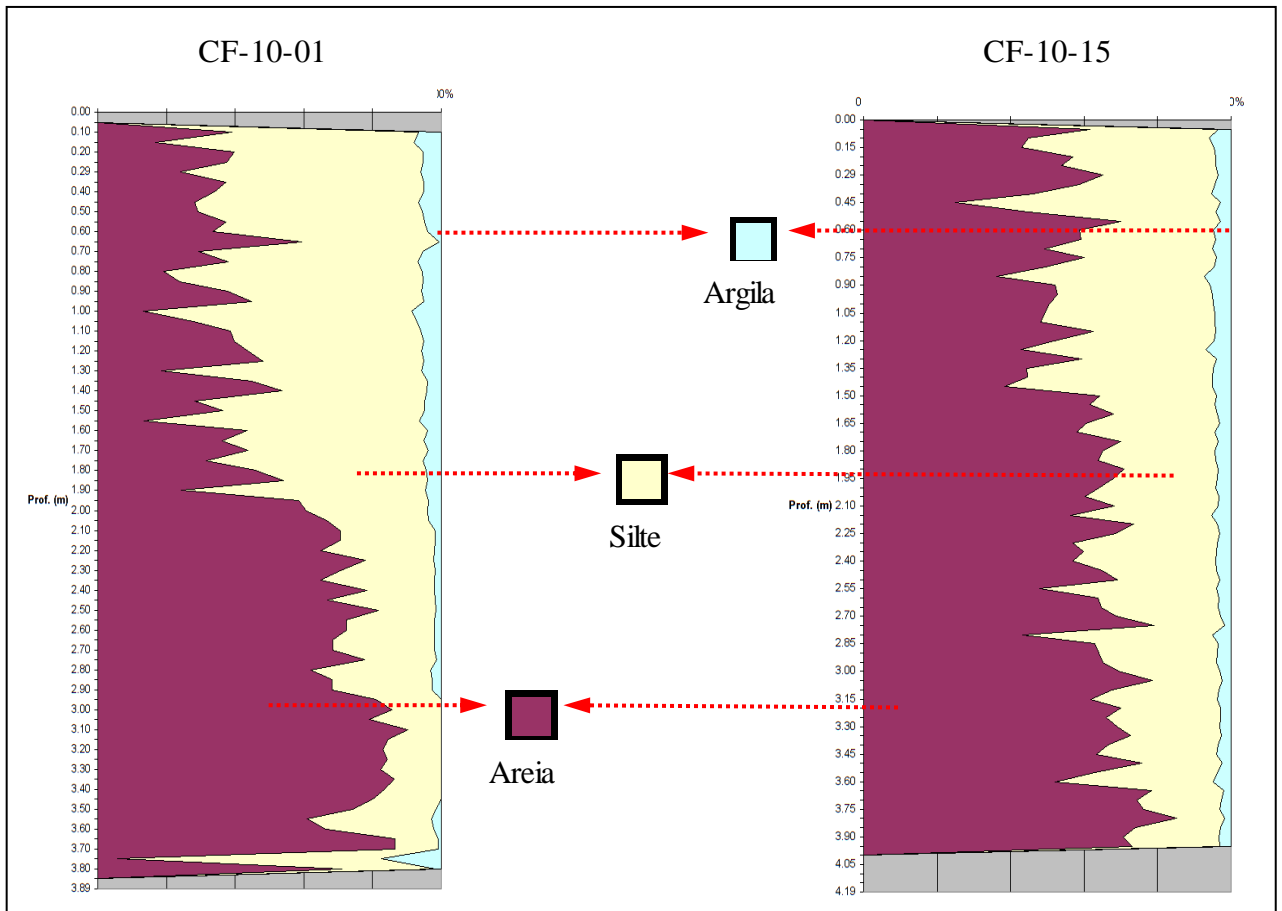


Figura 11. Descrição litológica de testemunhos localizados próximos dos testemunhos estudados (CF-10-01 e CF-10-15), apresentando até 1m de distância.

Quadro 5. Quantidade de amostras por testemunho e que foram utilizadas para as análises.

Testemunho	Comprimento (m)	Amostras	Palinofácies	COT/S	Palinologia	Dinocistos
CF-10-01	3,65	37	37	37	37	37
CF-10-15	4,35	44	44	44	44	44

7.2 PARTE EXPERIMENTAL

7.2.1 Processamento para análise de Carbono Orgânico Total (COT) e Enxofre (S)

As análises de COT e Enxofre foram realizadas no Laboratório de Palinofácies & Fácies Orgânica (LAFO), do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro

(UFRJ) e seguem as normas de referência da ASTM (*American Society for Testing and Materials* - 2008) e NCEA – C- 1282 (United States Environmental Protection Agency – US EPA, 2002 – Disponível em: <http://www.epa.gov>. Acessado em: 11 de Agosto 2011).

Primeiramente, o volume de 2g de amostra *in natura* é pulverizada no interior da célula trituradora do moinho e, logo depois, é pesado cerca de 0,26g de amostra em um cadinho de cerâmica poroso (de massa conhecida).

Após a etapa de pesagem, no cadinho, a mostra é acidificada com ácido clorídrico (HCl 1:1) a frio, para eliminação dos carbonatos, permanecendo assim durante 24 horas. Após este procedimento, a amostra é lavada com água destilada aquecida, para eliminação dos cloretos. A amostra deve permanecer por 1 hora nesta etapa. Em seguida, a amostra é lavada com água destilada em temperatura ambiente até alcançar o pH próximo de 6.

O excesso de água é retirado da amostra e esta é levada à estufa, onde permanece por, aproximadamente, 3 horas à temperatura de 65°C e, posteriormente pesada. Essa pesagem é necessária para o cálculo do Resíduo Insolúvel (fração de amostra não eliminada pelo tratamento com HCl), que é obtido em percentagem.

Para determinar o conteúdo de COT/S insere-se no *software* do analisador SC-144DR Leco (instrumento de quantificação simultânea de Carbono e Enxofre através de um detector de infravermelho) a identificação e a massa inicial da amostra, optando-se por uma curva de calibração adequada. A curva é feita com variação de massa (0,10g a 0,30g) do padrão em triplicata e, para obter um resultado preciso durante a análise, a área da amostra deve estar dentro do limite da variação indicada na curva de calibração.

Então, a amostra pesada é levada ao tubo de combustão do analisador numa atmosfera de oxigênio (superseco) à temperatura de 1350°C. A combinação temperatura e fluxo de oxigênio levam a amostra à combustão total. Os elementos contidos na amostra sofrerão, durante este processo, uma oxi-redução. A leitura dos gases formados (carbono e enxofre oxidados formam, respectivamente CO₂ e SO₂), exceto as moléculas dipolares que são absorvidas na região de infravermelho do analisador.

Calculo do Resíduo Insolúvel (RI)

O Resíduo Insolúvel, que corresponde à fração de amostra não eliminada pelo tratamento com o ácido (HCl), é obtido em percentagem da seguinte maneira: massa da amostra descarbonatada (**M2**), dividida pela massa inicial (**M1**) e multiplicada por 100.

$$\% \text{ RI} = \frac{\text{M2}}{\text{M1}} \times 100$$

7.2.2 Processamento para análise de Palinofácies

As 81 amostras (CF-10-01 e CF-10-15) foram processadas para análises organopalinológicas, bem como, para as análises de palinologia e para concentração de dinocistos, no Laboratório de Preparação de Microfósseis do Departamento de Geologia da UFRJ. A análise das lâminas foi realizada no LAFO, as quais, foram examinadas qualitativa e quantitativamente, para determinação dos componentes particulados da matéria orgânica.

A preparação do material para análise de palinofácies utiliza os procedimentos palinológicos não oxidativos padrões, descritos por Tyson (1995) e Mendonça Filho *et al.* (2010). Para tal análise, foi utilizado o volume de 25g de sedimento.

A primeira etapa desta técnica inicia-se com a acidificação cobrindo toda a amostra, contida em um béquer de 1000 mL, com ácido clorídrico (HCl 37%), permanecendo por um período de 18 horas, para a eliminação dos carbonatos.

Após 18 horas, começa a etapa de neutralização da amostra acrescentando água filtrada no béquer. Este material fica em repouso durante 1 hora para a decantação. Após este intervalo, é realizado o descarte do líquido sobrenadante com o auxílio de uma peneira com malha de abertura de 10µm, e o material retido na peneira deve retornar para o béquer. Esta etapa é repetida até alcançar um pH próximo de 5.

A etapa seguinte é a acidificação com o ácido fluorídrico (HF 40%), para remoção dos silicatos. Após 24 horas, é realizado o mesmo procedimento de neutralização da etapa anterior.

Após a completa neutralização do material, é adicionado novamente, o HCl (aproximadamente 5 a 10mL) para a remoção dos possíveis fluorsilicatos formados durante os procedimentos de acidificação. Após 3 horas realiza-se, novamente o processo de neutralização das amostras.

Após as etapas de acidificação e neutralização da amostra, elimina-se o excesso de água possível do béquer e transporta-se o material mais fino para um tubo de centrífuga de 50 mL. Esse material é centrifugado durante um período de 3 minutos, em 1500 rpm, em seguida, descarta-se

todo o líquido sobrenadante. Após esse procedimento, acrescenta-se Cloreto de Zinco ($ZnCl_2$), líquido de densidade intermediária entre o material orgânico e o inorgânico, e agita-se o tubo para homogeneização do material. Finalizando esta etapa, o material fica em repouso para a separação do resíduo orgânico. Este procedimento é utilizado para separar, por flotação, o que resta dos minerais, obtendo-se apenas o resíduo orgânico.

Após a separação da fração sobrenadante (resíduo orgânico), transfere-se o material que está na superfície do tubo (matéria orgânica) para outro tubo. Acrescenta-se algumas gotas de HCl a 20%, completa-se com água filtrada e centrifuga-se novamente por 3 minutos a 1500 rpm. Após a centrifugação descarta-se o sobrenadante, completa-se o tubo com água filtrada e centrifuga-se novamente. Este procedimento é realizado até que o material esteja completamente neutralizado (pH entre 5 - 6).

O material isolado (resíduo orgânico) é transportado para um frasco com tampa e devidamente etiquetado.

Para confecção da lâmina, utiliza-se lâmina de vidro (24x76 mm), lamínula (24x24 mm) e Entellan-Merck (resina a base de xileno).

Sobre uma placa aquecida (50°C) coloca-se duas lamínulas (uma para resíduo peneirado, com o uso de uma malha de 10 μ m e a outra para resíduo não peneirado), adiciona-se uma gota do resíduo orgânico juntamente com algumas gotas de água filtrada, para espalhar o material. Após a secagem do material, as duas lamínulas são coladas em uma mesma lâmina com resina Entellan.

7.2.3 Processamento para análise dos Palinomorfos

As 81 amostras (37 do Testemunho CF-10-01 e 44 do Testemunho CF-10-15) foram processadas para análise palinológica. Este método segue o mesmo procedimento de preparação para palinofácies, porém, com o objetivo de concentrar os palinomorfos e remover os outros componentes, no momento da confecção da lâmina, o resíduo é transportado para uma peneira com malha de abertura de 10 μ m e é lavado até a eliminação da matéria orgânica indesejável, (Grupos Fitoclasto e MOA), que podem dificultar a identificação dos palinomorfos.

Para esta etapa, caso seja necessário, pode-se utilizar o ultra-som (durante 1 min.) e algumas gotas de extran (detergente alcalino), para auxiliar na limpeza do material. Após este procedimento, é necessário o peneiramento do material para a retirada do detergente alcalino.

Após a lavagem, o resíduo é transportado para um frasco com tampa devidamente etiquetado, e está pronto para a confecção das lâminas para análise de palinologia.

A confecção da lâmina segue o mesmo procedimento descrito para palinofácies, porém colando-se somente uma lamínula no centro da lâmina.

7.2.4 Processamento Para Concentração de Dinocistos

Esta preparação segue os procedimentos descritos por Oliveira *et al.* (2004); Oliveira (2011), no qual foi aprimorado o processamento para concentração de dinocistos do Quaternário e, com isso, direcionar os estudos de identificação de espécies de cistos de dinoflagelados, para um melhor entendimento paleoambiental.

Primeiramente, acidifica-se a amostra contida em um béquer de 1000 mL com ácido clorídrico a 37% (HCl 37%). Essa amostra fica em repouso durante um período de 18 horas, para a eliminação dos carbonatos.

Após 18 horas, começa a etapa de neutralização da amostra acrescentando água filtrada no béquer e, em seguida, todo o material é transportado para uma peneira, com malha de abertura de 5 μm , com a finalidade de recuperar os dinocistos com tamanho inferior a 10 μm . Após a neutralização, o material é retornado para o béquer.

A segunda etapa consiste na acidificação do material com o ácido fluorídrico a 40% (HF 40%). Este material permanece em repouso durante 24 horas, para remoção dos silicatos. Após 24 horas, realiza-se o mesmo processo de neutralização utilizado na etapa anterior.

Após as etapas de acidificação, realiza-se o método de bateamento (procedimento mecânico e artesanal que consiste na separação por densidade da fração orgânica, eliminando toda fração inorgânica) proposto por Matsuoka & Fukuyo (2000a) e utilizado por Oliveira (2003; 2011); Oliveira *et al.* (2004). Nesta etapa, coloca-se o resíduo neutralizado em um vidro de relógio (15 cm de diâmetro) e, manualmente, gera-se movimentos circulares utilizando-se um picete com água filtrada, para provocar um redemoinho, até que se concentre todo mineral (componente mais pesado que permanece após as etapas de acidificação), no centro do vidro de relógio, depositado no fundo e os componentes orgânicos, mais leves fluem e concentram-se no centro, na coluna d'água. Este sobrenadante é retirado com o auxílio de uma pipeta e despejado numa peneira com malha de abertura de 5 μm . Em seguida, o material que foi depositado na peneira, é colocado novamente no

vidro de relógio e o mesmo procedimento é realizado, até que os minerais sejam totalmente removidos. entre os intervalos de um bateamento e outro, coloca-se uma gota do resíduo bateado em uma lâmina e leva-se ao microscópio para a visualização do material para certificar-se de que esteja completamente limpo.

Após a etapa de bateamento, para uma melhor limpeza do material (eliminação dos componentes MOA e fitoclastos), foi necessário utilizar o ultra-som (durante 1 min.) e o extran (detergente alcalino).

O material obtido após o processamento é armazenado em um frasco com tampa devidamente etiquetado, e está pronto para a confecção das lâminas para contagem de dinocistos.

A confecção da lâmina segue o mesmo procedimento descrito para palinofácies e palinologia, colando somente uma lamínula no centro da lâmina.

7.3 ANÁLISE DE PALINOFÁCIES

A análise de palinofácies foi realizada no LAFO. O material foi analisado em microscópio Zeiss, modelo Axioskop 2-plus, com objetivas de 10x, 20x e 40x, sob luz branca transmitida e luz azul incidente (fluorescência), para o exame quantitativo e qualitativo dos componentes da matéria orgânica (Fitoclastos, Matéria Orgânica Amorfa e Palinomorfos), atentando particularmente, para o seu tamanho, forma e estado de preservação.

Essa contagem foi realizada fazendo-se uma cobertura da lâmina, através de seções transversais verticais, utilizando-se uma ocular com retículo cruzado graduado.

Nesta análise é feita a identificação dos componentes organopalinológicos (grupos e subgrupos do querogêneo) e a contagem de 300 a 500 partículas desses componentes, registradas manualmente em folhas de contagem, obedecendo a classificação proposta por Tyson (1995) e Mendonça Filho *et al.* (2010), sendo os fragmentos com tamanho inferior a 10 μ m ignorados.

7.4 ANÁLISE DOS PALINOMORFOS

A caracterização do material palinológico foi realizada no LAFO, em microscópio Zeiss, modelo Axioskop 2-plus, com objetivas de 20x, 40x e 100x de aumento, em microscopia sob luz branca transmitida e luz azul incidente (fluorescência).

Para esse estudo, são realizadas as análises qualitativas e quantitativas para a determinação dos grupos dos palinomorfos constituídos de parede orgânica, sendo estes: esporomorfos (grãos de pólen e esporos), microplâncton de água doce (*Botryococcus e Pediastrum*), microplâncton marinho (acritarcos, dinocistos e prasinófitas) e zoomorfos (palinoforaminíferos, escolecodontes e quitinozoários).

Esta análise consiste na identificação e contagem, realizada no campo total da visada da lâmina, de 300 a 500 partículas dos componentes do Grupo palinomorfo, sendo os dados registrados manualmente em folhas de contagem.

7.5 ANÁLISE DOS DINOCISTOS

A identificação e contagem dos dinocistos foram realizadas no LAFO, em microscópio Zeiss, modelo Axioskop 2-plus, com objetivas de 20x, 40x e 100x de aumento, em microscopia sob luz branca transmitida e luz azul incidente (fluorescência).

Foram registrados todos os *taxa* que apresentaram-se no campo visual, exceto aqueles que se mostraram em mal estado de preservação e fragmentos não identificáveis e/ou com menos da metade da forma e tamanho originais.

Para este trabalho, as espécies de dinocistos foram divididas em autotróficas e heterotróficas devido à falta de informações relacionadas às espécies mixotróficas.

A contagem das espécies de cistos de dinoflagelados é realizada no campo total da visada, até que se complete 300 partículas (CHANG, 1967; DINO, 1992; HASHIMOTO, 1995; LANA, 1997; CARVALHO, 2001), sendo os dados registrados manualmente em folhas de contagem.

7.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Após a análise quantitativa dos componentes orgânicos foi realizado o 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 81 amostras, sendo 37 do Testemunho CF-10-01 e 44 amostras do CF-10-15. Para

análise palinológica foram consideradas as amostras que atingiram acima de 30 partículas, totalizando 81 (CF-10-01 e CF-10-15), e para dinocistos foram consideradas as 81 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.

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

8 RESULTADOS

8.1 RESULTADOS DO TESTEMUNHO CF-10-01

8.1.1 Análise de palinofácies

Foram processadas 37 amostras do Testemunho CF-10-01, localizado na região mais distal da plataforma continental (plataforma externa), para análise de palinofácies. Todas as amostras apresentaram uma satisfatória recuperação da matéria orgânica particulada.

Através do exame organocomposicional, ao longo do testemunho, foram observados os três principais grupos da matéria orgânica (Fitoclastos, MOA e Palinomorfos). O grupo MOA ocorre com maior representatividade, com valores percentuais variando entre 4,47% - 90,21%; seguido do grupo Fitoclasto, com valores percentuais variando entre 3,30 - 68,69% (Tabela 1; Figuras 12, 13, 14). De um modo geral, o grupo Fitoclasto ocorre com uma maior percentagem na base do testemunho (profundidade de 2,55 m), onde há o predomínio de areia, e o grupo MOA apresenta uma maior ocorrência no topo (profundidade de 0,65 m), onde ocorre o predomínio de silte. O grupo Palinomorfo ocorre com baixos valores, em relação aos outros grupos, exibindo apenas alguns picos mais elevados (Figura12).

Tabela 1. Valores percentuais dos três principais Grupos da Matéria Orgânica – Testemunho CF-10-01.

CF-10-01	Prof. (m)	Fitoclasto %	MOA %	Palinomorfo %
1	0,05	7,03	71,88	21,09
2	0,15	4,75	85,13	10,13
3	0,25	4,10	85,80	10,09
4	0,35	6,51	86,39	7,10
5	0,45	3,30	89,11	7,59
6	0,55	5,50	90,21	4,28
7	0,65	15,05	75,24	9,72
8	0,75	9,60	80,80	9,60
9	0,85	16,50	66,34	17,15
10	0,95	10,80	81,48	7,72
11	1,05	20,91	56,82	22,27
12	1,15	11,36	81,39	7,26
13	1,25	10,29	85,53	4,18
14	1,35	10,19	83,44	6,37
15	1,45	11,97	86,08	1,94
16	1,55	53,14	33,65	13,21
17	1,65	36,98	53,05	9,97
18	1,75	18,29	75,71	6,00
19	1,85	29,39	65,50	5,11
20	1,95	46,71	45,77	7,52
21	2,05	48,02	42,55	9,42
22	2,15	48,22	46,93	4,85
23	2,25	49,84	38,32	11,84
24	2,35	63,69	27,07	9,24
25	2,45	43,22	50,79	5,99
26	2,55	69,55	25,07	5,37
27	2,65	55,63	37,62	6,75
28	2,75	60,68	30,03	9,29
29	2,85	56,35	31,58	12,07
30	2,95	48,08	40,71	11,22
31	3,05	70,65	19,68	9,68
32	3,15	68,14	10,09	21,77
33	3,25	59,68	32,90	7,42
34	3,35	69,50	13,52	16,98
35	3,45	40,19	39,87	19,94
36	3,55	62,01	18,83	19,16
37	3,65	68,69	4,47	26,84

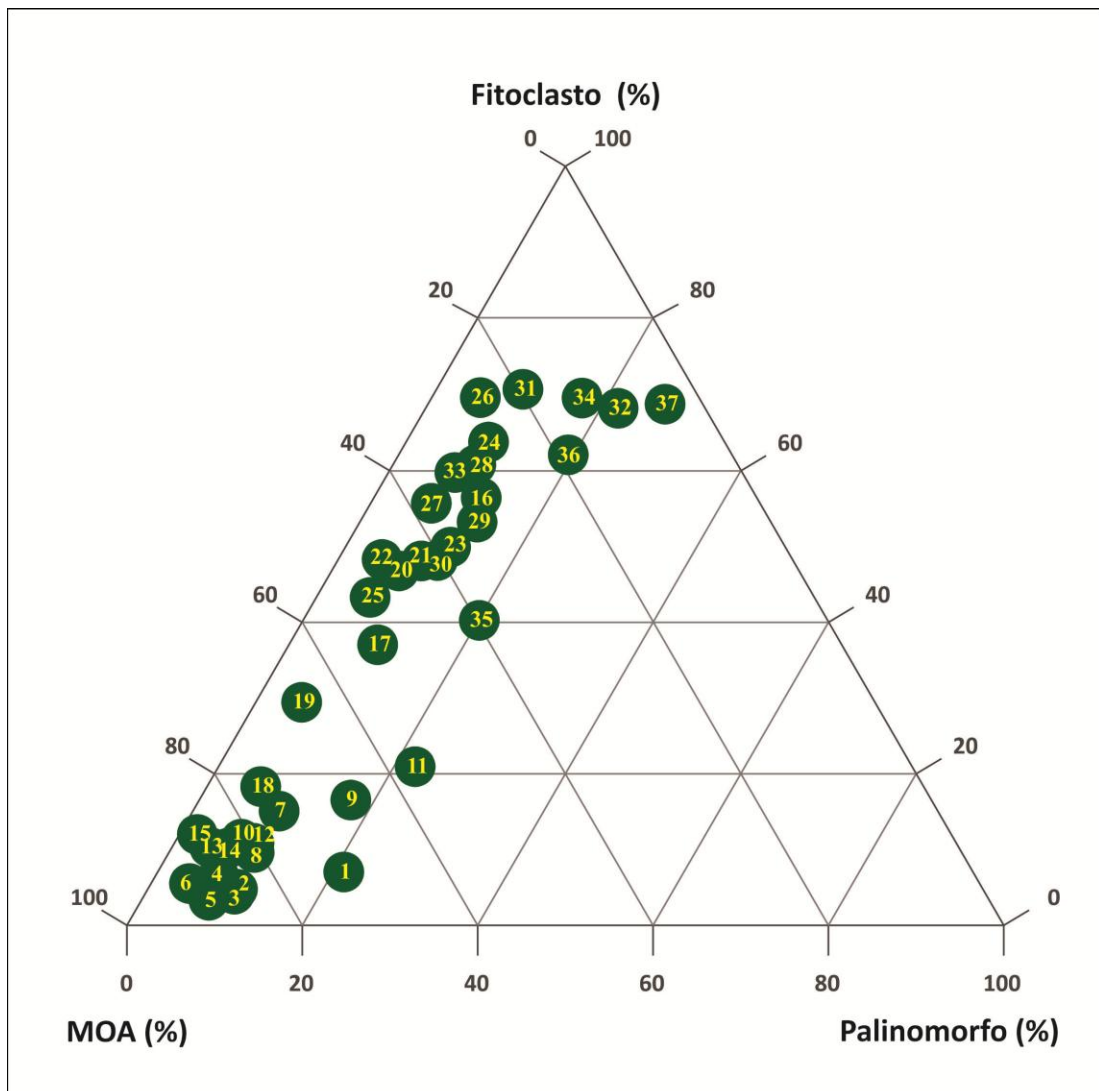


Figura 13. Diagrama ternário mostrando as variações percentuais dos três principais Grupos da Matéria Orgânica (Fitoclasto-MOA-Palinomorfo) – Testemunho CF-10-01.

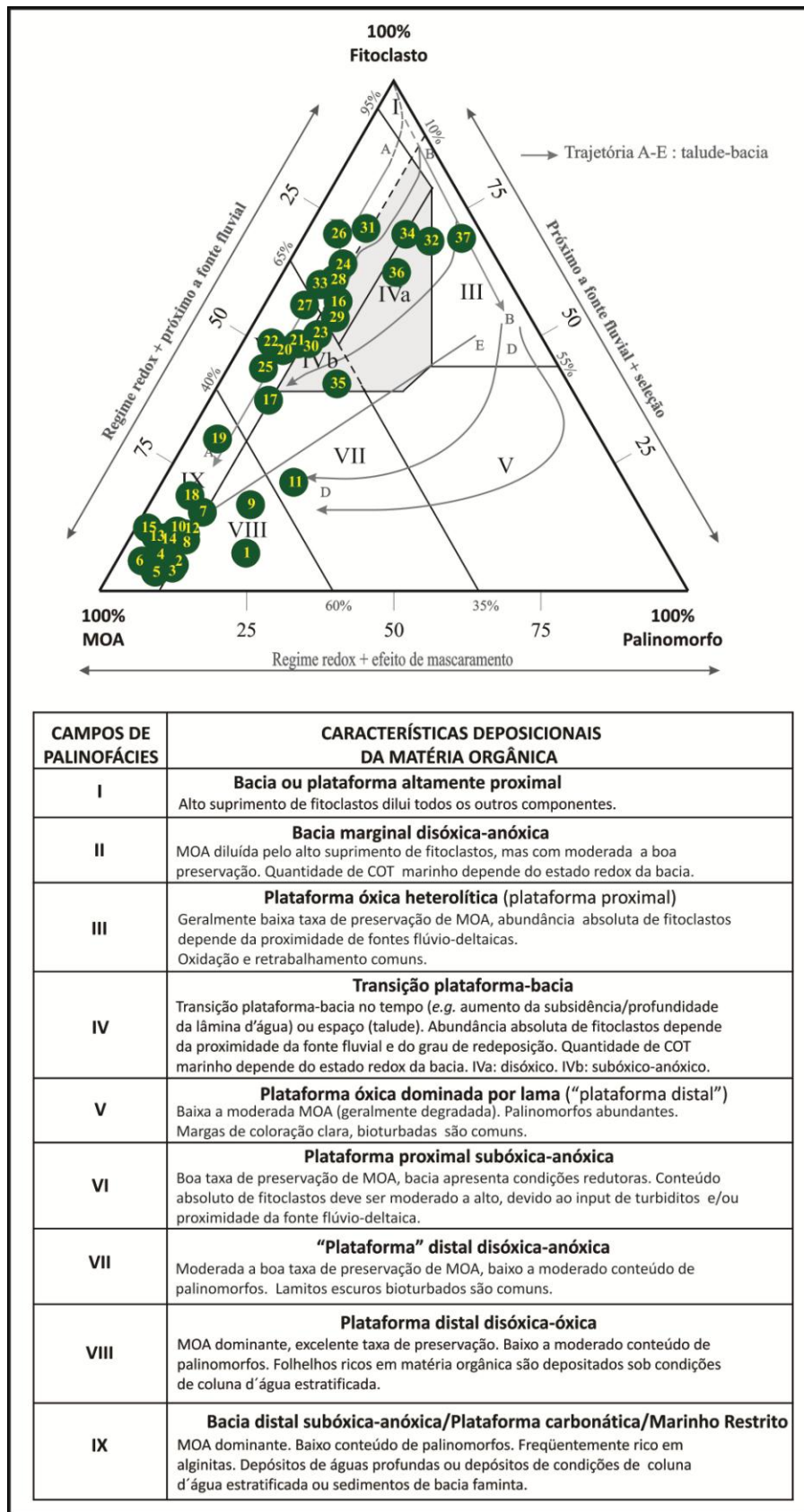


Figura 14. Diagrama ternário com os campos de palinofácies definidos pelos valores percentuais dos três principais Grupos da Matéria Orgânica do - Testemunho CF-10-01 (Tyson, 1995; Mendonça Filho *et al.*, 2010).

8.1.1.1 Descrição dos resultados de palinofácies

Uma descrição mais detalhada dos grupos da matéria orgânica particulada foi realizada com intuito de alcançar um melhor entendimento do ambiente deposicional.

A base do testemunho, amostras 16 - 37 (1,55 - 3,65m), apresenta uma alternância na abundância dos grupos Fitoclasto e MOA, porém o predomínio é do primeiro grupo, representado, principalmente, por cutícula, com valores percentuais variando entre 8,57 - 52,26%, expressando valores percentuais mais baixos, apenas entre os intervalos 1,75 - 1,85m (amostras 18 e 19), com 8,57% e 18,53%, respectivamente. Essas cutículas apresentaram-se com um aspecto bastante degradado. Os demais subgrupos do grupo Fitoclasto não ocorrem com valores percentuais expressivos (Figura 15; Estampa 1 em Anexo).

Na porção intermediária, o Grupo MOA, representado pelo subgrupo da MOA homogênea fluorescente, exibindo coloração fraca a moderada (marrom ao laranja apagado), é o mais representativo, apresentando valores percentuais entre 4,47 - 75,71%, ocorrendo um pico maior entre as profundidades 1,75 e 1,85m (amostras 18 e 19), com valores percentuais 75,71% e 65,50%, respectivamente.

O topo deste testemunho, da amostra 1 a 15 (profundidade de 0,05 - 1,45 m), apresenta valores inversos à porção anterior, com o Grupo MOA ocorrendo com valores percentuais mais elevados, variando entre 54,55 - 90,21% e as cutículas ocorrem com valores percentuais em entre 0,99 - 9,55%. Os subgrupos do Grupo Fitoclasto similarmente às porções anteriores, não apresentam valores relevantes, quando comparados com a ocorrência das cutículas.

Ao longo deste testemunho o Grupo Palinomorfo é o menos representativo, com somente alguns picos que se alternam entre os componentes de origem continental e marinho (Tabela 2).

Tabela 2. Valores percentuais dos subgrupos da matéria orgânica em relação ao total da Matéria Orgânica – Testemunho CF-10-01.

CF-10-01	Prof. (m)	MOA			FITOCLASTO (%)													PALINOMORFO (%)			
		Het Flu	Hom Flu	Res	Opaco			Não Opaco										Continentais		Marinho	Zoomor
					Alon	Equi	Corr	Bioestruturado				Não Bioestruturado			Cut	Mem	Esporo	Botry	Dino	Palin	
								Lis	Est	Ban	Perf	Degr	Não Degr	Fito Amorf							
1	0,05	0,00	71,88	0,00	0,96	0,32	1,28	0,00	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	3,51	0,00	6,07	0,00	10,54	4,47	
2	0,15	0,00	84,18	0,95	0,32	0,00	0,32	0,32	0,95	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	1,9	0,32	2,53	0,32	4,75	2,53	
3	0,25	0,00	85,17	0,63	0,00	0,00	0,32	0,32	0,95	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	1,58	0,32	1,58	0,63	5,05	2,84	
4	0,35	0,00	85,80	0,59	1,18	0,00	0,30	0,00	0,00	0,30	0,89	0,00	0,00	0,00	3,85	0,00	1,48	0,00	5,33	0,30	
5	0,45	0,00	89,11	0,00	0,33	0,33	0,33	0,00	0,33	0,00	0,00	0,66	0,00	0,00	0,99	0,33	1,32	0,00	3,96	2,31	
6	0,55	0,00	90,21	0,00	0,92	0,31	0,31	0,31	0,31	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	2,45	0,61	1,53	0,00	2,45	0,31	
7	0,65	0,00	75,24	0,00	0,94	0,31	0,63	0,63	1,25	0,00	0,31	0,31	0,31	1,25	9,09	0,00	5,02	0,00	4,39	0,31	
8	0,75	0,31	80,50	0,00	0,93	0,31	0,93	0,31	0,31	0,00	0,00	1,24	0,31	0,62	4,64	0,00	2,17	0,00	6,81	0,62	
9	0,85	0,00	64,72	1,62	0,65	0,65	2,27	1,29	0,32	0,00	0,00	0,97	0,00	1,94	8,41	0,00	3,56	0,32	10,68	2,59	
10	0,95	0,00	80,56	0,93	0,62	0,93	0,93	0,62	1,23	0,00	0,00	0,62	0,00	1,85	3,7	0,31	0,62	0,00	5,56	1,54	
11	1,05	0,00	54,55	2,27	4,09	0,45	0,45	0,00	2,27	0,00	1,36	0,91	0,00	0,91	9,55	0,91	3,18	0,00	10,91	8,18	
12	1,15	0,00	80,76	0,63	2,84	0,32	1,89	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,00	5,36	0,00	0,95	0,00	5,36	0,95	
13	1,25	0,00	85,21	0,32	1,61	0,00	0,96	0,64	0,00	0,00	0,32	0,32	0,00	0,64	5,47	0,32	0,32	0,00	3,22	0,64	
14	1,35	0,00	82,80	0,64	1,27	0,32	0,96	0,00	0,64	0,00	0,32	0,32	0,00	0,96	5,41	0,00	0,64	0,32	3,50	1,91	
15	1,45	0,00	85,76	0,32	0,97	0,00	1,29	0,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	7,44	0,65	1,29	0,00	0,65	0,00	
Min.		0,00	54,55	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99	0,00	0,32	0,00	0,65	0,00	
Max		0,31	90,21	2,27	4,09	0,93	2,27	1,29	2,27	0,30	1,36	1,24	0,32	1,94	9,55	0,91	6,07	0,63	10,91	8,18	
16	1,55	1,57	31,45	0,63	3,46	0,00	2,52	1,57	2,20	0,00	0,94	1,26	0,00	1,89	38,99	0,31	9,75	0,31	2,20	0,94	
17	1,65	0,00	53,05	0,00	4,18	0,96	1,29	1,61	0,96	0,00	0,32	0,00	0,00	1,61	26,05	0,00	6,11	0,32	2,57	0,96	
18	1,75	0,00	75,71	0,00	1,71	0,57	0,86	0,57	2,00	0,29	0,00	1,14	0,00	0,86	8,57	1,71	3,43	0,00	0,57	2,00	
19	1,85	0,00	65,50	0,00	2,56	0,32	1,92	0,32	1,28	0,32	0,32	1,28	0,00	0,96	18,53	1,60	2,24	0,32	1,92	0,64	
20	1,95	0,00	45,45	0,31	3,76	0,31	1,88	0,94	1,88	0,94	0,63	1,57	0,00	1,25	33,23	0,31	4,70	0,00	2,19	0,63	
21	2,05	0,00	42,55	0,00	3,34	0,30	3,65	0,30	11,25	0,00	0,61	0,00	0,30	3,34	20,97	3,95	1,82	0,30	6,08	1,22	
22	2,15	0,00	46,93	0,00	1,94	0,65	2,27	0,00	5,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	33,33	3,56	0,97	0,00	3,24	0,65	
23	2,25	0,00	38,32	0,00	2,80	0,62	5,30	0,93	2,49	0,31	0,31	1,25	0,00	3,43	30,53	1,87	3,12	0,00	7,79	0,93	
24	2,35	0,00	27,07	0,00	4,14	0,64	0,96	0,32	3,18	0,32	0,00	1,59	0,32	2,55	47,77	1,91	3,18	0,00	4,78	1,27	
25	2,45	1,26	47,95	1,58	4,73	0,63	3,15	0,32	3,79	0,32	0,32	1,89	0,00	1,89	24,29	1,89	1,26	0,00	4,73	0,00	
26	2,55	0,90	21,49	2,69	3,28	1,19	3,58	0,30	7,76	0,00	0,90	0,90	0,00	0,00	49,85	1,79	1,49	0,90	2,69	0,30	

CF-10-01	Prof. (m)	Het Flu	Hom Flu	Res	Alon	Equi	Corr	Lis	Est	Ban	Perf	Degr	Não Degr	Fito Amorf	Cut	Mem	Esporo	Botry	Dino	Palin
27	2,65	1,61	33,76	2,25	2,25	0,00	2,57	0,96	4,50	0,00	0,32	0,32	0,00	0,32	43,41	0,96	1,29	0,32	4,82	0,32
28	2,75	0,31	29,72	0,00	2,79	0,00	1,55	0,00	9,60	0,00	0,31	0,00	0,00	0,93	42,72	2,79	0,93	0,00	7,43	0,93
29	2,85	0,00	30,03	1,55	1,55	0,62	5,26	0,62	5,88	0,31	0,00	0,62	0,00	2,48	37,15	1,86	0,93	0,00	8,36	2,79
30	2,95	0,64	39,10	0,96	1,60	0,64	2,24	0,96	2,88	0,00	0,00	3,21	0,00	0,96	34,62	0,96	1,28	0,96	5,77	3,21
31	3,05	0,32	17,42	1,94	1,61	0,00	3,23	1,29	5,48	0,65	0,65	1,94	0,00	1,61	52,26	1,94	0,97	0,00	6,45	2,26
32	3,15	0,00	9,46	0,63	3,15	0,00	4,73	1,26	5,68	0,00	0,32	0,63	0,00	2,84	49,21	0,32	0,95	0,00	11,36	9,46
33	3,25	0,00	30,00	2,90	2,58	0,32	0,97	0,65	3,87	0,00	0,32	0,65	0,00	1,29	47,1	1,94	1,61	0,00	4,84	0,97
34	3,35	0,00	12,26	1,26	4,72	0,63	3,46	0,31	7,55	0,00	0,94	2,20	0,00	3,14	44,65	1,89	2,52	0,31	9,75	4,40
35	3,45	0,00	39,23	0,64	1,61	0,32	1,93	0,32	2,57	0,00	0,00	0,96	0,00	1,93	28,62	1,93	0,64	0,32	12,22	6,75
36	3,55	0,00	17,53	1,30	2,27	0,32	1,95	2,27	3,57	0,00	0,00	0,97	0,00	1,95	44,81	3,90	0,97	0,00	11,69	6,49
37	3,65	0,00	4,47	0,00	2,56	1,28	2,88	1,28	4,47	0,00	0,32	1,60	0,32	1,60	52,08	0,32	3,51	0,00	17,57	5,75
Min.		0,00	4,47	0,00	1,55	0,00	0,86	0,00	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,57	0,00	0,64	0,00	0,57	0,00
Max		1,61	75,71	2,90	4,73	1,28	5,30	2,27	11,25	0,94	0,94	3,21	0,32	3,43	52,26	3,95	9,75	0,96	17,57	9,46

LEGENDA:**MOA:** Matéria Orgânica Amorfa**Het Flu:** Heterogênea com Fluorescência**Hom Flu:** Homogênea não Fluorescente**Res:** Resina**Alon:** Alongado**Equi:** Equidimensional**Corr:** Corroído**Lis:** Listrado**Est:** Estriado**Ban:** Bandado**Perf:** Perfurado**Degr:** Degradado**Não. Degr:** Não Degradado**Fito Amorf:** Fitoclasto Amorfizado**Cut:** Cutícula**Mem:** Membrana**Esporo:** Esporomorfo**Botry:** *Botryococcus***Dino:** Dinocistos**Zoomor:** Zoomorfo**Palin:** Palinoforaminíferos

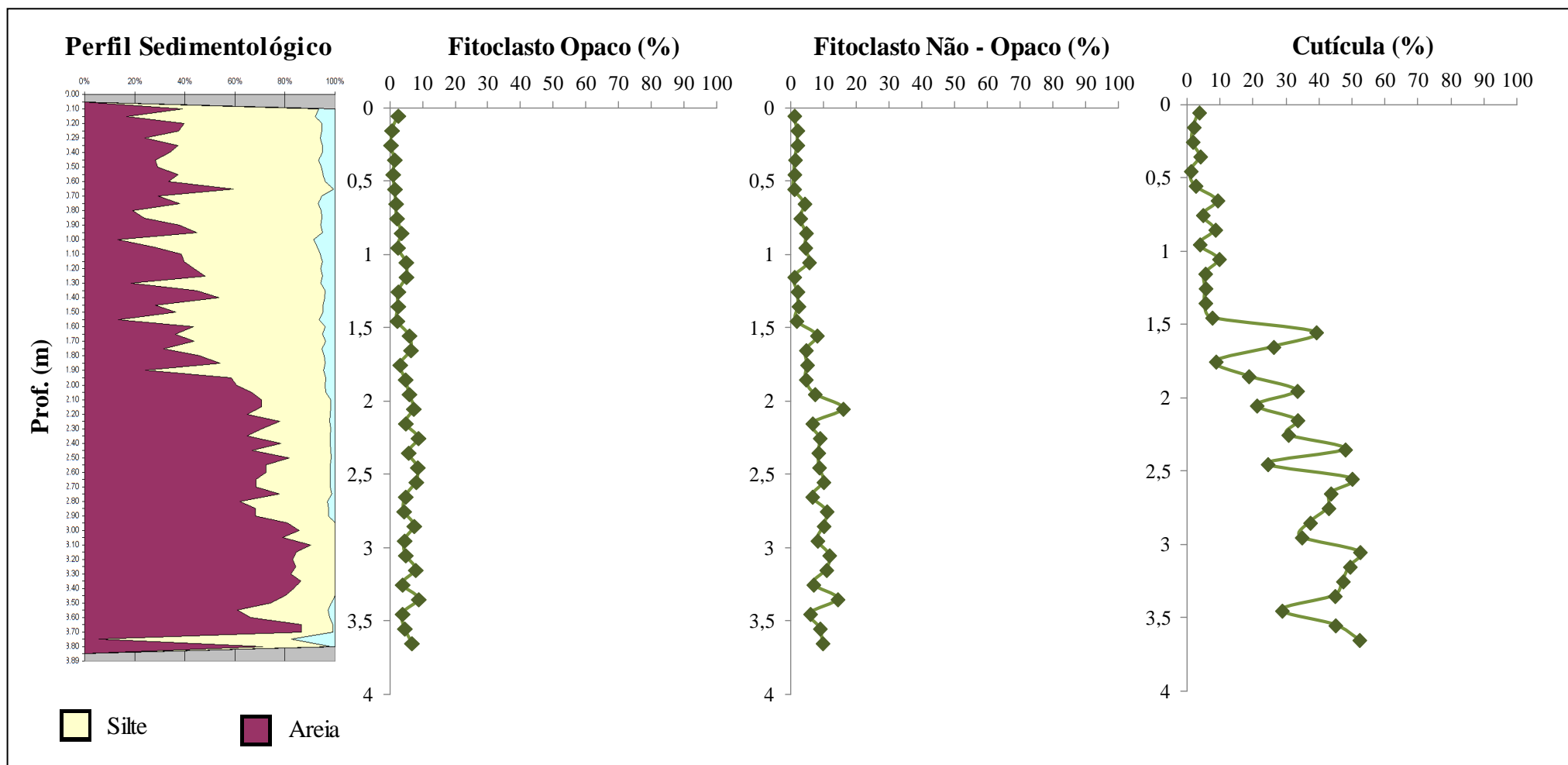


Figura 15. Gráfico do percentual de distribuição dos subgrupos do Grupo Fitoclasto em relação ao total da Matéria Orgânica, com perfil sedimentológico - Testemunho CF-10-01.

Como já mencionado anteriormente, o testemunho CF-10-01 apresenta baixos valores percentuais dos componentes do Grupo Palinomorfo, sendo o menos representativo em relação ao total de matéria orgânica. Dentro deste Grupo, os componentes marinhos e os zoomorfos (dinocistos e palinoforaminíferos, respectivamente) são os mais representativos, em relação aos componentes continentais (esporomorfos e *Botryococcus*) (Figura 16).

A base (1,55 – 3,65 m) apresenta o predomínio de dinocistos, com valores percentuais variando entre 4,84 - 17,57%, seguido dos palinoforaminíferos, que apresentam valores relativamente mais altos (9,46%) no intervalo 3,15m. Foi possível constatar uma diminuição no percentual dos dinocistos e dos palinoforaminíferos, e um ligeiro aumento dos esporomorfos, com valores entre 3,43 - 9,75% (entre as profundidades de 1,55 – 1,75m) e 4,70% (1,95m), localizadas próximo da porção intermediária. Os componentes lacustres, representados pelas algas do gênero *Botryococcus* não ocorrem com valores relevantes.

O topo apresenta um aumento nos valores percentuais dos componentes marinhos, porém é possível perceber uma inconstância nesses valores apresentando, desta forma, picos mais ressaltados e outros não.

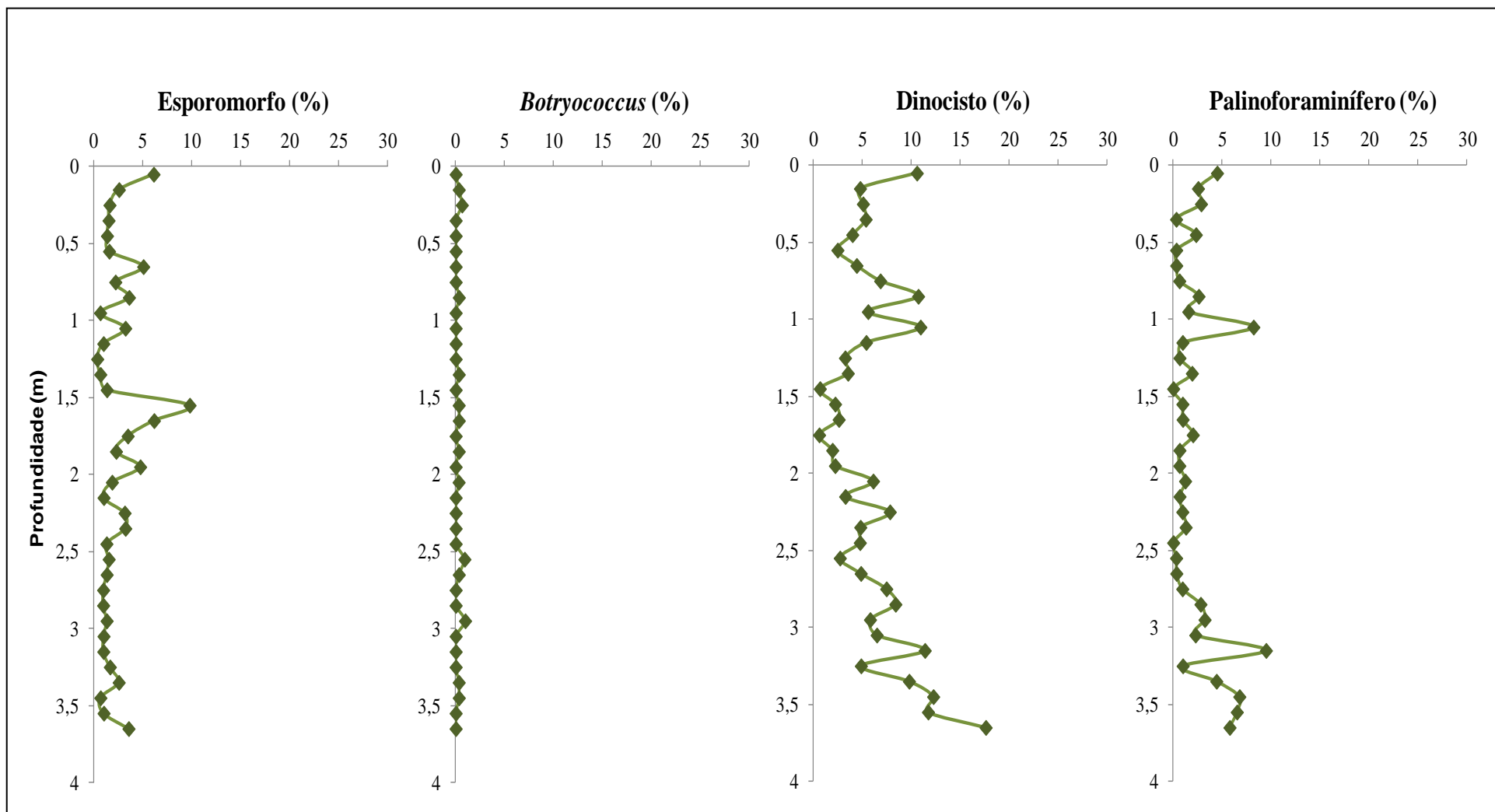


Figura 16. Gráfico do percentual de distribuição dos subgrupos de Palinomorfos em relação ao total da Matéria Orgânica, com as escalas dos valores reduzidos para uma melhor visualização – Testemunho CF-10-01.

8.1.2 Análise de Carbono Orgânico Total (%COT) e Enxofre total (%S)

Foram realizadas as análises de carbono orgânico total e enxofre total nas 37 amostras do Testemunho CF-10-01 (Tabela 3).

O material analisado apresenta teores de COT entre 0,36 – 0,87%. As amostras da base, entre as profundidades 2,05 – 3,65m, expõem valores relativamente mais baixos de COT (0,36 – 0,48%). Os maiores valores de COT está representado nas amostras do topo do testemunho (0,64 – 0,87%). Ao longo deste testemunho, foi observado um aumento progressivo do teor de COT da base para o topo.

O teor de enxofre total ocorre com valores entre 0,10 – 0,45%. As amostras localizadas na porção superior (topo), entre as profundidades 0,05 – 0,15m, do testemunho apresentam os menores valores de S.

Tabela 3. Valores percentuais de Carbono Orgânico Total (% COT), Enxofre total (% ST) e Resíduo Insolúvel (%RI) - Testemunho CF-10-01.

CF-10-01	Prof. (m)	COT %	Enxofre %	RI%
1	0,05	0,69	0,10	73
2	0,15	0,75	0,25	72
3	0,25	0,83	0,30	72
4	0,35	0,67	0,29	72
5	0,45	0,69	0,30	71
6	0,55	0,76	0,36	73
7	0,65	0,87	0,45	70
8	0,75	0,80	0,41	71
9	0,85	0,74	0,39	72
10	0,95	0,70	0,41	72
11	1,05	0,64	0,32	75
12	1,15	0,56	0,30	76
13	1,25	0,60	0,35	76
14	1,35	0,54	0,34	77
15	1,45	0,57	0,35	73
16	1,55	0,50	0,31	75
17	1,65	0,53	0,31	74
18	1,75	0,58	0,31	74
19	1,85	0,58	0,32	77
20	1,95	0,51	0,31	80
21	2,05	0,45	0,33	75
22	2,15	0,44	0,33	81
24	2,35	0,36	0,30	83
25	2,45	0,40	0,32	80
26	2,55	0,36	0,28	82
27	2,65	0,38	0,28	81
28	2,75	0,46	0,34	83
29	2,85	0,41	0,30	83
30	2,95	0,42	0,31	84
31	3,05	0,42	0,31	81
32	3,15	0,40	0,30	82
33	3,25	0,42	0,31	82
34	3,35	0,43	0,33	81
35	3,45	0,43	0,30	81
36	3,55	0,48	0,35	81
37	3,65	0,43	0,32	82
Min		0,36	0,10	70
Max		0,87	0,45	84

8.1.3 Tratamento estatístico dos dados de palinofácies

As análises de agrupamento (*Modo-R* e *Modo-Q*) foram utilizadas para contribuir com as interpretações dos dados de palinofácies. 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 total; fitoclasto não-opaco bioestruturado total; fitoclasto não-opaco não-bioestruturado total; cutículas; MOA homogênea fluorescente; esporomorfo; dinocistos e palinoforaminíferos).

De acordo com o *Modo-R*, as amostras foram organizadas em 4 (quatro) Associações de Palinofácies (A, B, C e D), segundo o maior grau de similaridade dos componentes da matéria orgânica, em relação à sua origem (Figura 17; Quadro 6; Tabela 4).

A análise do *modo-Q* possibilitou a subdivisão de 3 (três) Intervalos, em relação à profundidade (Figura 18; Tabela 4).

A análise de agrupamento *Modo-Q* subdividiu as amostras de acordo com grau de similaridade entre elas com base na distribuição dos componentes particulados da matéria orgânica.

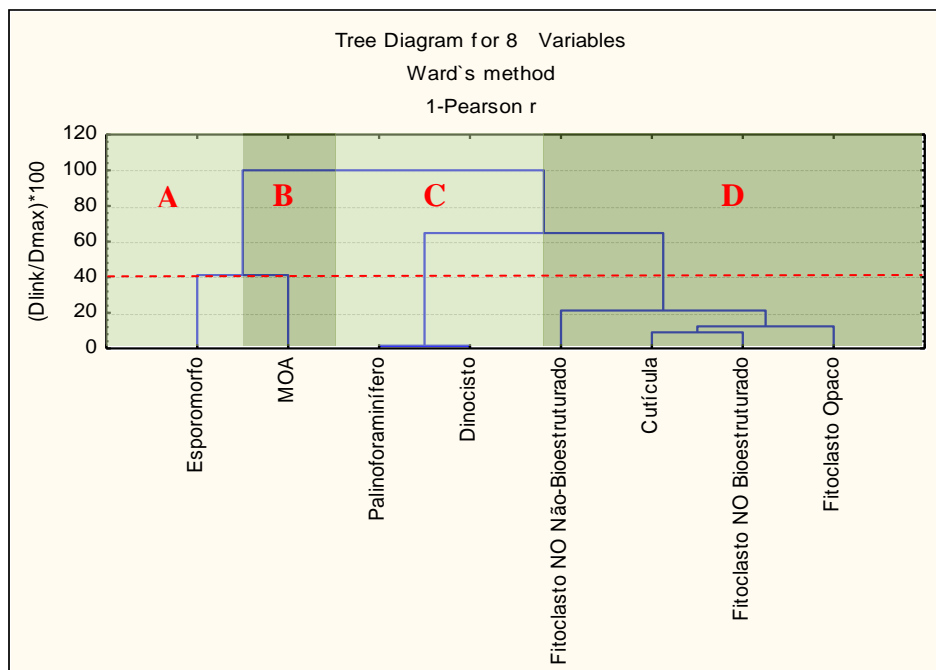


Figura 17. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento *Modo-R*, segundo o maior grau de similaridade dos componentes da matéria orgânica em relação à sua origem – Testemunho CF-10-01.

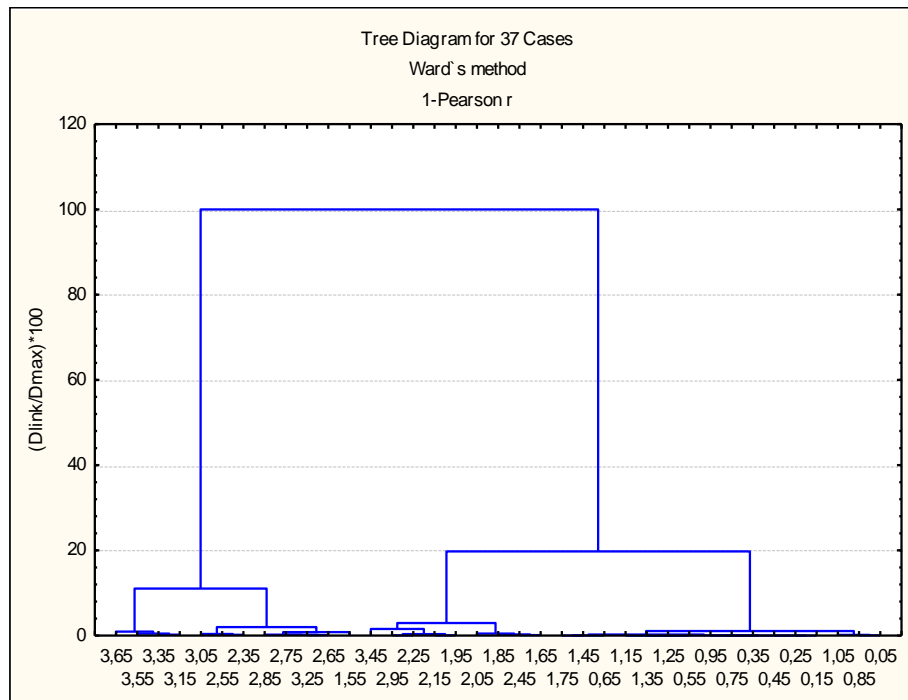


Figura 18. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento *Modo-Q*, para as similaridades ente as amostras em relação à profundidade – Testemunho CF-10-01.

Quadro 6. Associações de Palinofácies originadas através da análise de agrupamento *Modo-R*.

Associações	Descrições
A	Componentes continentais terrestres (esporomorfos)
B	MOA (MOA homogênea fluorescente)
C	Componentes marinhos (dinocistos) e Zoomorfo (palinoforaminíferos)
D	Componentes lenhosos (fitoclasto opaco; fitoclasto não-opaco bioestruturado; fitoclasto não-opaco não-bioestruturado e cutículas)

Tabela 4. Resultados da análise de agrupamento *Modo-R* e *Modo-Q* com 4 Associações de Palinofácies e 3 Intervalos – Testemunho CF-10-01.

CF-10-01	Prof. (m)	Associação A	Associação B	Associação C		Associação D				Intervalos	Associações
		Esporom	MOA	Palinof	Dino	N Bio	Cut	Bio	Opaco		
1	0,05	5,49	65,03	13,58	9,54	0,29	3,18	0,58	2,31	3	B, C
2	0,15	2,42	81,27	6,95	4,53	0,60	1,81	1,21	0,60		
3	0,25	1,50	81,68	7,51	4,80	0,60	1,50	1,20	0,30		
4	0,35	1,40	82,02	5,34	5,06	0,00	3,65	1,12	1,40		
5	0,45	1,27	85,71	6,03	3,81	0,63	0,95	0,32	0,95		
6	0,55	1,49	88,06	2,69	2,39	0,00	2,39	0,90	1,49		
7	0,65	4,80	72,07	4,50	4,20	1,80	8,71	2,10	1,80		
8	0,75	2,03	75,65	6,96	6,38	2,03	4,35	0,58	2,03		
9	0,85	3,22	59,94	11,99	9,65	2,63	7,60	1,46	3,22		
10	0,95	0,58	77,19	6,73	5,26	2,34	3,51	1,75	2,34		
11	1,05	2,87	51,23	17,21	9,84	1,64	8,61	3,28	4,51		
12	1,15	0,90	77,25	5,99	5,09	0,30	5,09	0,60	4,79		
13	1,25	0,31	82,87	3,74	3,12	0,93	5,30	0,93	2,49		
14	1,35	0,62	80,62	5,23	3,38	1,23	5,23	0,92	2,46		
15	1,45	1,29	85,53	0,64	0,64	0,64	7,40	0,96	2,25		
	Min	0,31	51,23	0,64	0,64	0,00	0,95	0,32	0,30		
	Max	5,49	88,06	17,21	9,84	2,63	8,71	3,28	4,79		
16	1,55	9,54	32,92	3,08	2,15	3,08	38,15	4,62	5,85	2	B, D e A
17	1,65	5,96	51,72	3,45	2,51	1,57	25,39	2,82	6,27		
18	1,75	3,41	75,28	2,56	0,57	1,99	8,52	2,84	3,13		
19	1,85	2,19	64,26	2,51	1,88	2,19	18,18	2,19	4,70		
20	1,95	4,60	44,79	2,76	2,15	2,76	32,52	4,29	5,83		
21	2,05	1,72	40,11	6,88	5,73	3,44	19,77	11,46	6,88		
22	2,15	0,94	45,45	3,76	3,13	0,63	32,29	5,64	4,70		
23	2,25	2,89	35,55	8,09	7,23	4,34	28,32	3,76	8,09		
24	2,35	3,04	25,84	5,78	4,56	4,26	45,59	3,65	5,47		
25	2,45	1,20	48,49	4,52	4,52	3,61	23,19	4,52	8,13		
	Min	0,94	25,84	2,51	0,57	0,63	8,52	2,19	3,13		
	Max	9,54	75,28	8,09	7,23	4,34	45,59	11,46	8,13		
26	2,55	1,45	24,42	2,91	2,62	0,87	48,55	8,72	7,85	1	D, B e C
27	2,65	1,23	35,89	4,91	4,60	0,61	41,41	5,52	4,60		
28	2,75	0,86	27,95	7,78	6,92	0,86	39,77	9,22	4,03		
29	2,85	0,86	29,14	10,29	7,71	2,86	34,29	6,29	6,86		
30	2,95	1,21	38,48	8,48	5,45	3,94	32,73	3,64	4,24		
31	3,05	0,91	18,48	8,18	6,06	3,33	49,09	7,58	4,55		
32	3,15	0,85	9,07	18,70	10,20	3,12	44,19	6,52	7,08		

CF-10-01	Prof. (m)	Associação A	Associação B	Associação C		Associação D				Intervalos	Associações
		Esporom	MOA	Palinof	Dino	N Bio	Cut	Bio	Opaco		
33	3,25	1,54	31,38	5,54	4,62	1,85	44,92	4,62	3,69	1	D, B e C
34	3,35	2,29	12,32	12,89	8,88	4,87	40,69	8,02	8,02		
35	3,45	0,57	35,53	16,91	10,89	2,58	25,50	2,58	3,44		
36	3,55	0,87	16,86	16,28	10,47	2,62	40,12	5,23	4,07		
37	3,65	2,99	3,80	19,84	14,95	2,99	44,29	5,16	5,71		
Min		0,57	3,80	2,91	2,62	0,61	25,50	2,58	3,44		
Max		2,99	38,48	19,84	14,95	4,87	49,09	9,22	8,02		

Legenda:

Esporom: Esporomorfo

MOA: Matéria Orgânica Amorfa

Palinof: Palinoforaminífero

Dino: Dinocisto

N Bio: Fitoclasto Não-opaco não-bioestruturado

Cut: Cutícula

Bio: Fitoclasto Não-opaco bioestruturado

Opaco: Fitoclasto Opaco

Descrição das Associações

Associação de Palinofácies A: Associação composta pelos componentes continentais de origem terrestre, representados pelo subgrupo esporomorfo (grãos de pólen e esporos). Ao longo deste testemunho, os esporomorfos apresentam valores percentuais entre 0,31 - 9,54%, em relação à matéria orgânica total.

Associação de Palinofácies B: Esta associação é composta somente pelo Grupo da Matéria Orgânica Amorfa, sendo constituída pelo subgrupo da MOA homogênea fluorescente, com valores percentuais variando entre 3,80 – 88,06%, em relação ao total de matéria orgânica.

Associação de Palinofácies C: Associação composta pelo Grupo Palinomorfo (dinocistos e palinoforaminíferos). O microplâncton marinho, representado pelos dinocistos, ocorre com valores percentuais entre 0,57 – 14,95%, e os palinoforaminíferos, com valores percentuais entre 0,64 –

19,84%, em relação ao total da matéria orgânica, sendo estes dois componentes mais representativos na base.

Associação de Palinofácies D: nesta associação estão contidos os componentes lenhosos da matéria orgânica, representados por fitoclastos opacos, fitoclastos não-opacos bioestruturados e fitoclastos não-opacos não-bioestruturados, além de cutículas. Os fitoclastos opacos apresentam valores percentuais, ao longo do testemunho, entre 0,30 – 8,13%; os fitoclastos não opacos bioestruturados apresentam valores percentuais entre 0,32 – 11,46%; os fitoclastos não-opacos não-bioestruturados ocorrem com valores entre 0,0 – 4,87% e as cutículas ocorrem com os maiores valores percentuais, ao longo deste testemunho, alcançando valores de até 49,09%.

O testemunho CF-10-01 foi dividido em 3 intervalos para uma possível interpretação paleoambiental com base nas associações de palinofácies geradas a partir das análises de agrupamento *Modo-R* e *Modo-Q*, tendo em vista a variação dos grupos e subgrupos da matéria orgânica.

Descrição dos Intervalos

Intervalo 1 (amostras de 26 a 37 - prof. 2,55 - 3,65m): intervalo constituído pelas Associações de palinofácies **D**, **B** e **C**, onde estão incluídos os componentes lenhosos representados por fitoclastos opacos, fitoclastos não-opacos bioestruturados, fitoclastos não-opacos não bioestruturados e cutículas; MOA homogênea fluorescente, dinocistos e palinoforaminíferos (2,69 – 17,57%). Nesta assembleia de componentes particulados da matéria orgânica ocorre o predomínio de cutícula (28,62 – 52,26%). Esta partícula orgânica predominante, neste intervalo, apresenta características degradadas, sugerindo depósitos sob coluna d'água mais rasa e de alta energia, sob ação do oxigênio.

Intervalo 2 (amostras de 16 a 25 - prof. 1,55 - 2,45 m): intervalo composto pelas associações **B**, **D** e **A** representado por MOA, componentes lenhosos e componentes continentais, sendo os esporomorfos os mais representativos. A matéria orgânica é caracterizada pelo predomínio do

Grupo MOA, apresentando variação percentual entre 25,84 – 72,28%. Este intervalo sugere depósitos sob condições de coluna d'água mais elevada ou períodos mais secos, de baixa energia, em relação ao intervalo anterior.

Intervalo 3 (amostras de 1 a 24 - prof. 0,05 - 1,45m): Intervalo composto pelas associações de palinofácies **B**, e **C**. Neste intervalo, o Grupo MOA apresenta os maiores valores percentuais (51,23 – 88,06%), seguido de palinoforaminíferos (0,64 – 17,21%) e dinocistos (0,64 – 9,84%). A predominância do Grupo MOA pode sugerir depósitos sob condições de nível do mar mais alto ou períodos mais secos e baixa energia.

Ao longo deste testemunho, é notório o aumento progressivo do grupo MOA e diminuição do Grupo Fitoclasto da base para o topo, caracterizando depósitos sob condições de nível relativo do mar mais baixo na base, com a deposição de material lenhoso, passando para uma condição de nível relativo do mar mais elevado no topo, com deposição de MOA.

8.1.4 Análise dos Palinomorfos

Para a análise dos palinomorfos foram preparadas 37 amostras que consistiu na identificação e contagem de 300 partículas, em cada lâmina, do Grupo Palinomorfo, sendo contabilizados somente os componentes que apresentavam mais de dois terços do tamanho original, ignorando os fragmentos partidos. Este procedimento evita que a mesma partícula seja contada duas ou mais vezes.

Este exame foi feito nas 37 amostras do Testemunho CF-10-01, nas quais, foram observados os principais subgrupos dos palinomorfos, tais como: esporomorfos (esporos e grãos de pólen); microplâncton de água doce representado pelas algas dos gêneros *Botryococcus* e *Pediastrum*; microplâncton marinho representado pelos dinocistos, com algumas ocorrências de acritarcos e o subgrupo dos zoomorfos, representados pelos palinoforaminíferos e poucas ocorrências de escolocodontes (Estampa 3 em Anexo). Foram observados também, ovos de copépoda, porém por se apresentarem bastante degradados não foram incluídos na contagem.

Ao longo deste testemunho, foi observado o predomínio dos componentes marinhos (26,92 – 79,29%), sendo os dinocistos autotróficos os mais representativos, seguido do subgrupo zoomorfo

(15,95 – 44,70%), representados, principalmente, pelos palinoforaminíferos e um menor percentual dos componentes continentais (1,48 - 43,87%), representados pelos esporomorfos, em relação ao total de palinomorfos (Tabela 5).

8.1.4.1 Descrição dos Resultados da análise dos Palinomorfos

Ao longo do Testemunho CF-10-01, foi possível observar valores percentuais mais elevados dos componentes marinhos, representados pelos dinocistos autotróficos, com valores percentuais variando entre 16,57 – 68,05% e dinocistos heterotróficos, que atingiram valores percentuais até 11,76%, juntamente com os zoomorfos representados, principalmente, pelos palinoforaminíferos com valores percentuais entre 15,95 - 42,98%. O microplâncton de água doce, representados pelas algas do gênero *Botryococcus* e *Pediastrum* ocorrem com valores percentuais pouco significativos, 1,18% e 0,30%, respectivamente (Figuras 19 e 20).

Da base do testemunho até, aproximadamente, a profundidade de 1,45m, observa-se um pequeno declínio nos valores percentuais de dinocistos autotróficos (16,62%) e um aumento de esporomorfos, palinoforaminíferos e dinocistos heterotróficos, apresentando valores de 33,14%, 37,79% e 11,63%, respectivamente, no limite desta porção.

O topo é marcado pelo aumento dos dinocistos autotróficos, apresentando um pico mais proeminente na profundidade 1,25m, com percentuais de 68,05%, porém ocorre uma queda no percentual dos esporomorfos (1,18%).

Tabela 5. Valores percentuais do Grupo Palinomorfo com relação ao total de palinórfos – CF-10-01.

CF- 10-01	Prof. (cm)	Palinórfos Continentais				Palinórfos Marinhos				Zoomórfos		
		Esporo	Botry	Pedi	Total	Acritarcos	Dino Auto	Dino Heter	Total	Palin	Escole	Total
1	0,05	11,84	0,31	0,00	12,15	0,00	44,86	2,80	47,66	39,88	0,31	40,19
2	0,15	13,68	0,00	0,00	13,68	0,00	47,23	1,30	48,53	37,46	0,33	37,79
3	0,25	21,86	0,30	0,30	22,46	0,00	35,03	4,79	39,82	37,43	0,30	37,72
4	0,35	17,58	0,00	0,00	17,58	0,00	40,00	4,55	44,55	37,88	0,00	37,88
5	0,45	18,01	0,62	0,00	18,63	0,00	37,89	4,66	42,55	38,51	0,31	38,82
6	0,55	15,12	0,58	0,00	15,70	0,00	49,71	6,69	56,40	27,91	0,00	27,91
7	0,65	20,00	0,85	0,28	21,13	0,00	41,69	5,63	47,32	31,27	0,28	31,55
8	0,75	18,42	0,88	0,00	19,30	0,00	45,03	7,31	52,34	28,07	0,29	28,36
9	0,85	14,16	0,29	0,00	14,45	0,00	39,82	8,85	48,67	36,87	0,00	36,87
10	0,95	23,31	0,00	0,00	23,31	0,00	33,71	7,87	41,57	33,71	1,40	35,11
11	1,05	23,40	0,00	0,00	23,40	0,00	37,69	7,60	45,29	30,70	0,61	31,31
12	1,15	20,88	0,00	0,00	20,88	0,00	36,47	11,76	48,24	30,59	0,29	30,88
13	1,25	1,18	0,30	0,00	1,48	0,00	68,05	11,24	79,29	19,23	0,00	19,23
14	1,35	22,32	0,00	0,00	22,32	0,00	35,17	5,50	40,67	36,70	0,31	37,00
15	1,45	33,14	0,58	0,00	33,72	0,00	16,57	11,63	28,20	37,79	0,29	38,08
16	1,55	29,88	0,59	0,00	30,47	0,00	18,05	8,88	26,92	42,60	0,00	42,60
17	1,65	24,07	0,29	0,00	24,36	0,00	19,48	11,46	30,95	42,98	1,72	44,70
18	1,75	30,00	0,57	0,00	30,57	0,00	24,57	10,57	35,14	32,86	1,43	34,29
19	1,85	29,68	0,58	0,00	30,26	0,00	24,78	9,51	34,29	33,72	1,73	35,45
20	1,95	24,92	0,31	0,00	24,92	0,00	29,54	6,77	36,31	36,92	1,85	38,77
21	2,05	22,78	0,00	0,00	22,78	0,00	43,20	5,92	49,11	26,63	1,48	28,11
22	2,15	24,85	0,00	0,00	24,85	0,00	33,33	5,45	38,79	36,36	0,00	36,36

CF- 10-01	Prof. (cm)	Esporo	Botry	Pedi	Continental Total	Acritarcos	Dino Auto	Dino Heter	Marinho Total	Palin	Escole	Zoomorfo Total
Z	2,25	33,66	0,97	0,00	34,63	0,65	32,36	3,56	36,57	28,48	0,32	28,80
24	2,35	32,92	0,63	0,00	33,54	0,00	43,26	3,45	46,71	19,75	0,00	19,75
25	2,45	21,69	0,90	0,00	22,59	0,00	41,27	3,92	45,18	32,23	0,00	32,23
26	2,55	43,25	0,61	0,00	43,87	0,00	38,96	1,23	40,18	15,95	0,00	15,95
27	2,65	36,89	0,65	0,00	37,54	0,00	40,78	3,24	44,01	18,45	0,00	18,45
28	2,75	32,81	0,63	0,00	33,12	0,00	43,53	0,95	44,48	22,40	0,00	22,40
29	2,85	22,19	0,59	0,00	22,78	0,00	42,60	3,55	46,15	31,07	0,00	31,07
30	2,95	24,68	0,65	0,00	25,32	0,00	45,13	1,30	46,43	28,25	0,00	28,25
31	3,05	22,70	0,99	0,00	23,68	0,00	41,78	2,63	44,41	31,91	0,00	31,91
32	3,15	19,76	1,18	0,00	21,53	0,00	53,98	5,01	59,00	18,88	0,59	19,47
33	3,25	25,35	0,28	0,00	25,63	0,00	32,03	3,34	35,38	39,00	0,00	39,00
34	3,35	16,62	0,60	0,00	17,22	0,00	48,04	3,32	51,36	31,42	0,00	31,42
35	3,45	25,32	0,32	0,00	25,64	0,00	40,71	2,56	43,27	31,09	0,00	31,09
36	3,55	21,47	0,96	0,00	22,44	0,00	47,44	2,24	49,68	27,88	0,00	27,88
37	3,65	27,33	0,64	0,00	27,97	0,00	36,01	2,25	38,26	33,44	0,32	33,76
Min		1,18	0,00	0,00	1,48	0,00	16,57	0,95	26,92	15,95	0,00	15,95
Max		43,25	1,18	0,30	43,87	0,65	68,05	11,76	79,29	42,98	1,85	44,70

LEGENDA:**Esporo:** Esporomorfo**Dino Autotróficos:** Dinocisto Autotrófico**Escole:** Escolecodonte**Botry:** *Botryococcus***Dino Heter:** Dinocisto Heterotrófico**Pedi:** *Pediastrum***Palin:** Palinoforaminífero

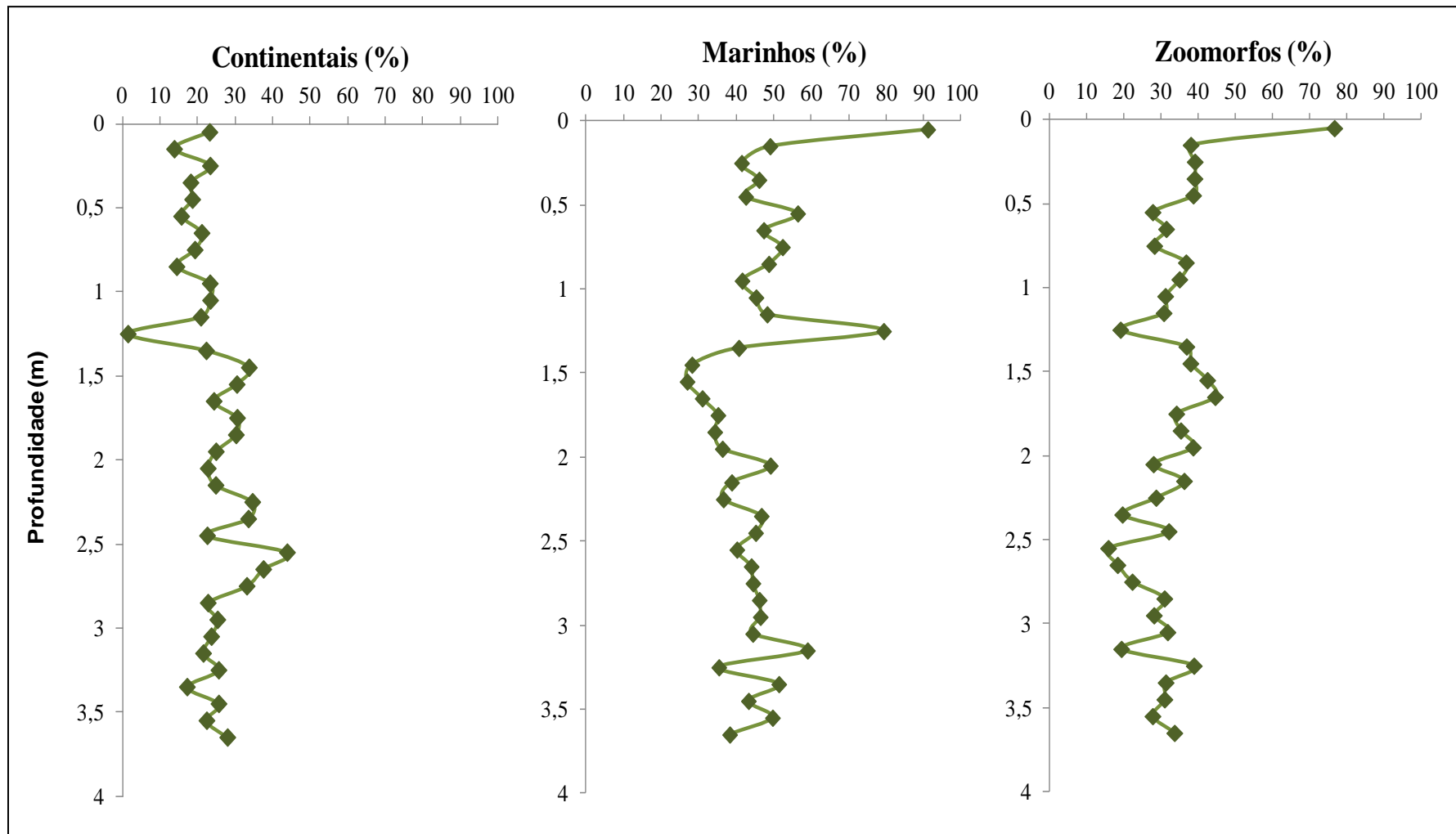


Figura 19. Percentual de distribuição dos subgrupos de Palinomorfos Continentais, Marinhos e dos Zoomorfos, em relação ao total de palinomorfos - Testemunho CF-10-01.

Continentais: Esporomorfo + Microplâncton de água doce

Marinhos: Microplâncton marinho

Zoomorfos: Palinoforaminífero + Escolecodonte

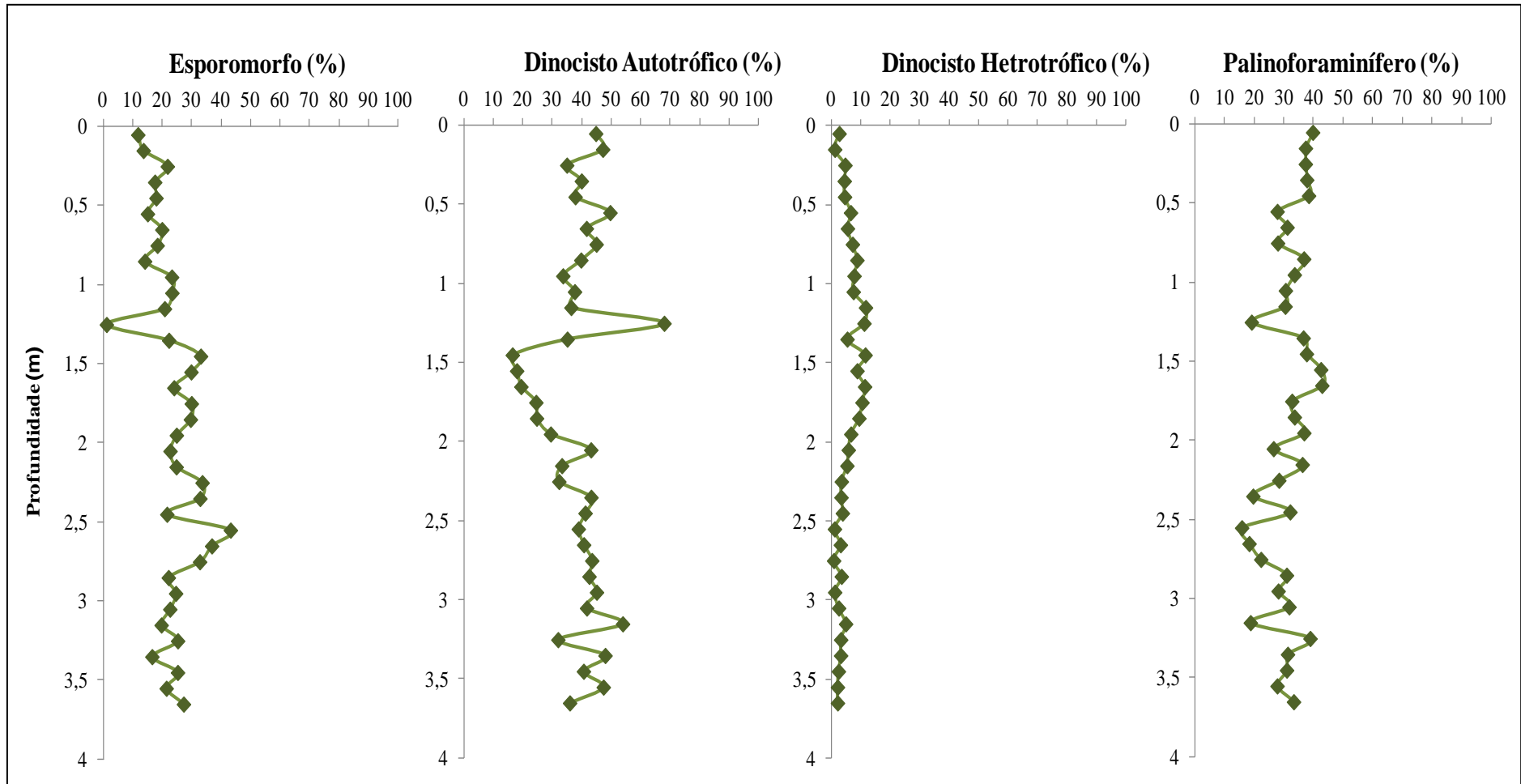


Figura 20. Percentual de distribuição dos subgrupos de Palinomorfos mais representativos, em relação ao total de palinomorfos - Testemunho CF-10-01.

8.1.4.2 Tratamento Estatístico dos Dados de Palinomorfos

Para auxiliar na interpretação dos resultados dos palinomorfos foram utilizadas as análises de agrupamento (*Modo-R* e *Modo-Q*). Esses dados foram submetidos à análise de agrupamento (*cluster*) - *Modo R* e coeficiente de correlação 1-Pearson-*r* (para os subgrupos do Grupo Palinomorfo) 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 do Grupo Palinomorfo (esporomorfo; dinocistos autotróficos, dinocistos heterotróficos e palinoforaminíferos).

Para estas análises foram utilizados somente os palinomorfos com maior representatividade (acima de 10%), com o intuito de atingir um melhor resultado, já que os palinomorfos menos representativos (baixa quantidade) poderiam atrapalhar a interpretação.

De acordo com o *Modo-R*, as amostras foram organizadas em 3 (três) Associações Palinológicas (A, B e C), segundo o maior grau de similaridade dos componentes da matéria orgânica, em relação à sua origem (Figura 21; Quadro 7; Tabela 6;).

A análise de agrupamento *Modo-Q* subdividiu as amostras de acordo com grau de similaridade entre elas, com base na distribuição do Grupo Palinomorfo (Figura 22; Tabela 6).

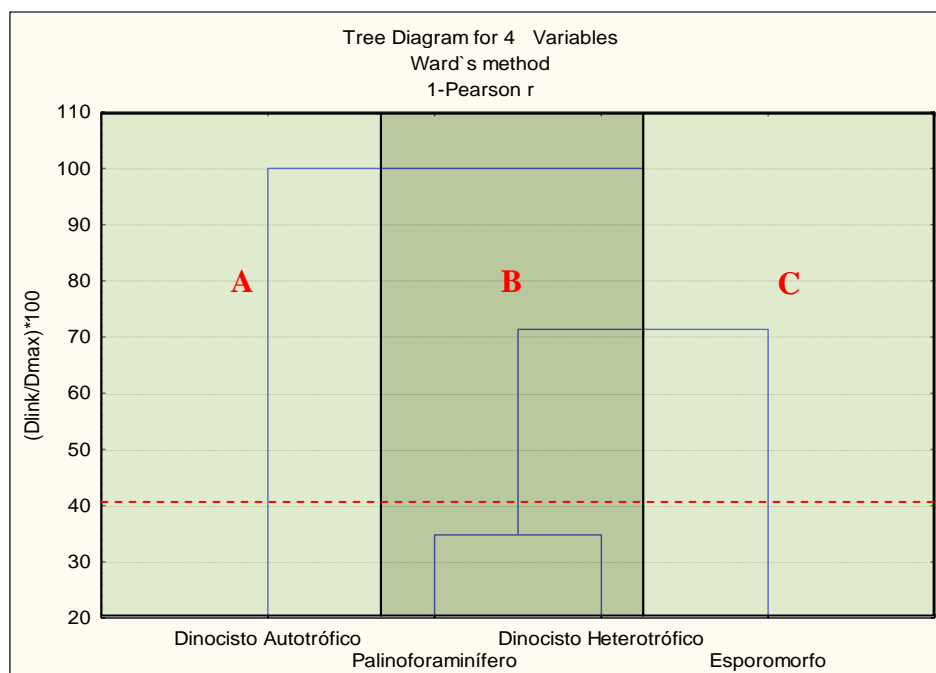


Figura 21. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento *Modo-R*, segundo o maior grau de similaridade dos componentes do Grupo Palinomorfo em relação à sua origem – Testemunho CF-10-01.

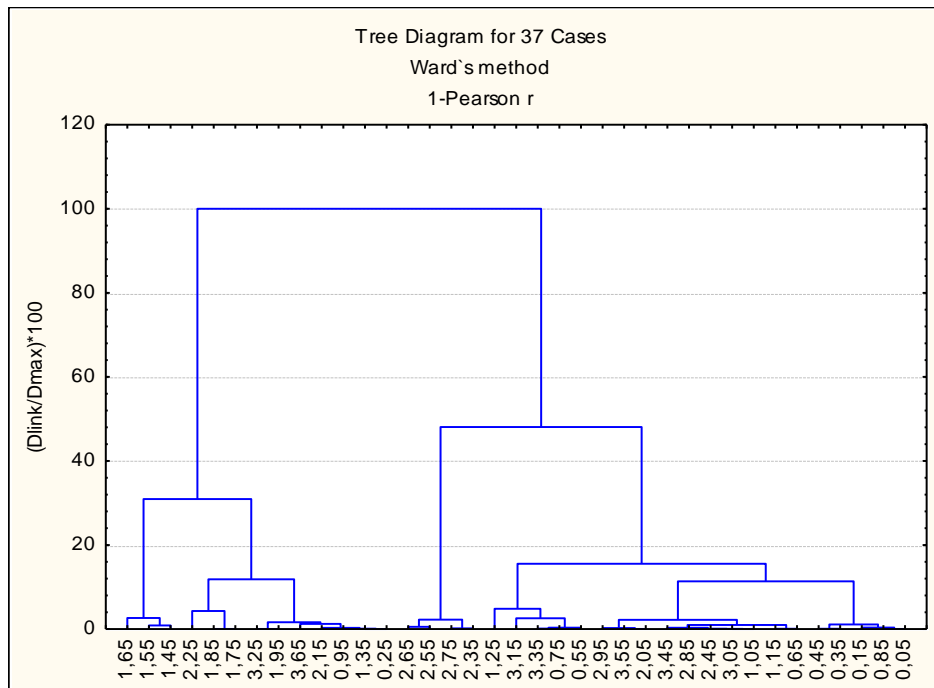


Figura 22. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento *Modo-Q*, para as similaridades ente as amostras em relação à profundidade – Testemunho CF-10-01.

Quadro 7. Associações dos palinomorfos geradas no tratamento estatístico *Modo-R* – Testemunho CF-10-01.

Associações	Descrições
A	Componentes marinhos (dinocistos autotróficos)
B	Componentes marinhos (dinocistos heterotróficos) e Zoomorfo (palinoforaminíferos)
C	Componentes continentais terrestres (esporomorfos)

Tabela 6. Resultados da análise de agrupamento *Modo-R* e *Modo-Q* com 3 Associações de Palinomorfos e 8 Intervalos – Testemunho CF-10-01.

CF-10-01	Prof. (m)	Associação A	Associação B		Associação C	Intervalos	Associações
		Dino Autotrófico	Palinoforaminífero	Dino Heterotrófico	Esporomorfo		
1	0,05	45,14	40,13	2,82	11,91	8	A e B
2	0,15	47,39	37,58	1,31	13,73		
3	0,25	35,35	37,76	4,83	22,05		
4	0,35	40,00	37,88	4,55	17,58		
5	0,45	38,24	38,87	4,70	18,18		
6	0,55	50,00	28,07	6,73	15,20		
7	0,65	42,29	31,71	5,71	20,29		
8	0,75	45,56	28,40	7,40	18,64		
9	0,85	39,94	36,98	8,88	14,20		
10	0,95	34,19	34,19	7,98	23,65		
11	1,05	37,92	30,89	7,65	23,55		
12	1,15	36,58	30,68	11,80	20,94		
13	1,25	68,25	19,29	11,28	1,19		
Min		34,19	19,29	1,31	1,19		
Max		68,25	40,13	11,80	23,65		
14	1,35	35,28	36,81	5,52	22,39	7	B e A
		35,28	36,81	5,52	22,39		
15	1,45	16,72	38,12	11,73	33,43	6	B e C
16	1,55	18,15	42,86	8,93	30,06		
17	1,65	19,88	43,86	11,70	24,56		
18	1,75	25,07	33,53	10,79	30,61		
19	1,85	25,37	34,51	9,73	30,38		
Min		16,72	33,53	8,93	24,56		
Max		25,37	43,86	11,73	33,43		
20	1,95	30,09	37,62	6,90	25,39	5	B e A
21	2,05	43,84	27,03	6,01	23,12		
22	2,15	33,33	36,36	5,45	24,85		
Min		30,09	27,03	5,45	23,12		
Max		43,84	37,62	6,90	25,39		
23	2,25	33,00	29,04	3,63	34,32	4	A e C
24	2,35	43,53	19,87	3,47	33,12		
Min		33,00	19,87	3,47	33,12		
Max		43,53	29,04	3,63	34,32		

CF-10-01	Prof. (m)	Associação A	Associação B		Associação C	Intervalos	Associações
		Dino Autotrófico	Palinoforaminífero	Dino Heterotrófico	Esporomorfo		
25	2,45	41,64	32,52	3,95	21,88	3	A e B
		41,64	32,52	3,95	21,88		
26	2,55	39,20	16,05	1,23	43,52	2	A e C
27	2,65	41,04	18,57	3,26	37,13		
28	2,75	43,67	22,47	0,95	32,91		
Min		39,20	16,05	0,95	32,91		
Max		43,67	22,47	3,26	43,52		
29	2,85	42,86	31,25	3,57	22,32	1	A e B
30	2,95	45,42	28,43	1,31	24,84		
31	3,05	42,19	32,23	2,66	22,92		
32	3,15	55,29	19,34	5,14	20,24		
33	3,25	32,12	39,11	3,35	25,42		
34	3,35	48,33	31,61	3,34	16,72		
35	3,45	40,84	31,19	2,57	25,40		
36	3,55	47,90	28,16	2,27	21,68		
37	3,65	36,36	33,77	2,27	27,60		
Min		32,12	19,34	1,31	16,72		
Max		55,29	39,11	5,14	27,60		

Descrição das Associações

Associação de Palinomorfos A: esta associação é composta somente pelos dinocistos autotróficos, que ocorrem com valores entre 16,57 – 68,05%, sendo este subgrupo o mais representativo em todo o testemunho.

Associação de Palinomorfos B: associação representada pelos subgrupos dos palinoforaminíferos e dinocistos heterotróficos, alcançando valores percentuais entre 11,76% e 42,98%, respectivamente. Este agrupamento reuniu os organismos consumidores (heterotróficos), podendo indicar um ambiente de águas mais turvas, com baixa luminosidade, ricas em nutrientes.

Associação de Palinomorfos C: associação formada apenas, pelos palinomorfos continentais, representado pelo subgrupo esporomorfo, com valores entre 1,18 - 43,25%, evidenciando um maior aporte terrígeno.

O Testemunho CF-10-01 foi subdividido e 8 intervalos com base nas associações palinológicas, geradas a partir das análises de agrupamento *Modo-R* e *Modo-Q*, para uma possível interpretação paleoambiental, atentando para as variações dos componentes marinhos, continentais e zoomorfos.

Descrição dos intervalos

Intervalo 1 (amostras de 29 a 37 - prof. 2,85 - 3,65m): este intervalo é composto pelas Associações Palinológicas **A** e **B**, representadas pelos dinocistos autotróficos, que neste intervalo, alcançou valores de até 55,29%, pelos palinoforaminíferos com valores percentuais variando entre 19,34 – 39,11% e dinocistos heterotróficos entre 1,31 – 5,14%.

Intervalo 2 (amostras de 26 a 28 - prof. 2,55 – 2,75m): intervalo composto pelas Associações **A** e **C**. Associação **A** é composta por dinocistos autotróficos (39,20 – 43,67%) e **C** por componentes continentais, representados por esporomorfos (32,91 - 43,52%) respectivamente. Neste intervalo foi observado um decréscimo nas espécies de dinocistos autotróficas, porém estas continuam predominando.

Intervalo 3 (amostra 25 - 2,45m): intervalo composto pelas Associações **A** e **B**. Neste intervalo ocorre o predomínio de dinocistos autotróficos (41,64%), seguido dos palinoforaminíferos (32,52%).

Intervalo 4 (amostras de 23 e 24 - 2,25 – 2,35m): intervalo composto pelas Associações **A** e **C**. Nesta porção, os componentes particulados do Grupo Palinomorfo ocorrem com o predomínio de dinocistos autotróficos (33,00 – 43,52%), seguido de esporomorfos (33,12 – 34,32%).

Intervalo 5 (amostras 20 a 22; prof. 1,95 – 2,15m): composto pelas Associações **B** e **A**, o intervalo 5 apresenta um alto percentual de palinoforaminíferos, com valores entre 27,03 – 37,62%, seguido de dinocistos autotróficos (30,09 – 43,84%).

Intervalo 6 (amostras 15 a 19; prof. 1,45 – 1,85m): composto pelas Associações **B** e **C**. Neste intervalo os palinoforaminíferos ocorrem com valores percentuais altos variando entre 33,53 – 43,86%, seguidos dos componentes continentais, representados pelos esporomorfos (24,56 – 33,43%).

Intervalo 7 (amostra 14; prof. 1,35m): este intervalo é constituído pelas Associações **B** e **A**, com predominância dos zoomorfos, representados pelos palinoforaminíferos (36,81%), seguidos dos componentes marinhos, representados por dinocistos autotróficos (35,28%).

Intervalo 8 (amostras 1 a 13; prof. 0,05 – 1,25m): composto pelas Associações **A** e **B**. Neste intervalo, os dinocistos autotróficos são mais representativos, com valores percentuais variando entre 34,19 – 68,25%, seguido de palinoforaminíferos (19,29 – 40,13%).

8.1.5 Análise de Palinologia com ênfase nos dinocistos

Para o estudo de cistos de dinoflagelados, foram processadas e analisadas 37 amostras do Testemunho CF-10-01. Este procedimento foi utilizado com a finalidade de distinguir as espécies características de sistemas ressurgência, bem como, determinar as condições paleoambientais dos depósitos através da integração das análises (palinofácies, COT/S, palinologia, contagem de dinocistos).

As espécies foram identificadas (exame qualitativo) e contadas no campo total da visada na lâmina, até que se completassem 300 partículas (exame quantitativo), sendo desconsiderados os exemplares com menos de dois terços (2/3) do seu tamanho original, correspondendo às partículas destruídas.

Através da análise qualitativa das 37 amostras do Testemunho CF-10-01, foi possível reconhecer, aproximadamente 25 espécies de dinocistos, sendo as mais características:

Operculodinium centrocarpum; *O. israelianum*; *Spiniferites mirabilis*; *S. hyperacanthus*; *S. bulloideus*; *Lingulodinium machaerophorum*; *Tuberculodinium vancampoae*; espécies de *Impagidinium*; *Selenopemphix nephroides*; *S. quanta*; *Brigantedinium cariacoense*; espécies de *Echinidinium*; *Protoperidinium nudum*; *Polykrikos Schwaartzii*; *P. kofoidii* e *Xandarodinium xanthum*.

8.1.5.1 Descrição dos Resultados da Análise dos Dinocistos

Ao longo deste Testemunho, pode ser observado o maior percentual das espécies autotróficas (Figura 23). *Operculodinium centrocarpum* é a espécie predominante, apresentando valores percentuais entre 41,35 - 84,44% (Tabela 7).

Da base do testemunho até a profundidade 1,85m, foram observados elevados valores percentuais de *O. centrocarpum* (56,21 - 70,18%) e *O. israelianum* (2,05 - 18,78%). Nesta porção foi observada ainda, a ocorrência de *Spiniferites bulloideus* (0,0 - 0,86%), *S. hyperacanthus* (0,0 - 0,62%) e *S. mirabilis* (0,0 - 2,22%) (Figuras 24 e 25). Ocorrem também, dinocistos heterotróficos como: *Selenopemphix quanta* com percentuais entre 0,0 - 1,16%, *S. nephroides* (0,0 - 4,07%), *Xandarodinium xanthum* (0,0 - 0,92%), *Polykrikos kofoidii* com valores percentuais variando entre 0,0 - 2,33%, *Brigantedinium cariacoense* (0,0 - 0,53%) e *Echinidinium* spp. com valores entre 0,0 - 1,45 (Figuras 26 e 27; Estampas 5 e 7 em Anexos).

Na porção intermediária, entre as profundidades 1,45 - 1,75m, foi possível notar uma diminuição na ocorrência de *Operculodinium centrocarpum* (41,35 - 47,06%) e *O. israelianum* (1,08 - 3,31%), sendo que a segunda apresenta valores percentuais baixos, nesta porção e no topo. Esta porção apresenta um decréscimo no valor percentual de *O. centrocarpum* e um aumento nos valores percentuais de *Lingulodinium machaerophorum* (0,37 - 10,54%). O gênero *Spiniferites* apresenta um aumento nos valores percentuais, porém, não foram identificadas as espécies deste gênero, devido à mudança na sua morfologia sendo então, identificadas como *Spiniferites* spp., apresentando valores percentuais entre 11,91 - 17,30%. As espécies heterotróficas apresentam um aumento nos valores percentuais, representadas por *Selenopemphix nephroides* (0,42 - 3,25%), *P. kofoidii* (1,69 - 2,94%) e *Echinidinium* spp. (1,99 - 2,95%).

As amostras do topo, entre as profundidades 0,05 - 1,35m, apresentam elevados valores percentuais de *O. centrocarpum* (64,75 - 84,44%). Nesta porção, *Lingulodinium*

machaerophorum apresenta valores entre 0,31 - 3,43%, *S. bulloideus* apresenta um percentual variando entre 0,0 - 3,43%, *S. hyperacanthus* com valores entre 0,0 - 1,55% e *S. mirabilis* com um percentual variando entre 0,28 - 3,50%. As espécies heterotróficas, *Selenopemphix quanta* (0,0 - 1,37%), *S. nephroides* (0,32 - 2,37%), *X. xanthum* (0,0 - 2,47%) e *P. kofoidii* (0,0 - 3,80%) não apresentam valores percentuais elevados, sendo observado, ao longo do testemunho, uma pequena variação destes componentes, que de um modo geral são menos abundantes.

Tabela 7. Valores percentuais das espécies de dinocistos do Testemunho CF-10-01, em relação ao total de dinocistos.

CF-10-01	Prof. (m)	<i>Operculodinium centrocarpum</i>	<i>O. israelianum</i>	<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	<i>Nematosphaeropsis labyrinthus</i>	<i>Tuberculodinium vancampoae</i>	<i>Impagidinium aculeatum</i>	<i>I. striatum</i>	<i>I. patulum</i>	<i>Spiniferites bulloideus</i>	<i>S. hyperacanthus</i>	<i>S. mirabilis</i>	<i>S. ramosus</i>	<i>Spiniferites spp.</i>	<i>Selenopemphix quanta</i>	<i>S. nephroides</i>	<i>Xandarodinium xanthum</i>	<i>Polykrikos kofoidii</i>	<i>P. schwartzii</i>	<i>Polykrikos spp.</i>	<i>Protoperidinium nudum</i>	<i>Protoperidinium americanum</i>	<i>Echinidium spp.</i>	<i>Brigantedinium cariacense</i>	<i>Brigantedinium spp.</i>	<i>Stelladinium spp.</i>	Heterófitos indeterminados
1	0,05	73,21	0,62	3,43	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	3,43	0,62	0,31	0,00	12,15	0,00	0,62	0,31	0,31	0,00	1,25	0,00	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	2,49
2	0,15	84,44	2,86	2,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	0,32	0,32	0,00	5,40	0,00	0,32	0,00	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,27
3	0,25	75,53	1,06	0,80	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	2,13	0,00	9,04	0,00	1,86	0,53	1,33	0,00	1,86	0,00	0,00	0,27	0,00	0,27	0,00	2,39
4	0,35	72,73	2,64	1,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	1,17	1,76	0,00	10,26	0,00	1,17	0,88	0,29	0,00	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,87
5	0,45	77,40	0,56	0,56	0,00	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00	1,13	1,41	0,00	5,65	0,56	1,41	0,56	0,85	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	0,28	0,28	0,28	2,82
6	0,55	76,47	0,28	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,28	0,00	6,44	0,56	1,96	0,84	1,68	0,00	2,80	0,00	0,00	0,56	0,28	0,00	0,00	4,48
7	0,65	75,91	0,28	2,80	0,28	0,00	0,00	0,00	0,28	0,00	0,56	1,68	0,28	4,76	0,84	1,68	0,28	0,56	0,00	1,96	0,00	0,00	0,56	0,00	0,56	0,00	4,20
8	0,75	72,98	1,24	0,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	1,55	1,55	0,00	3,42	0,62	1,55	0,62	1,86	0,00	4,04	0,00	0,00	1,24	0,00	0,00	0,00	5,59
9	0,85	69,92	1,58	1,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	0,00	1,32	0,26	5,54	0,53	2,37	0,53	2,37	0,00	5,28	0,00	0,00	0,26	0,53	0,00	0,00	5,54
10	0,95	72,80	1,13	1,13	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,85	0,57	1,42	0,00	4,82	0,57	1,70	0,28	1,13	0,00	2,55	0,00	0,00	1,98	0,57	0,00	0,00	7,37
11	1,05	65,60	2,04	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87	0,00	3,50	0,00	9,91	0,58	1,75	1,75	0,87	0,00	2,92	0,00	0,00	0,87	0,58	0,00	0,00	6,71
12	1,15	64,75	1,37	0,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,55	2,19	0,00	5,19	1,37	1,09	1,37	2,19	0,27	3,83	0,55	0,00	2,46	1,09	0,00	0,27	7,65
13	1,25	71,74	0,00	0,54	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,54	0,54	1,63	0,00	2,99	1,09	0,82	1,63	3,80	0,00	4,08	0,00	0,00	0,00	1,09	0,54	0,00	8,42
14	1,35	71,60	1,54	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,93	1,54	0,00	10,49	0,93	0,62	2,47	0,00	0,00	1,54	0,00	0,00	0,93	0,00	0,00	0,00	4,94
Min		64,75	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,00	2,99	0,00	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,27
Max		84,44	2,86	3,43	0,28	0,31	0,00	0,28	0,28	3,43	1,55	3,50	0,28	12,15	1,37	2,37	2,47	3,80	0,27	5,28	0,55	0,62	2,46	1,09	0,56	0,28	8,42

CF-10-01	Prof. (m)	<i>Operculodinium centrocarpum</i>	<i>O. israelianum</i>	<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	<i>Nematosphaeropsis labyrinthus</i>	<i>Tuberculodinium vancampoae</i>	<i>Impagidium aculeatum</i>	<i>I. striatum</i>	<i>I. patulum</i>	<i>Spiniferites bulloides</i>	<i>S. hyperacanthus</i>	<i>S. mirabilis</i>	<i>S. ramosus</i>	<i>Spiniferites spp.</i>	<i>Selenopemphix quanta</i>	<i>S. nephroides</i>	<i>Xandarodinium xanthum</i>	<i>Polykrikos kofoidii</i>	<i>P. schwartzii</i>	<i>Polykrikos sp.</i>	<i>Protoperidinium nudum</i>	<i>Protoperidinium americanum</i>	<i>Echinidium spp.</i>	<i>Brigantidium cariacense</i>	<i>Brigantidium sp.</i>	<i>Stelladium sp.</i>	Heterófitos indeterminados
15	1,45	47,06	3,31	0,37	0,00	0,37	0,00	0,00	0,00	0,37	0,74	2,21	0,00	12,87	0,74	1,10	0,74	2,94	0,00	5,88	0,00	0,00	2,57	0,00	0,00	0,37	15,81
16	1,55	41,35	1,69	5,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,53	3,80	0,00	17,30	0,00	0,42	1,69	1,69	0,84	3,80	0,00	0,00	2,95	0,00	0,00	0,00	14,35
17	1,65	41,88	1,08	7,58	0,00	0,00	0,00	0,36	0,00	0,00	1,44	1,81	0,36	11,91	1,44	3,25	1,08	1,81	0,00	4,69	0,00	0,00	2,17	0,00	0,00	0,00	14,44
18	1,75	45,87	1,14	10,54	0,00	0,00	0,28	0,28	0,00	0,57	1,14	1,14	0,00	13,39	0,57	2,85	1,71	1,71	0,57	2,56	0,57	0,00	1,99	0,57	0,00	0,00	8,26
Min		41,35	1,08	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	1,14	0,00	11,91	0,00	0,42	0,74	1,69	0,00	2,56	0,00	0,00	1,99	0,00	0,00	0,00	8,26
Max		47,06	3,31	10,54	0,00	0,37	0,28	0,36	0,00	0,57	2,53	3,80	0,36	17,30	1,44	3,25	1,71	2,94	0,84	5,88	0,57	0,00	2,95	0,57	0,00	0,37	15,81
19	1,85	60,76	3,20	3,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58	1,16	0,00	8,72	1,16	4,07	0,29	2,33	0,00	4,07	0,00	0,00	1,45	0,29	0,00	0,00	5,81
20	1,95	70,18	2,05	0,29	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,88	0,00	11,99	0,00	2,63	0,29	0,58	0,00	1,17	0,00	0,00	0,88	0,29	0,00	0,00	7,02
21	2,05	70,03	2,45	2,75	0,00	0,31	0,00	0,31	0,00	0,31	0,31	0,92	0,00	7,03	0,92	0,61	0,92	0,92	0,31	2,45	0,31	0,00	1,22	0,00	0,31	0,00	4,28
22	2,15	59,62	11,54	1,37	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,27	1,10	0,00	13,46	0,55	0,00	0,27	2,20	0,00	1,10	0,00	0,00	0,55	0,00	0,27	0,00	4,95
23	2,25	66,45	7,99	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00	12,46	0,32	0,32	0,32	0,96	0,32	0,96	0,00	0,00	0,64	0,00	0,00	0,00	3,19
24	2,35	64,13	9,52	2,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,00	0,95	0,00	11,75	0,63	1,59	0,32	1,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	0,00	2,54
25	2,45	65,12	10,80	1,23	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00	0,31	0,62	0,93	0,00	8,64	0,62	0,93	0,62	1,54	0,00	0,62	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	3,40
26	2,55	68,67	6,87	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	0,00	0,00	0,00	9,44	0,00	0,00	0,00	0,86	0,00	0,86	0,00	0,00	1,29	0,00	0,00	0,00	0,86
27	2,65	63,23	9,97	2,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,00	14,43	0,34	0,34	0,00	0,34	0,00	1,72	0,00	0,00	0,69	0,00	0,34	0,00	3,09
28	2,75	61,64	14,73	2,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,00	0,68	0,00	11,30	0,00	0,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,71
29	2,85	64,24	12,42	3,03	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61	1,82	0,00	6,67	0,30	0,00	0,30	1,52	0,00	0,61	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	4,55
30	2,95	69,37	12,18	1,11	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	1,48	0,00	8,12	0,00	0,37	0,37	0,00	0,00	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,21
31	3,05	57,14	16,83	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	0,00	0,95	0,00	13,33	0,63	0,32	0,00	0,63	0,00	0,95	0,00	0,00	0,95	0,00	0,00	0,00	1,90

CF-10-01	Prof. (m)	<i>Operculodinium centrocarpum</i>	<i>O. israelianum</i>	<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	<i>Nematosphaeropsis labyrinthus</i>	<i>Tuberculodinium vancampoe</i>	<i>Impagidinium aculeatum</i>	<i>I. striatum</i>	<i>I. patulum</i>	<i>Spiniferites bulloideus</i>	<i>S. hyperacanthus</i>	<i>S. mirabilis</i>	<i>S. ramosus</i>	<i>Spiniferites spp.</i>	<i>Selenopemphix quanta</i>	<i>S. nephroides</i>	<i>Xandarodinium xanthum</i>	<i>Polykrikos kofoidii</i>	<i>P. schwartzii</i>	<i>Polykrikos sp.</i>	<i>Protoperidinium nudum</i>	<i>Protoperidinium americanum</i>	<i>Echinidium spp.</i>	<i>Brigantedinium cariacense</i>	<i>Brigantedinium sp.</i>	<i>Stelladinium sp.</i>	Heterófitos indeterminados	
32	3,15	57,14	15,87	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,22	0,00	10,16	0,00	0,32	0,63	1,90	0,00	3,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,27	0,00	3,81
33	3,25	57,28	18,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,00	0,00	11,74	0,47	0,00	0,00	0,47	0,00	0,47	0,00	0,00	0,94	0,00	0,47	0,00	3,76	
34	3,35	61,38	16,93	0,79	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00	0,26	0,00	1,06	0,00	8,99	0,53	0,53	0,26	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	0,53	0,00	0,00	2,38	
35	3,45	58,86	15,19	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,58	0,00	13,92	0,32	0,32	0,00	0,95	0,00	0,95	0,00	0,00	0,00	0,32	0,00	0,00	2,22	
36	3,55	56,21	18,01	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	1,86	0,00	11,49	0,00	0,62	0,00	0,62	0,00	0,93	0,00	0,00	0,62	0,00	0,00	0,00	1,86	
37	3,65	56,75	15,87	1,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,59	0,00	11,90	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	1,59	0,00	0,00	0,79	0,00	0,00	0,00	3,17	
Min		56,21	2,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	
Max		70,18	18,78	3,78	0,37	0,58	0,00	0,31	0,00	0,86	0,62	2,22	0,00	14,43	1,16	4,07	0,92	2,33	0,32	4,07	0,31	0,00	1,45	0,53	1,27	0,00	7,02	

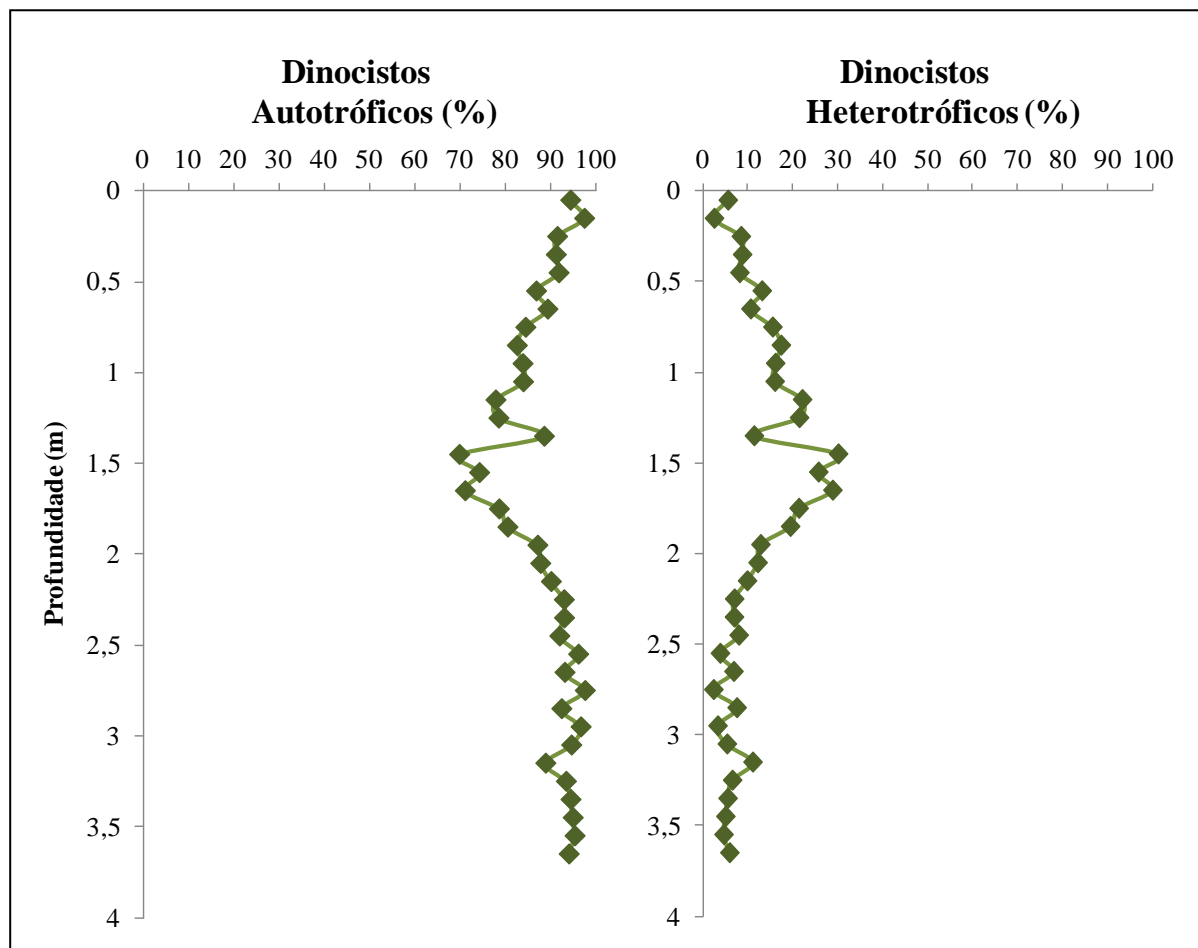


Figura 23. Percentual de distribuição dos Dinocistos Autotróficos e Heterotróficos, em relação ao total de dinocistos – Testemunho CF-10-01

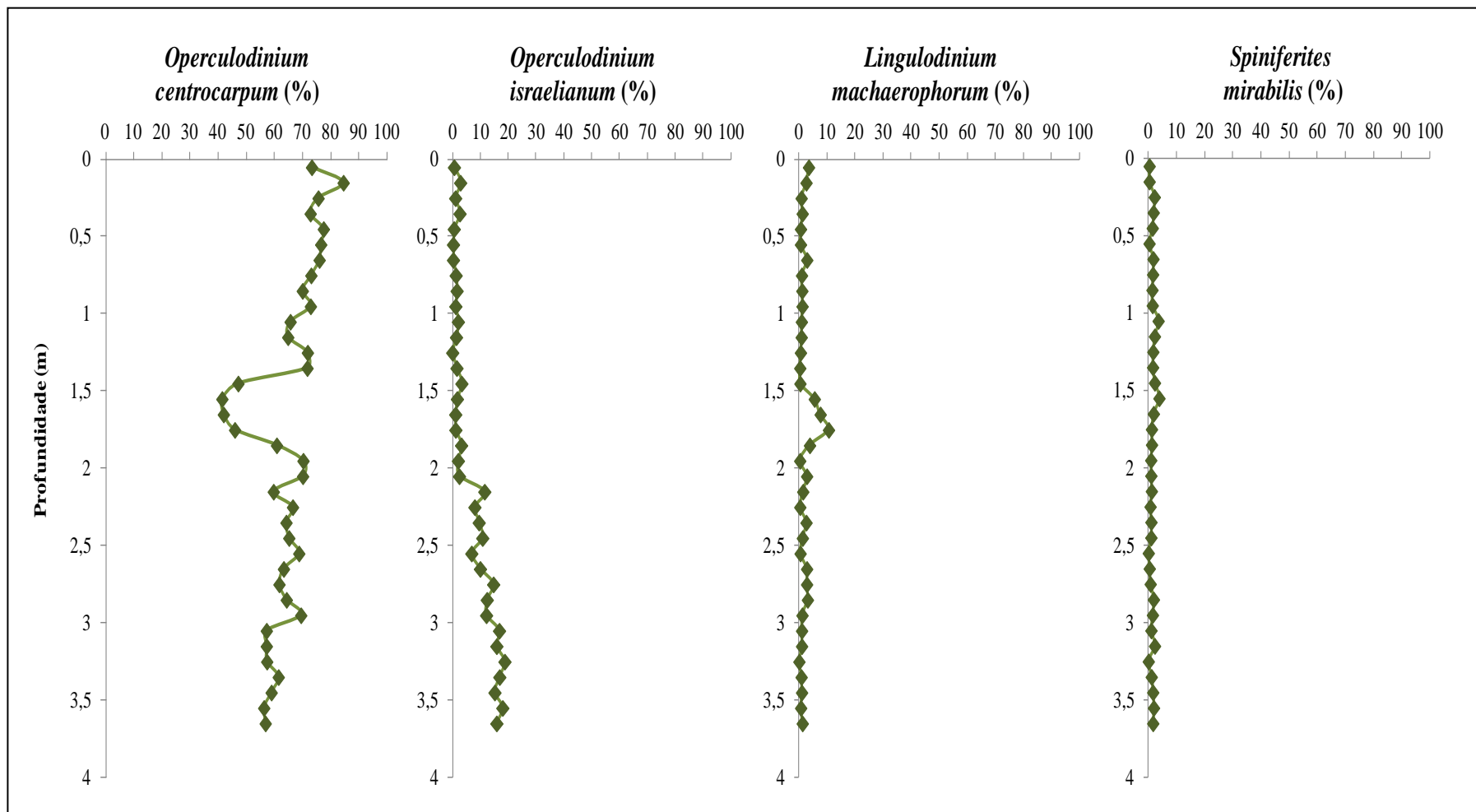


Figura 24. Percentual de distribuição das espécies mais representativas de dinocistos autotróficos, em relação ao total de dinocistos – Testemunho CF-10-01.

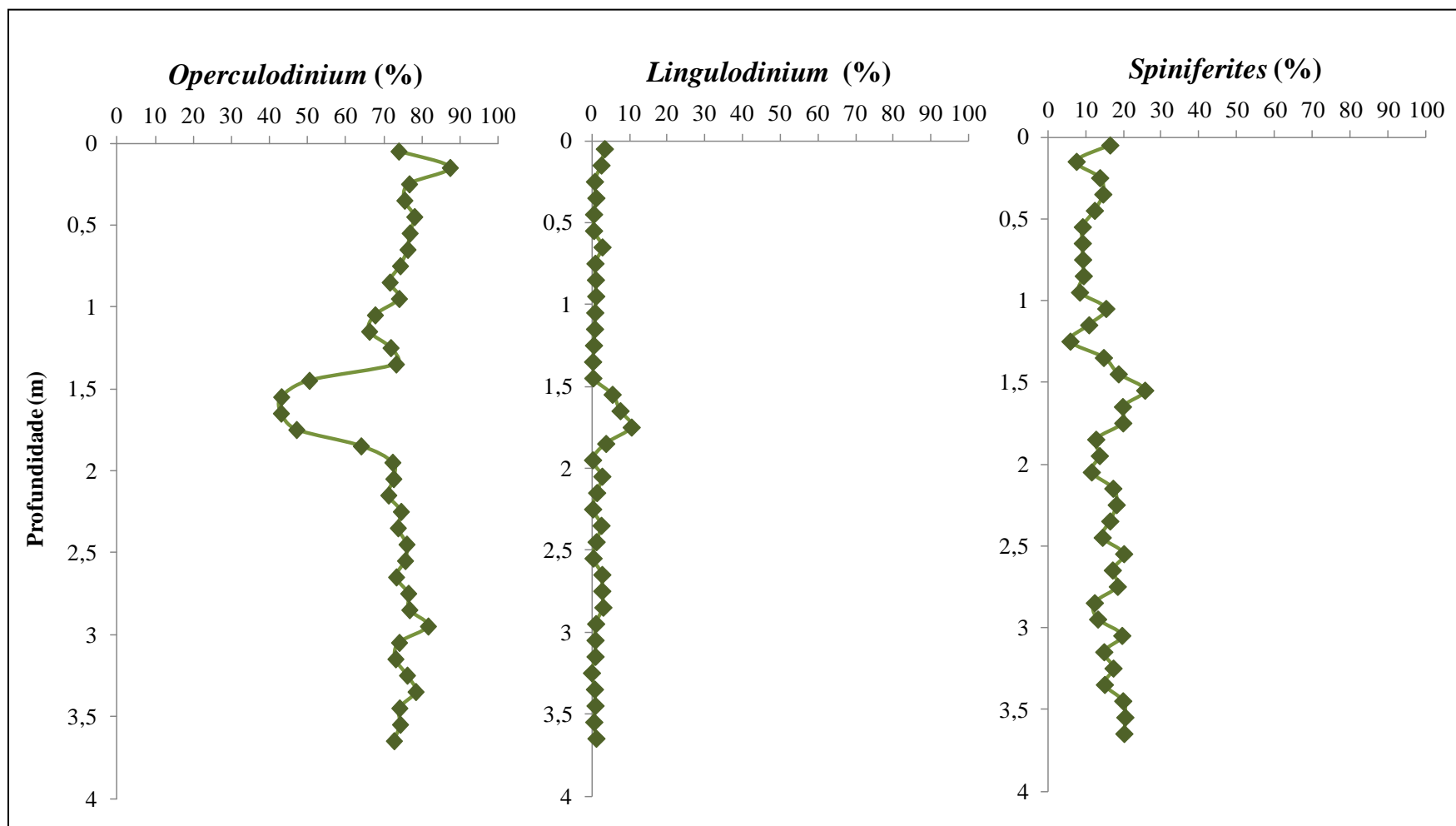


Figura 25. Percentual de distribuição dos gêneros mais representativos de dinocistos autotróficos, em relação ao total de dinocistos – Testemunho CF-10-01.

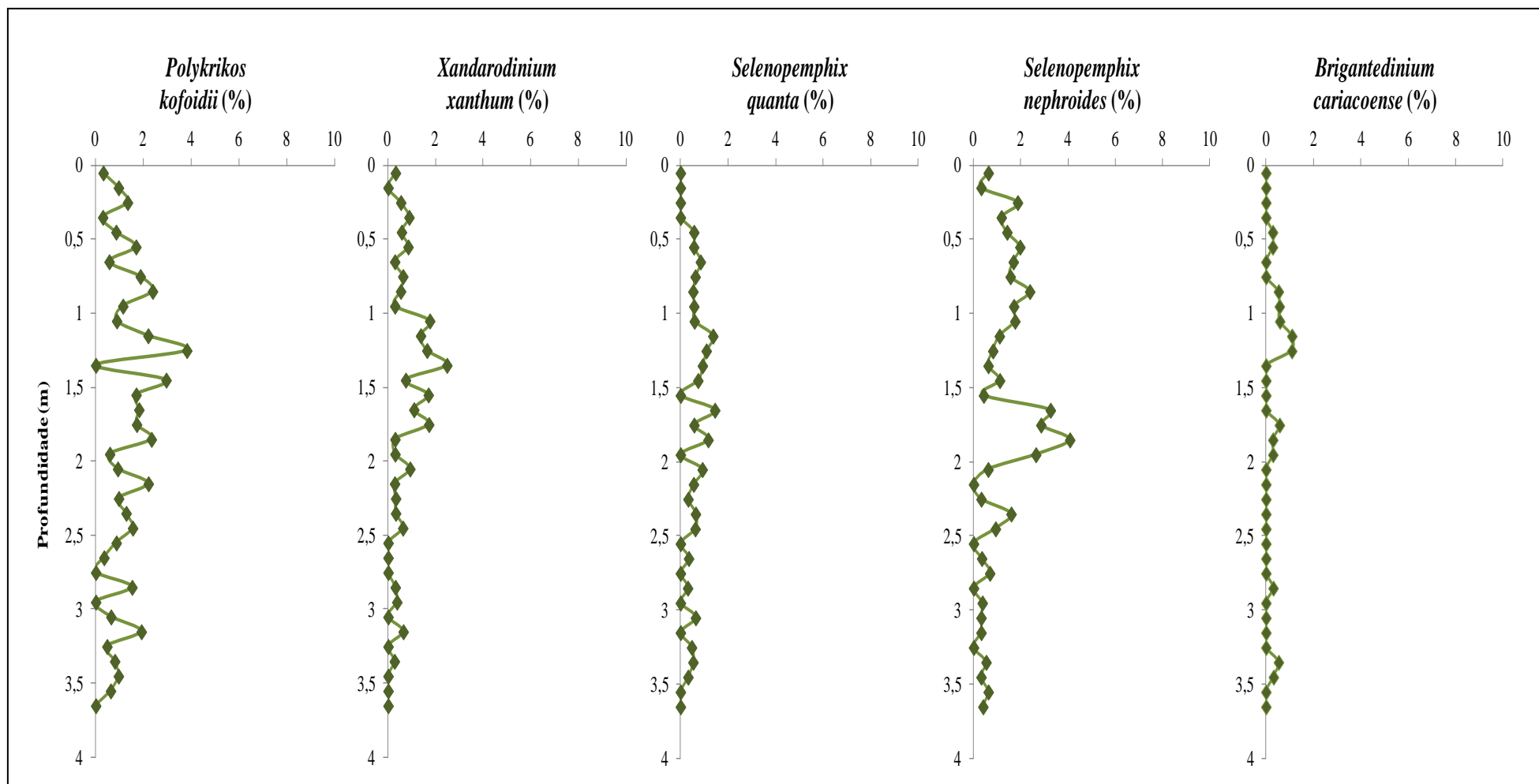


Figura 26. Percentual de distribuição das espécies mais representativas de dinocistos heterotróficos, em relação ao total de dinocistos – Testemunho CF-10-01.

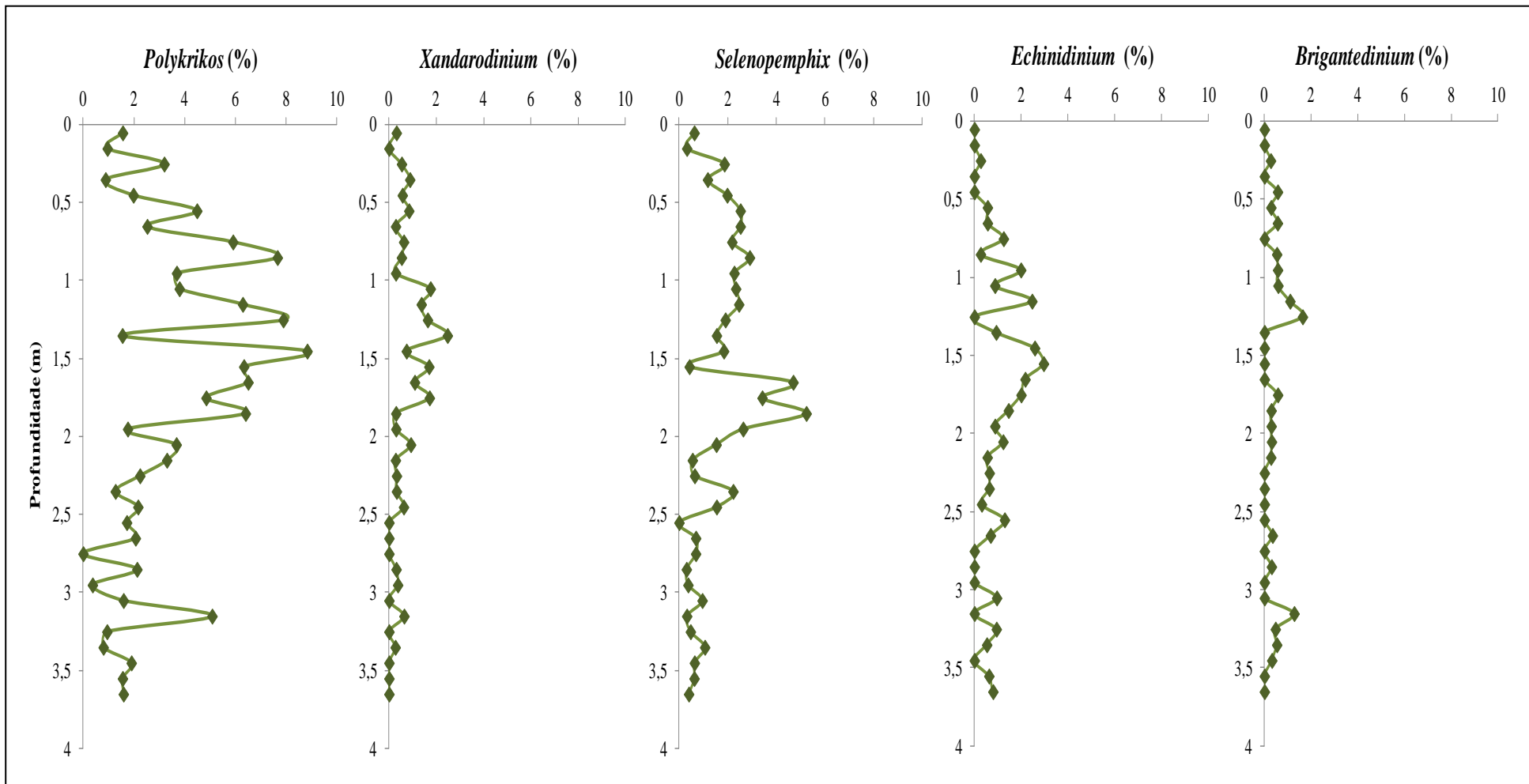


Figura 27. Percentual de distribuição dos gêneros mais representativos de dinocistos heterotróficos, em relação ao total de dinocistos – Testemunho CF-10-01.

8.1.5.2 Tratamento Estatístico dos Dados de Dinocistos

Foram realizadas as análises estatísticas (*Modo-R* e *Modo-Q*) nas 37 amostras do Testemunho CF-10-01, a fim de contribuir para as interpretações dos dados de dinocistos. Esses dados foram submetidos à análise de agrupamento (*cluster*) – *Modo-R* e coeficiente de correlação 1-Pearson-*r* (para as espécies de dinocistos) 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 das espécies de cistos de dinoflagelados.

De acordo com o *Modo-R*, as amostras foram organizadas em 4 (quatro) Associações de Dinocistos (A, B, C e D), segundo o maior grau de similaridade entre as espécies, em relação à sua origem (Figura 28; Quadro 8; Tabela 8).

A análise de agrupamento *Modo-Q* subdividiu as amostras de acordo com grau de similaridade entre elas, com base na distribuição das espécies de dinocistos (Figura 29; Tabela 8).

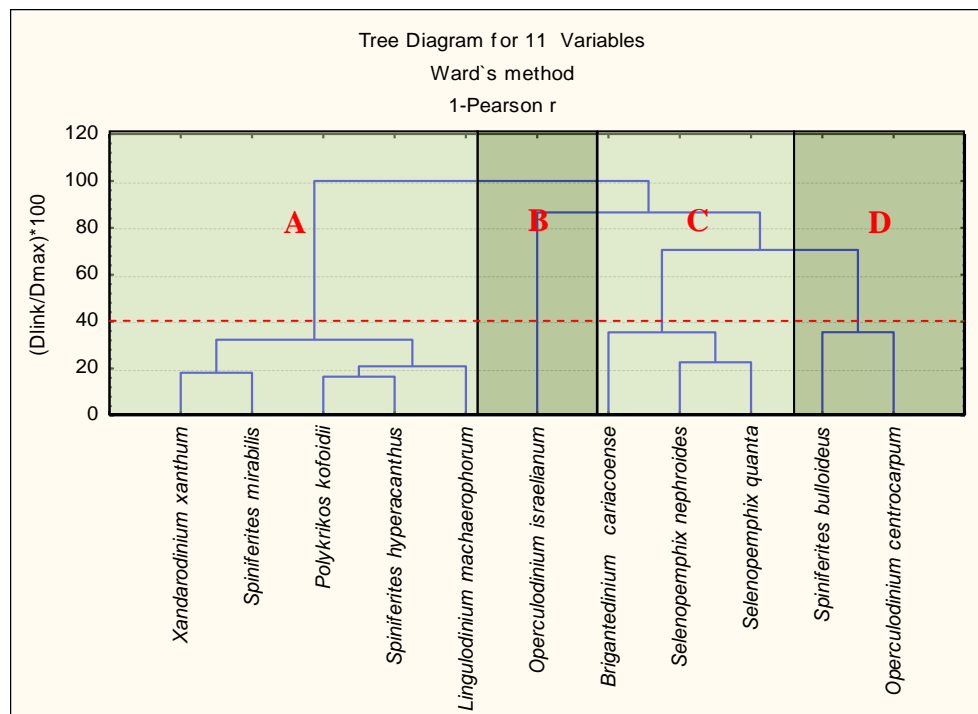


Figura 28. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento *Modo-R*, segundo o maior grau de similaridade entre as espécies de dinocistos – Testemunho CF-10-01.

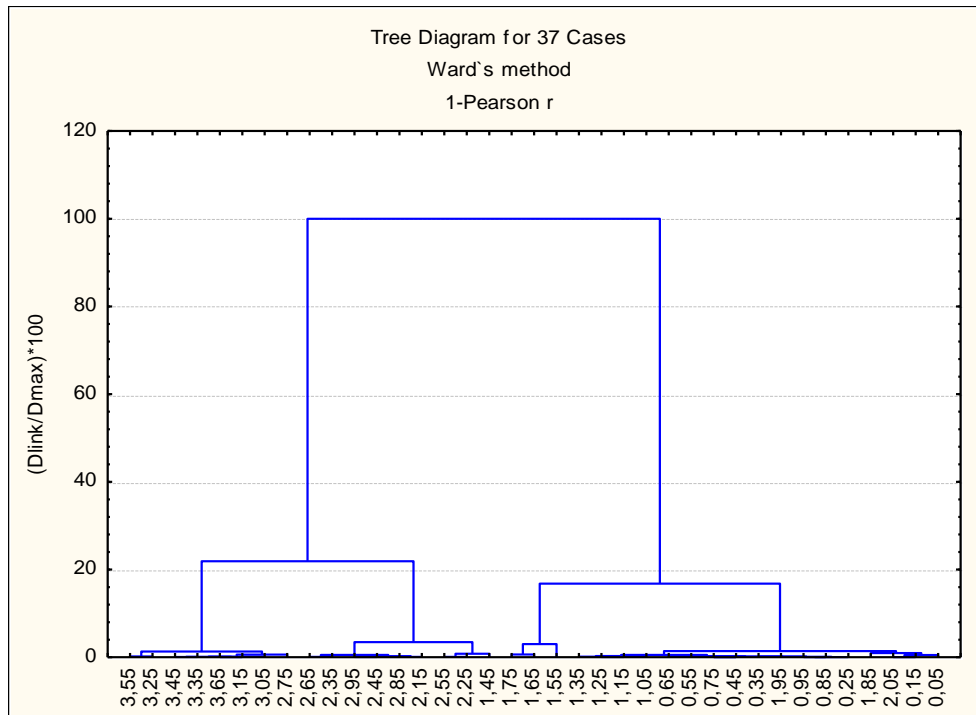


Figura 29. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento *modo-Q*, para as similaridades entre as amostras em relação à profundidade – Testemunho CF-10-01.

Quadro 8. Associações de Dinocistos geradas através da análise de agrupamento *Modo-R*.

Associações	Descrições
A	<i>Xandarodinium xanthum</i> , <i>Spiniferites mirabilis</i> , <i>Polykrikos kofoidii</i> , <i>S. hyperacanthus</i> e <i>Lingulodinium machaerophorum</i>
B	<i>Operculodinium israelianum</i>
C	<i>Brigantedinium cariacense</i> , <i>Selenopemphix nephroides</i> e <i>S. quanta</i>
D	<i>Spiniferites bulloideus</i> e <i>Operculodinium centrocarpum</i>

Tabela 8. Resultados das análises de agrupamento *Modo-R* e *Modo-Q* com 4 Associações de Dinocistos e 4 Intervalos – Testemunho CF-10-01.

CF-10-01	Prof. (m)	Associação A					Associação B	Associação C			Associação D		Intervalos	Associações
		<i>X. xanthum</i>	<i>S. mirabilis</i>	<i>P. kofoidii</i>	<i>S. hyperacanthus</i>	<i>L. machaerophorum</i>	<i>O. israelianum</i>	<i>B. cariacense</i>	<i>S. nephroides</i>	<i>S. quanta</i>	<i>S. bulloideus</i>	<i>O. centrocarpum</i>		
1	0,05	0,38	0,38	0,00	0,75	4,15	0,75	0,00	0,75	0,00	4,15	88,68	4	D
2	0,15	0,00	0,35	0,00	0,35	2,78	3,13	0,00	0,35	0,00	0,69	92,36		
3	0,25	0,64	2,57	0,00	0,00	0,96	1,29	0,00	2,25	0,00	0,96	91,32		
4	0,35	1,08	2,15	0,00	1,43	1,43	3,23	0,00	1,43	0,00	0,36	88,89		
5	0,45	0,67	1,68	0,00	1,35	0,67	0,67	0,34	1,68	0,67	0,00	92,26		
6	0,55	1,03	0,34	0,00	0,34	0,69	0,34	0,34	2,41	0,69	0,00	93,81		
7	0,65	0,33	2,00	0,00	0,67	3,33	0,33	0,00	2,00	1,00	0,00	90,33		
8	0,75	0,76	1,90	0,00	1,90	1,14	1,52	0,00	1,90	0,76	0,76	89,35		
9	0,85	0,67	1,68	0,00	0,00	1,35	2,02	0,67	3,03	0,67	0,67	89,23		
10	0,95	0,35	1,75	0,00	0,70	1,40	1,40	0,70	2,10	0,70	1,05	89,86		
11	1,05	2,26	4,51	0,00	0,00	1,13	2,63	0,75	2,26	0,75	1,13	84,59		
12	1,15	1,82	2,91	0,36	0,73	1,09	1,82	1,45	1,45	1,82	0,36	86,18		
13	1,25	2,05	2,05	0,00	0,68	0,68	0,00	1,37	1,02	1,37	0,68	90,10		
14	1,35	3,08	1,92	0,00	1,15	0,38	1,92	0,00	0,77	1,15	0,38	89,23		
Min		0,35	0,34	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	84,59		
Max		3,03	4,51	0,36	1,90	4,15	3,23	1,45	3,03	1,82	4,15	93,81		
15	1,45	1,30	3,90	0,00	1,30	0,65	5,84	0,00	1,95	1,30	0,65	83,12	3	D e A
16	1,55	2,92	6,57	1,46	4,38	9,49	2,92	0,00	0,73	0,00	0,00	71,53		
17	1,65	1,82	3,03	0,00	2,42	12,73	1,82	0,00	5,45	2,42	0,00	70,30		
18	1,75	2,56	1,71	0,85	1,71	15,81	1,71	0,85	4,27	0,85	0,85	68,80		

CF-10-01	Prof. (m)	Associação A					Associação B	Associação C			Associação D		Intervalos	Associações
		<i>X. xanthum</i>	<i>S. mirabilis</i>	<i>P. kofoidii</i>	<i>S. hyperacanthus</i>	<i>L. machaerophorum</i>	<i>O. israelianum</i>	<i>B. cariacense</i>	<i>S. nephroides</i>	<i>S. quanta</i>	<i>S. bulloideus</i>	<i>O. centrocarpum</i>		
	Min	1,30	1,71	0,00	1,30	0,65	1,71	0,00	0,73	0,00	0,00	68,80		
	Max	2,92	6,57	1,46	4,38	15,81	5,84	0,85	5,45	2,42	0,85	83,12		
19	1,85	0,39	1,54	0,00	0,77	5,02	4,25	0,39	5,41	1,54	0,00	80,69	2	D, B e C
20	1,95	0,38	1,15	0,00	0,00	0,38	2,67	0,38	3,44	0,00	0,00	91,60		
21	2,05	1,15	1,15	0,38	0,38	3,46	3,08	0,00	0,77	1,15	0,38	88,08		
22	2,15	0,37	1,47	0,00	0,37	1,83	15,38	0,00	0,00	0,73	0,37	79,49		
23	2,25	0,42	0,83	0,42	0,00	0,42	10,42	0,00	0,42	0,42	0,00	86,67		
24	2,35	0,40	1,19	0,00	0,00	3,17	11,90	0,00	1,98	0,79	0,40	80,16		
25	2,45	0,76	1,14	0,00	0,76	1,52	13,31	0,00	1,14	0,76	0,38	80,23		
26	2,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	8,94	0,00	0,00	0,00	1,12	89,39		
27	2,65	0,00	0,45	0,00	0,00	3,57	12,95	0,00	0,45	0,45	0,00	82,14		
28	2,75	0,00	0,85	0,00	0,00	3,39	18,22	0,00	0,85	0,00	0,42	76,27		
29	2,85	0,36	2,19	0,00	0,73	3,65	14,96	0,36	0,00	0,36	0,00	77,37		
30	2,95	0,43	1,73	0,00	0,43	1,30	14,29	0,00	0,43	0,00	0,00	81,39		
	Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	2,67	0,00	0,00	0,00	0,00	76,27		
	Max	1,15	2,19	0,42	0,77	5,02	18,22	0,39	5,41	1,54	1,12	91,60		
31	3,05	0,00	1,23	0,00	0,00	1,23	21,72	0,00	0,41	0,82	0,82	73,77	1	D e B
32	3,15	0,82	2,88	0,00	0,00	1,23	20,58	0,00	0,41	0,00	0,00	74,07		
33	3,25	0,00	0,00	0,00	0,61	0,00	24,39	0,00	0,00	0,61	0,00	74,39		
34	3,35	0,32	1,29	0,00	0,00	0,96	20,58	0,64	0,64	0,64	0,32	74,60		
35	3,45	0,00	2,04	0,00	0,00	1,22	19,59	0,41	0,41	0,41	0,00	75,92		
36	3,55	0,00	2,40	0,00	0,40	0,80	23,20	0,00	0,80	0,00	0,00	72,40		

CF-10-01	Prof. (m)	Associação A					Associação B	Associação C			Associação D			
		<i>X. xanthum</i>	<i>S. mirabilis</i>	<i>P. kofoidii</i>	<i>S. hyperacanthus</i>	<i>L. machaerophorum</i>	<i>O. israelianum</i>	<i>B. cariacense</i>	<i>S. nephroides</i>	<i>S. quanta</i>	<i>S. bulloideus</i>	<i>O. centrocarpum</i>		
37	3,65	0,00	2,09	0,00	0,00	1,57	20,94	0,00	0,52	0,00	0,00	74,87		
Min		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,59	0,00	0,00	0,00	0,00	72,40		
Max		0,82	2,88	0,00	0,61	1,57	24,39	0,64	0,80	0,82	0,82	75,92		

Associação de Dinocistos A: esta Associação está representada pelas espécies *Xandarodinium xanthum* com valores percentuais entre 0,0 – 3,03%, *Spiniferites mirabilis* apresentando valores entre 0,0 – 6,57%, *Polykrikos kofoidii* com valores percentuais entre 0,0 – 1,46%, *Spiniferites hyperacanthus* com valores entre 0,0 – 4,38% e *Lingulodinium machaerophorum* com valores percentuais entre 0,0 – 15,81%, ao longo deste testemunho. Estas espécies apresentam uma maior ocorrência em regiões características de águas quentes e baixa disponibilidade de nutriente (oligotrófico - mesotrófico).

Associação de Dinocistos B: Associação composta pela espécie *Operculodinium israelianum*, que apresenta valores relativos entre 1,71 – 20,94%. Esta espécie tem a sua maior abundância relativa na base do testemunho, sugerindo depósitos sob condições de águas quentes - extremamente quentes.

Associação de Dinocistos C: Nesta associação estão contidas as espécies *Brigantedinium cariacense* com valores variando entre 0,0 – 0,85%, *S. Selenopemphix nephroides*, que apresentou valores percentuais entre 0,0 – 5,45% e *S. quanta* com valores entre 0,0 - 2,42% em todo o testemunho. Esta Associação é característica de águas quentes a extremamente quente, em condições de ambiente com baixa disponibilidade de nutrientes (oligotrófico-mesotrófico).

Associação de Dinocistos D: Associação representada pelas espécies de *Spiniferites bulloideus* com valores entre 0,0 - 3,43% e *Operculodinium centrocarpum* com valores entre 68,80 – 93,81%, ao longo deste testemunho. Esta Associação é composta por espécies cosmopolitas, sendo assim capazes de adaptar-se a qualquer tipo de ambiente.

Assim como nas análises de palinofácies e palinologia, o Testemunho CF-10-01 foi subdividido em 4 intervalos com base nas associações de dinocistos, geradas a partir das análises de agrupamento *Modo-R* e *Modo-Q*, observando-se a variação das espécies ao longo do perfil, resultando, deste modo, em uma possível caracterização paleoambiental.

Descrição dos intervalos

Intervalo 1 (amostras 31 a 37; prof. 3,05 – 3,65m): este intervalo é constituído pelas Associações de Dinocistos **D** (*S. bulloideus* e *Operculodinium centrocarpum*) e **B** (*O. israelianum*). *O. israelianum* apresenta os maiores valores percentuais neste intervalo (19,59 – 24,39%), podendo indicar depósitos sob condições de águas mais aquecidas. As espécies referentes à Associação **D**, tais como *O. centrocarpum* e *S. bulloideus* ocorrem com valores percentuais de 75,92% e 0,82%, respectivamente, acrescentando que estas duas espécies não alcançaram os maiores valores percentuais neste intervalo, todavia, como a primeira espécie (*O. centrocarpum*) é a mais abundante em todo o testemunho, por consequência, esta Associação (**D**) estará integrada em todos os intervalos. Tais características, juntamente com os resultados de palinofácies, sugerem depósitos sob condições de nível relativo do mar mais baixo, com águas mais aquecidas e ricas em nutrientes (nitrato e fosfato) devido ao maior percentual de cistos autotróficos.

Intervalo 2 (amostras 19 a 30; prof. 1,85 - 2,95m): intervalo composto pelas Associações **D** e **B** e algumas ocorrências da Associação **C**. Neste intervalo, *Operculodinium centrocarpum* apresenta um aumento nos valores percentuais (76,27 – 91,60%), enquanto *O. israelianum* começa apresentar um decréscimo no seu percentual. A associação **C**, representada pelas espécies *Brigantedinium cariacense*, *Selenopemphix nephroides* e *S. quanta*, apresenta um aumento nos valores percentuais, em relação aos outros intervalos, porém esta associação não apresenta valores percentuais significativos.

Intervalo 3 (amostras 15 a 18; prof. 1,45 – 1,75m): este intervalo é representado pelas Associações **D** (*Spiniferites bulloideus* e *Operculodinium centrocarpum*) e **A** (*Xandarodinium xanthum*, *Spiniferites mirabilis*, *S. hyperacanthus* e *Lingulodinium machaerophorum*). *Lingulodinium machaerophorum* apresenta um elevado valor percentual neste intervalo (10,54%), podendo indicar águas mais estratificadas. *X. xanthum* (0,74 – 1,71%), *S. mirabilis* (1,14 – 3,80%) e *S. hyperacanthus* (0,74 – 2,53%) representando Associação **A**, apesar de ocorrerem com baixos valores percentuais, neste intervalo essas espécies demonstram um percentual maior nesta porção. Já as espécies relativa a Associação **D**, apresentaram os mais baixos valores neste intervalo, mas ainda assim, *O. centrocarpum*

continua predominando. Neste intervalo começa a ocorrer um aumento das outras espécies heterotróficas (*Brigantedinium cariacense* e *Polykrikos kofoidii*), referentes à Associação A.

Intervalo 4 (amostras 1 a 14; prof. 0,05 - 1,35m): intervalo composto somente pela Associação D, com predominância de *Operculodinium centrocarpum* (84,59 – 93,81%). Este intervalo pode sugerir, juntamente com os resultados de palinofácies que apresenta um alto percentual de MOA, a caracterização de um paleoambiente sob condições de nível do mar mais elevado e de águas mais frias.

8.2 RESULTADOS DO TESTEMUNHO CF-10-15

8.2.1 Análise de palinofácies

As 44 amostras do Testemunho CF-10-15, localizado na região mais proximal da plataforma continental (região nerítica interna), foram processadas para análise da matéria orgânica particulada (palinofácies).

Neste Testemunho foi observada a ocorrência dos três grupos principais da matéria orgânica (Fitoclasto, MOA e Palinomorfo). O Grupo MOA predomina, com valores percentuais variando entre 14,6 – 93,5%, representado pela MOA homogênea, exibindo fluorescência variando de fraca a moderada (marrom ao laranja). O Grupo Fitoclasto ocorre com percentual entre 3,9 – 70,2%. E o Grupo Palinomorfo ocorre com baixos valores percentuais (0,6 – 26,8%) (Tabela 9; Figuras 30, 31 e 32).

Tabela 9. Valores percentuais dos três principais Grupos da Matéria Orgânica – Testemunho CF-10-15.

CF-10-15	PROF. (m)	Fitoclasto (%)	MOA (%)	Palinomorfo (%)
1	0,05	4,77	90,98	4,24
2	0,15	4,43	84,49	11,08
3	0,25	6,56	82,51	10,93
4	0,35	13,27	76,38	10,36
5	0,45	9,38	84,38	6,25
6	0,55	14,65	77,07	8,28
7	0,65	8,52	84,23	7,26
8	0,75	26,07	62,71	11,22
9	0,85	43,49	42,86	13,65
10	0,95	16,72	78,86	4,42
11	1,05	30,25	60,49	9,26
12	1,15	28,57	63,98	7,45
13	1,25	56,62	23,69	19,69
14	1,35	23,84	68,11	8,05
15	1,45	70,19	14,63	15,18
16	1,55	25,83	64,86	9,31
17	1,65	30,77	47,29	21,94
18	1,75	41,53	31,63	26,84
19	1,85	11,68	84,24	4,08
20	1,95	42,36	52,45	5,19
21	2,05	23,91	72,05	4,04
22	2,15	14,65	82,80	2,55
23	2,25	26,32	69,66	4,02
24	2,35	17,82	80,36	1,81
25	2,45	7,91	89,56	2,53
26	2,55	10,87	87,58	1,55
27	2,65	8,18	89,31	2,52
28	2,75	3,87	93,55	2,58
29	2,85	5,75	92,65	1,60
30	2,95	7,03	90,83	2,14
31	3,05	10,42	87,89	1,69
32	3,15	9,36	88,29	2,34
33	3,25	8,68	89,07	2,25
34	3,35	10,06	89,31	0,63
35	3,45	9,35	89,10	1,56
36	3,55	13,18	84,81	2,01
37	3,65	12,92	84,92	2,15

CF-10-15	PROF. (m)	Fitoclasto (%)	MOA (%)	Palinomorfo (%)
38	3,75	18,60	77,44	3,96
39	3,85	11,66	87,73	0,61
40	3,95	29,47	67,40	3,13
41	4,05	13,71	84,11	2,18
42	4,15	29,52	68,57	1,90
43	4,25	15,16	82,90	1,94
44	4,35	13,55	85,54	0,90

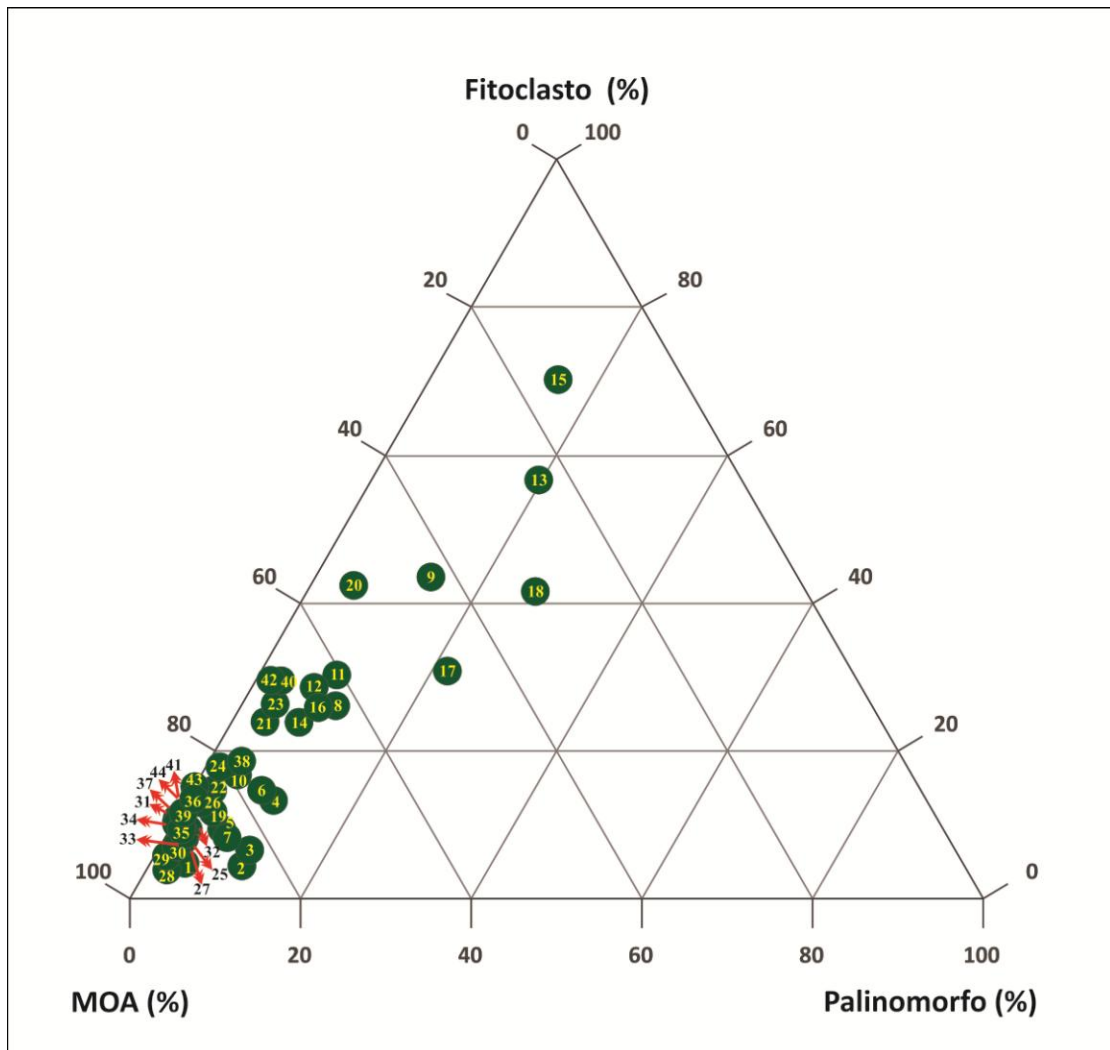


Figura 31. Diagrama ternário com as variações percentuais dos três principais Grupos da Matéria Orgânica - Fitoclasto-MOA-Palinomorfo - Testemunho CF-10-15.

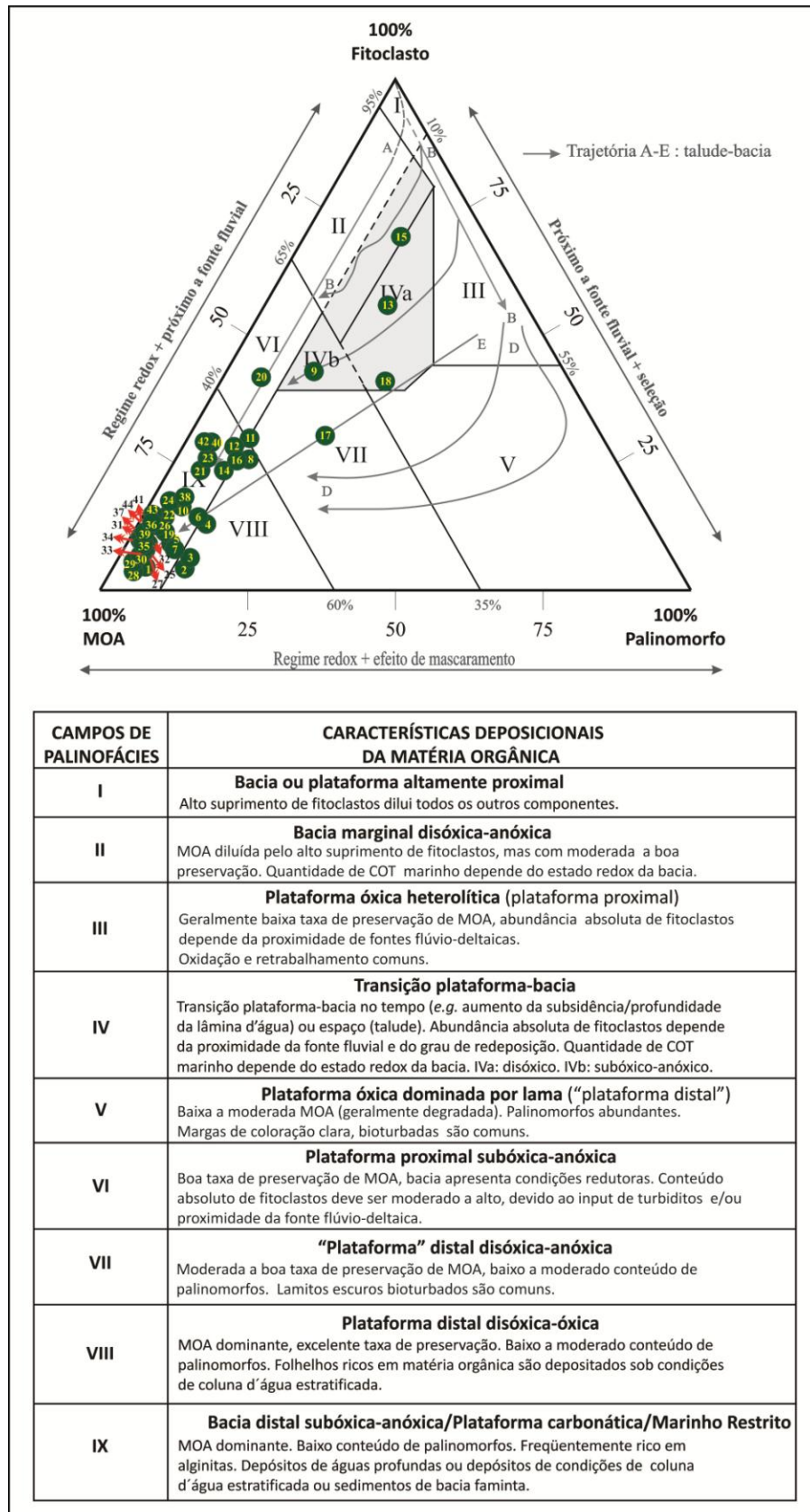


Figura 32. Diagrama ternário com os campos de palinofácies definidos pelos valores percentuais dos três principais Grupos da Matéria Orgânica do Testemunho CF-10-15 (Tyson, 1995; Mendonça Filho *et al.*, 2010).

8.2.2 Descrição dos Resultados de Palinofácies

Foi observado nas cinco primeiras amostras localizadas na base, amostras 40 a 44 (3,95 - 4,35m), uma alternância na ocorrência entre o Grupo Fitoclasto, representado por cutículas (7,74 - 20,95%) e fitoclastos não-opacos bioestruturados, do tipo estriado (0,65 - 4,70%) e o Grupo MOA (67,40 - 84,94%), sendo este último, predominante ao longo do testemunho. O Grupo Palinomorfo não apresenta valores significativos nesta porção e na porção intermediária (Tabela 10; Estampa 2 em Anexo).

Na porção seguinte, entre as profundidades 2,35m - 3,85m, ocorre um alto valor percentual do Grupo MOA (76,22 - 93,55%) e um decréscimo nos valores de cutícula (1,0 - 9,45%) e fitoclasto estriado (0,31 - 2,83%). De um modo geral, esta porção apresenta baixos valores percentuais de fitoclasto opaco, fitoclasto não-opaco e cutícula, representados na figura 33.

Nas amostras localizadas mais ao topo, amostras 1 a 23 (0,05m - 2,25m), foi observada uma alternância nos valores relativos entre os Grupos Fitoclastos e MOA. Nesta porção, os fitoclastos apresentam uma alta no percentual, em relação às demais, representados principalmente pelos fitoclastos opacos: alongado (0,62 - 6,98), equidimensional (0,0 - 1,86) e corroído (0,27 - 7,32); fitoclasto não opaco bioestruturado estriado (0,0 - 30,89) e cutícula (0,80 - 25,85). É observado um aumento nos valores percentuais dos palinomorfos, sendo constituídos por 9,54% de esporomorfos, 8,23% de dinocistos e 19,17% de palinoforaminíferos.

Tabela 10. Valores percentuais dos três principais subgrupos da Matéria Orgânica, em relação à matéria orgânica total – Testemunho CF-10-15.

CF-10-15	Prof. (m)	MOA			FITOCLASTO (%)												PALINOMORFO (%)				
		Het Flu	Hom Flu	Res	Opaco			Não Opaco									Continentais		Marinho		Zoomor
					Alo n	Equi	Corr	Bioestruturado				Não Bioestruturado									
								Lis	Est	Ban	Per	Cut	Degr	Não Deg r	Fito Amorf	Mem	Esporo	Botry	Dino	Palin	
1	0,05	0,00	90,72	0,27	1,59	0,00	0,80	0,53	0,53	0,00	0,00	0,80	0,00	0,27	0,00	0,27	1,06	0,00	2,12	1,06	
2	0,15	0,32	83,86	0,32	0,95	0,00	0,32	0,32	0,00	0,00	0,00	1,27	0,95	0,00	0,63	0,00	1,27	0,00	8,23	1,58	
3	0,25	0,00	81,97	0,55	1,09	0,27	0,27	0,00	1,91	0,00	0,00	0,82	0,82	0,27	0,27	0,82	1,64	0,00	7,10	2,19	
4	0,35	0,65	75,40	0,32	2,27	0,65	0,65	0,32	0,65	0,00	0,32	7,12	0,97	0,00	0,32	0,00	3,88	0,00	3,56	2,91	
5	0,45	0,00	84,38	0,00	0,63	0,00	0,94	0,00	1,88	0,00	0,00	4,38	0,94	0,00	0,00	0,63	2,50	0,00	3,13	0,63	
6	0,55	0,00	76,75	0,32	2,55	0,32	1,27	0,32	2,87	0,00	0,00	5,73	0,32	0,00	0,96	0,32	1,59	0,00	3,50	3,18	
7	0,65	0,00	84,23	0,00	0,95	0,00	0,63	0,63	0,95	0,00	0,00	4,73	0,32	0,00	0,00	0,32	1,26	0,00	2,84	3,15	
8	0,75	0,00	62,71	0,00	1,65	1,32	2,64	0,99	6,27	0,00	0,00	11,22	1,32	0,00	0,33	0,33	5,94	0,66	3,30	1,32	
9	0,85	0,00	42,86	0,00	6,98	0,63	4,13	1,90	7,94	0,00	0,63	17,14	0,63	0,00	2,86	0,63	8,57	0,32	3,17	1,59	
10	0,95	0,00	78,86	0,00	3,15	0,32	3,15	0,63	3,15	0,00	0,00	5,05	0,32	0,00	0,63	0,32	2,52	0,00	0,95	0,95	
11	1,05	0,62	59,26	0,62	4,01	1,23	2,78	0,00	9,57	0,00	0,93	8,95	0,62	0,00	1,54	0,62	5,86	0,00	1,54	1,85	
12	1,15	0,00	63,66	0,31	2,17	1,86	4,35	0,00	6,52	0,00	0,93	9,94	1,24	0,00	1,24	0,31	4,97	0,00	0,62	1,86	
13	1,25	0,62	23,08	0,00	3,38	1,54	4,00	1,23	15,38	0,62	0,00	25,85	0,00	0,00	3,08	1,54	9,54	0,31	7,69	2,15	
14	1,35	0,00	68,11	0,00	2,17	0,31	2,17	0,93	6,19	0,00	0,62	9,29	0,31	0,00	1,24	0,62	4,95	0,00	1,86	1,24	
15	1,45	0,00	14,63	0,00	6,23	1,63	7,32	0,27	30,89	0,00	0,54	20,33	1,08	0,27	1,36	0,27	9,49	0,54	3,25	1,90	
16	1,55	0,00	64,56	0,30	1,80	1,20	1,80	0,00	8,11	0,00	0,00	7,21	0,60	0,00	4,20	0,90	2,40	0,00	0,90	6,01	
17	1,65	0,00	47,01	0,28	1,42	0,28	2,85	0,28	13,96	0,00	0,28	6,84	2,28	0,28	1,71	0,57	3,13	0,00	3,42	15,38	
18	1,75	0,00	31,31	0,32	3,83	0,32	3,19	0,32	8,95	0,00	0,00	17,25	2,88	0,00	3,51	1,28	0,96	0,00	6,71	19,17	
19	1,85	0,00	84,24	0,00	1,36	0,27	0,82	0,27	0,82	0,00	0,00	5,43	1,36	0,00	1,36	0,00	0,54	0,00	0,54	2,99	
20	1,95	0,00	51,87	0,58	5,76	0,86	2,02	0,00	6,92	0,00	0,00	23,05	2,02	0,00	0,86	0,86	4,03	0,00	0,58	0,58	

CF-10-15	Prof. (m)	Het Flu	Hom Flu	Res	Alo n	Equi	Corr	Lis	Est	Ban	Per	Cut	Degr	Não Degr	Fito Amorf	Mem	Esporo	Botry	Dino	Palino
21	2,05	0,62	71,43	0,00	0,93	0,00	2,17	0,00	4,66	0,00	0,00	13,35	0,93	0,00	0,62	1,24	3,42	0,31	0,31	0,00
22	2,15	0,00	82,80	0,00	0,64	0,00	1,27	0,00	3,50	0,00	0,32	7,64	0,32	0,00	0,96	0,00	0,96	0,00	0,64	0,96
23	2,25	0,00	69,66	0,00	0,62	0,00	2,17	0,00	6,81	0,00	0,31	13,31	0,93	0,00	1,86	0,31	1,55	0,00	1,55	0,93
Min		0,00	14,63	0,00	0,62	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	0,00	0,31	0,00
Max		0,65	90,72	0,62	6,98	1,86	7,32	1,90	30,89	0,62	0,93	25,85	2,88	0,28	4,20	1,54	9,54	0,66	8,23	19,17
24	2,35	0,00	80,06	0,30	2,42	0,00	1,51	0,00	2,42	0,00	0,00	9,06	1,81	0,00	0,00	0,60	1,21	0,00	0,60	0,00
25	2,45	0,00	89,24	0,32	0,63	0,00	0,00	0,00	0,95	0,00	0,00	4,75	0,32	0,00	0,63	0,63	0,63	0,32	0,63	0,95
26	2,55	0,00	87,58	0,00	0,62	0,00	0,62	0,00	2,17	0,00	0,31	4,97	0,62	0,31	0,62	0,62	0,62	0,00	0,31	0,62
27	2,65	0,00	89,31	0,00	0,63	0,31	0,31	0,00	1,89	0,00	0,00	4,09	0,31	0,00	0,00	0,63	0,94	0,00	1,26	0,31
28	2,75	0,00	93,55	0,00	0,97	0,00	0,00	0,00	0,32	0,00	0,00	1,61	0,00	0,00	0,65	0,32	1,61	0,00	0,65	0,32
29	2,85	0,00	92,65	0,00	0,64	0,00	0,32	0,32	0,32	0,00	0,00	2,88	0,64	0,00	0,00	0,64	0,64	0,00	0,32	0,64
30	2,95	0,00	90,52	0,31	1,22	0,00	0,61	0,31	0,31	0,00	0,00	3,67	0,00	0,00	0,31	0,61	0,92	0,00	0,00	1,22
31	3,05	0,00	87,32	0,56	1,97	0,00	0,85	0,00	1,41	0,28	0,00	4,51	0,56	0,00	0,85	0,00	1,41	0,00	0,28	0,00
32	3,15	0,00	87,63	0,67	1,34	0,00	2,34	0,33	2,01	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,34	0,00	1,00	0,00	1,00	0,33
33	3,25	0,00	88,75	0,32	0,64	0,00	1,29	0,00	1,61	0,00	0,32	2,57	0,32	0,32	1,61	0,00	0,96	0,32	0,32	0,64
34	3,35	0,00	88,68	0,63	1,26	0,00	2,20	0,31	2,83	0,00	0,00	1,89	0,94	0,00	0,63	0,00	0,63	0,00	0,00	0,00
35	3,45	0,00	88,79	0,31	1,25	0,31	1,87	0,00	0,62	0,00	0,00	3,43	0,00	0,31	1,25	0,31	0,93	0,00	0,62	0,00
36	3,55	0,00	84,53	0,29	2,01	0,29	2,01	0,29	1,15	0,00	0,00	6,02	0,29	0,00	0,57	0,57	1,15	0,00	0,86	0,00
37	3,65	0,00	84,62	0,31	0,62	0,00	2,15	0,00	1,23	0,00	0,00	6,77	0,92	0,00	0,92	0,31	1,85	0,00	0,00	0,31
38	3,75	0,00	76,22	1,22	2,44	0,30	2,13	0,00	2,13	0,00	0,30	9,45	0,91	0,00	0,91	0,00	2,44	0,00	1,52	0,00
39	3,85	0,00	87,42	0,31	0,92	0,31	1,23	0,00	0,61	0,00	0,00	7,06	0,31	0,00	0,92	0,31	0,31	0,00	0,31	0,00
Min		0,00	76,22	0,00	0,62	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00
Max		0,00	93,55	1,22	2,44	0,31	2,34	0,33	2,83	0,28	0,32	9,45	1,81	0,32	1,61	0,64	2,44	0,32	1,52	1,22
40	3,95	0,00	67,40	0,00	1,25	0,00	2,51	0,63	4,70	0,00	0,31	16,61	1,25	0,31	1,57	0,31	3,13	0,00	0,00	0,00
41	4,05	0,00	84,11	0,00	0,31	0,00	1,56	0,00	1,87	0,00	0,31	8,72	0,62	0,00	0,31	0,00	1,25	0,00	0,31	0,62

CF-10-15	Prof. (m)	Het Flu	Hom Flu	Res	Alon	Equi	Corr	Lis	Est	Ban	Per	Cut	Degr	Não Degr	Fito Amorf	Mem	Esporo	Botry	Dino	Palino
42	4,15	0,00	68,57	0,00	0,95	0,00	2,54	0,00	2,22	0,00	0,00	20,95	1,27	0,00	0,63	0,95	1,90	0,00	0,00	0,00
43	4,25	0,00	82,26	0,65	1,29	0,00	2,26	0,32	0,65	0,00	0,32	7,74	1,61	0,00	0,32	0,65	1,29	0,00	0,00	0,65
44	4,35	0,30	84,94	0,30	0,30	0,30	0,90	0,00	0,90	0,00	0,00	10,24	0,30	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,30	0,60
Min		0,00	67,40	0,00	0,30	0,00	0,90	0,00	0,65	0,00	0,00	7,74	0,30	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Max		0,30	84,94	0,65	1,29	0,30	2,54	0,63	4,70	0,00	0,32	20,95	1,61	0,31	1,57	0,95	3,13	0,00	0,31	0,65

Legenda:

MOA: Matéria Orgânica Amorfa

Het Flu: Heterogênea com Fluorescência

Hom Flu: Homogênea Fluorescente

Res: Resina

Alon: Alongado

Equi: Equidimensional

Corr: Corroído

Lis: Listrado

Est: Estriado

Ban: Bandado

Perf: Perfurado

Degr: Degradado

Não Degr: Não Degradado

Fito Amorf: Fitoclasto Amorfizado

Cut: Cutícula

Mem: Membrana

Esporo: Esporomorfo

Botry: *Botryococcus*

Dino: Dinocistos

Zoomor: Zoomorfo

Palin: Palinoforaminíferos

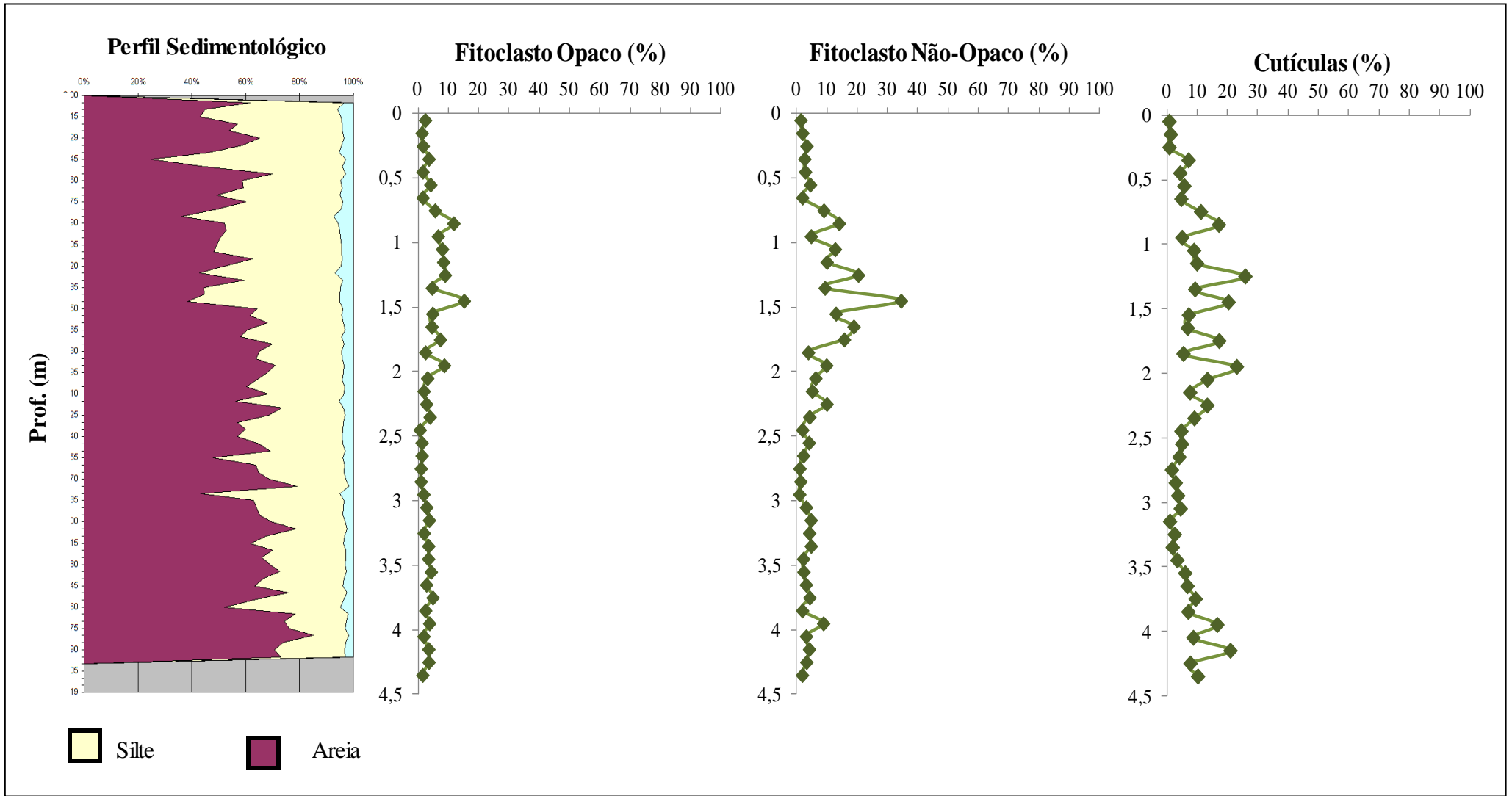


Figura 33. Gráfico do percentual de distribuição dos subgrupos do Grupo Fitoclasto em relação ao total da Matéria Orgânica, com perfil sedimentológico - Testemunho CF-10-15.

Como já mencionado, o grupo palinomorfo apresenta um aumento no percentual de ocorrência em relação ao total da matéria orgânica, nas amostras localizadas no topo do Testemunho CF-10-15 representados, principalmente, pelos componentes marinhos e os zoomorfos, que ocorrem com os maiores valores percentuais nesta porção. (Figura 34).

Na base deste testemunho, as cinco primeiras amostras (amostras de 40 - 44, entre as profundidades 3,95 - 4,35m), ocorre com baixo percentual do Grupo palinomorfo, representado apenas pelos componentes continentais (esporomorfo), com valores inferiores a 3,13% nesta porção. Os dinocistos e palinoforaminíferos alcançaram valores percentuais entre 0,31% e 0,65%, respectivamente.

Aa amostras localizadas entre as profundidades 2,35 e 3,85m (amostras 24 a 39) não apresentam valores percentuais significativos do Grupo palinomorfo. Nesta porção, os esporomorfos ocorrem com valores entre 0,31 - 2,44%, os dinocistos apresentam valores entre 0,0 - 1,52% e os palinoforaminíferos com 0,0 - 1,22%.

Da porção intermediária até o topo, as amostras (1 - 23) com profundidade entre 0,05m - 2,25m, é observado um aumento nos valores percentuais do Grupo Palinomorfo, representado pelo subgrupo de microplâncton marinho (dinocistos), zoomorfos (palinoforaminíferos) e componentes terrestres (esporomorfos). Ao longo desta porção é possível perceber uma alternância entre os esporomorfos, com valores de até 9,54% e dinocistos, com valores percentuais não ultrapassando 8,23%. Os Palinoforaminíferos apresentam um pico proeminente (15,38 - 19,17%), entre as profundidades 1,65 - 1,75m (amostras 17 e 18).

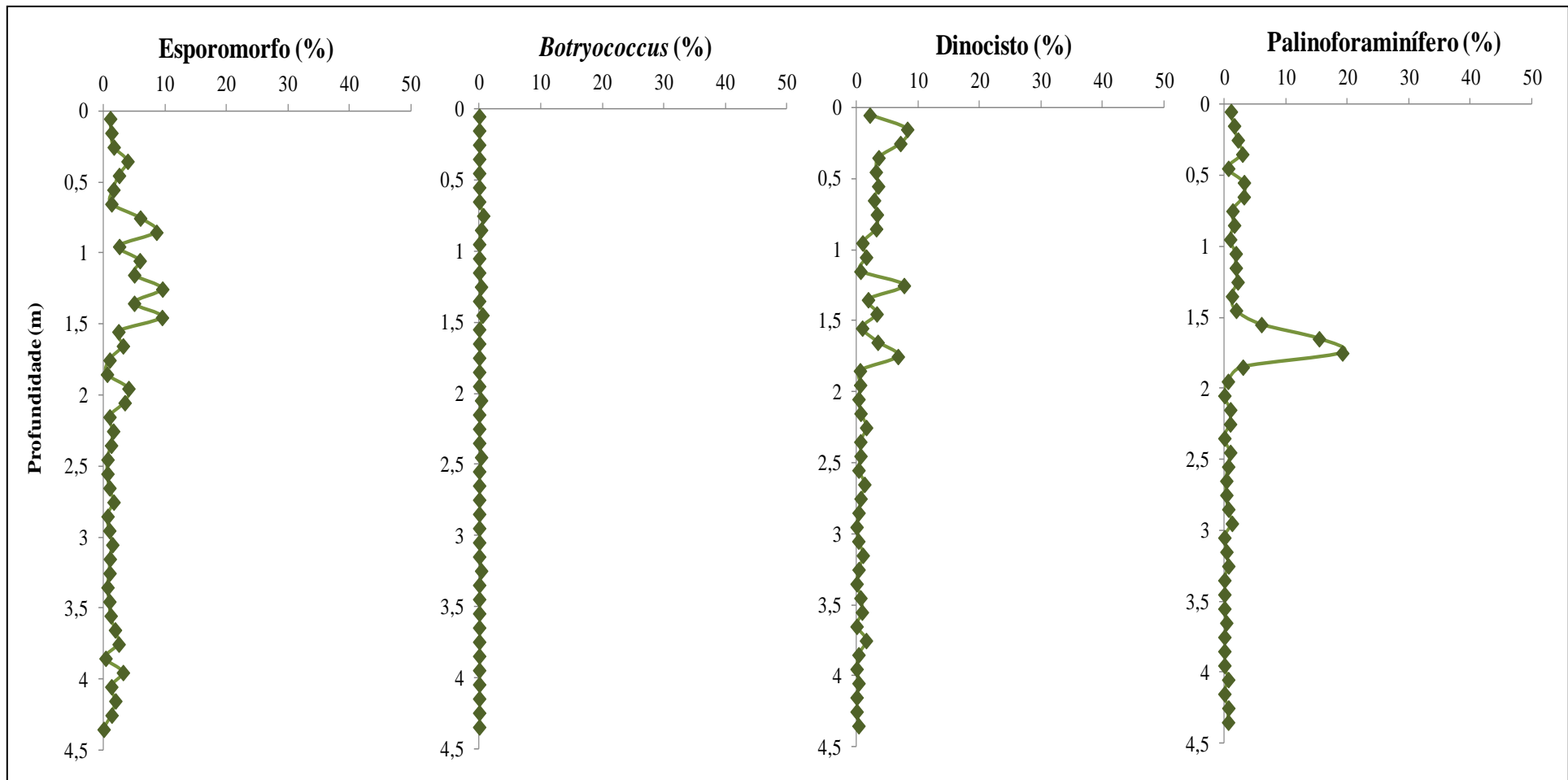


Figura 34. Percentual de distribuição dos subgrupos de Palinomorfos, em relação ao total da Matéria Orgânica – Testemunho CF-10-15.

8.2.3 Análise Carbono Orgânico Total (%COT) e Enxofre Total (%ST)

As 44 amostras do Testemunho CF-10-15 apresentaram COT entre 0,52 - 1,04%, ao longo do testemunho (Tabela 11).

O CF-10-15 apresentou resultados de COT bastante semelhantes ao Testemunho CF-10-01, com valores mais baixos na base (0,52 – 0,56%) e ocorrendo o inverso no topo (0,70 – 1,04%).

Em todo o Testemunho CF-10-15, o teor de enxofre total apresentou valores inferiores a 0,38%.

Tabela 11. Valores percentuais de Carbono Orgânico Total (COT), Enxofre total e Resíduo Insolúvel (RI) contidos nas amostras do CF-10-15.

CF-10-15	PROF. (m)	COT %	Enxofre %	RI%
1	0,05	1,04	0,13	83
2	0,15	0,78	0,25	84
3	0,25	0,76	0,29	85
4	0,35	0,70	0,32	84
5	0,45	0,72	0,29	84
6	0,55	0,64	0,27	86
7	0,65	0,60	0,28	85
8	0,75	0,62	0,31	83
9	0,85	0,63	0,31	85
10	0,95	0,69	0,33	85
11	1,05	0,65	0,35	85
12	1,15	0,70	0,38	83
13	1,25	0,71	0,37	84
14	1,35	0,65	0,34	86
15	1,45	0,61	0,30	85
16	1,55	0,62	0,32	85
17	1,65	0,66	0,34	84
18	1,75	0,63	0,34	85
19	1,85	0,55	0,30	84
20	1,95	0,56	0,30	85
21	2,05	0,61	0,32	84
22	2,15	0,65	0,33	85
23	2,25	0,60	0,30	86
24	2,35	0,62	0,29	86
25	2,45	0,68	0,29	86
26	2,55	0,60	0,29	86
27	2,65	0,60	0,28	86
28	2,75	0,59	0,28	86
29	2,85	0,57	0,27	88
30	2,95	0,53	0,26	86
31	3,05	0,55	0,27	86
32	3,15	0,57	0,27	86
33	3,25	0,59	0,26	86
34	3,35	0,60	0,27	88
35	3,45	0,54	0,25	87
36	3,55	0,54	0,26	88
37	3,65	0,56	0,26	86
38	3,75	0,53	0,26	87
39	3,85	0,52	0,25	87
40	3,95	0,52	0,26	86

CF-10-15	PROF. (m)	COT %	Enxofre%	RI%
41	4,05	0,54	0,26	87
42	4,15	0,54	0,27	87
43	4,25	0,54	0,25	87
44	4,35	0,52	0,24	86
Min		0,52	0,13	83
Max		1,04	0,38	88

8.2.4 Tratamento estatístico dos dados de palinofácies

As análises de agrupamento foram utilizadas, assim como no Testemunho CF-10-01, para auxiliar na análise organocomposicional das 44 amostras do Testemunho CF-10-15. Os resultados foram submetidos à análise de agrupamento (*cluster*) – *Modo-R* e coeficiente de correlação 1-Pearson-*r* e análise de agrupamento – *Modo-Q*.

Os parâmetros utilizados para determinar o grau de similaridade entre as amostras foram os valores de abundância relativa dos componentes orgânicos particulados (fitoclasto opaco total; fitoclasto não-opaco bioestruturado total; fitoclasto não-opaco não-bioestruturado total; cutículas; MOA homogênea fluorescente; esporomorfo; dinocistos e palinoforaminíferos).

O *Modo-R* organizou as amostras em 3 (três) Associações de Palinofácies (A, B e C), segundo o maior grau de similaridade dos componentes da matéria orgânica, em relação à sua origem (Figura 35; Quadro 9; Tabela 12).

A análise de agrupamento *Modo-Q* subdividiu as amostras de acordo com grau de similaridade entre elas, com base na distribuição dos componentes da matéria orgânica (Figura 36; Tabela 12).

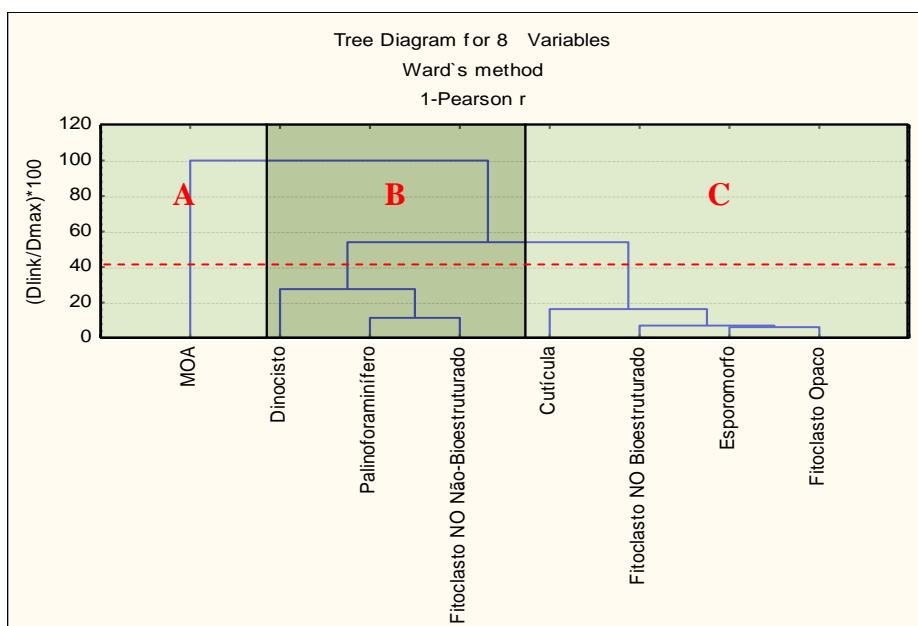


Figura 35. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento *Modo-R*, segundo o maior grau de similaridade dos componentes da matéria orgânica em relação à sua origem – Testemunho CF-10-15.

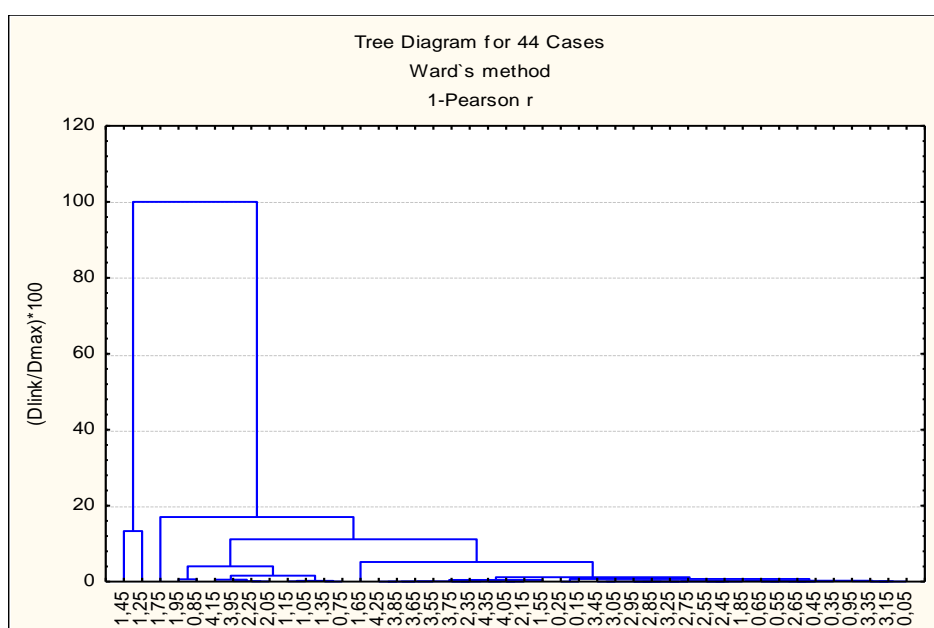


Figura 36. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento *Modo-Q*, para as similaridades ente as amostras em relação à profundidade – Testemunho CF-10-15.

Quadro 9. Associações de Palinofácies originadas através da análise de agrupamento *Modo-R*.

Associações	Descrições
A	MOA homogênea fluorescente
B	Componentes marinhos (dinocistos), Zoomorfo (palinoforaminíferos) e componentes continentais terrestres (fitoclastos não-opacos não-bioestruturados)
C	Componentes continentais terrestres (esporomorfos) e lenhosos (fitoclasto opaco; fitoclasto não-opaco bioestruturado; e cutículas)

Tabela 12. Resultados das análises de agrupamento *Modo-R* e *Modo-Q* com 3 Associações de Palinofácies e 6 Intervalos – Testemunho CF-10-15.

CF-10-15	Prof. (m)	Associação A	Associação B			Associação C				Intervalos	Associações
		MOA	Dino	Palinof	Não Bio	Cutícula	Bio	Esporum	Opaco		
1	0,05	91,22	2,13	1,06	0,27	0,80	1,06	1,06	2,39	6	A
2	0,15	84,49	8,23	1,58	1,58	1,27	0,32	1,27	1,27		
3	0,25	83,20	7,16	2,20	1,38	0,83	1,93	1,65	1,65		
4	0,35	76,38	3,56	2,91	1,29	7,12	1,29	3,88	3,56		
5	0,45	84,91	3,14	0,63	0,94	4,40	1,89	2,52	1,57		
6	0,55	77,32	3,51	3,19	1,28	5,75	3,19	1,60	4,15		
7	0,65	84,49	2,85	3,16	0,32	4,75	1,58	1,27	1,58		
8	0,75	63,33	3,33	1,33	1,67	11,33	7,33	6,00	5,67		
Min		63,33	2,13	0,63	0,27	0,80	0,32	1,06	1,27		
Max		91,22	8,23	3,19	1,67	11,33	7,33	6,00	5,67		
9	0,85	43,27	3,21	1,60	3,53	17,31	10,58	8,65	11,86	5	A e C
		43,27	3,21	1,60	3,53	17,31	10,58	8,65	11,86		
10	0,95	79,11	0,95	0,95	0,95	5,06	3,80	2,53	6,65	4	A
		79,11	0,95	0,95	0,95	5,06	3,80	2,53	6,65		
11	1,05	60,87	1,55	1,86	2,17	9,01	10,56	5,90	8,07	3	A e C
12	1,15	64,17	0,62	1,87	2,49	9,97	7,48	4,98	8,41		
13	1,25	24,14	7,84	2,19	3,13	26,33	17,55	9,72	9,09		
14	1,35	68,54	1,87	1,25	1,56	9,35	7,79	4,98	4,67		
15	1,45	14,75	3,28	1,91	2,73	20,49	31,97	9,56	15,30		
16	1,55	65,45	0,91	6,06	4,85	7,27	8,18	2,42	4,85		
Min		14,75	0,62	1,25	1,56	7,27	7,48	2,42	4,67		
Max		68,54	7,84	6,06	4,85	26,33	31,97	9,56	15,30		
17	1,65	47,56	3,44	15,47	4,30	6,88	14,61	3,15	4,58	2	A, B e C
18	1,75	32,63	6,80	19,42	6,47	17,48	9,39	0,97	7,44		
Min		32,63	3,44	15,47	4,30	6,88	9,39	0,97	4,58		
Max		47,56	6,80	19,42	6,47	17,48	14,61	3,15	7,44		

CF-10-15	Prof. (m)	Associação A	Associação B			Associação C				Intervalos	Associações
		MOA	Dino	Palinof	Não Bio	Cutícula	Bio	Esporum	Opaco		
19	1,85	84,24	0,54	2,99	2,72	5,43	1,09	0,54	2,45	1	A e C
20	1,95	52,91	0,58	0,58	2,91	23,26	6,98	4,07	8,72		
21	2,05	73,19	0,32	0,00	1,58	13,56	4,73	3,47	3,15		
22	2,15	82,80	0,64	0,96	1,27	7,64	3,82	0,96	1,91		
23	2,25	69,88	1,55	0,93	2,80	13,35	7,14	1,55	2,80		
24	2,35	80,85	0,61	0,00	1,82	9,12	2,43	1,22	3,95		
25	2,45	90,42	0,64	0,96	0,96	4,79	0,96	0,64	0,64		
26	2,55	88,13	0,31	0,63	1,56	5,00	2,50	0,63	1,25		
27	2,65	89,87	1,27	0,32	0,32	4,11	1,90	0,95	1,27		
28	2,75	93,85	0,65	0,32	0,65	1,62	0,32	1,62	0,97		
29	2,85	93,25	0,32	0,64	0,64	2,89	0,64	0,64	0,96		
30	2,95	91,38	0,00	1,23	0,31	3,69	0,62	0,92	1,85		
31	3,05	87,89	0,28	0,00	1,41	4,51	1,69	1,41	2,82		
32	3,15	88,29	1,00	0,33	2,34	1,00	2,34	1,00	3,68		
33	3,25	89,35	0,32	0,65	2,26	2,58	1,94	0,97	1,94		
34	3,35	89,31	0,00	0,00	1,57	1,89	3,14	0,63	3,46		
35	3,45	89,38	0,63	0,00	1,56	3,44	0,63	0,94	3,44		
36	3,55	85,30	0,86	0,00	0,86	6,05	1,44	1,15	4,32		
37	3,65	85,19	0,00	0,31	1,85	6,79	1,23	1,85	2,78		
38	3,75	77,44	1,52	0,00	1,83	9,45	2,44	2,44	4,88		
39	3,85	88,00	0,31	0,00	1,23	7,08	0,62	0,31	2,46		
40	3,95	67,61	0,00	0,00	3,14	16,67	5,66	3,14	3,77		
41	4,05	84,11	0,31	0,62	0,93	8,72	2,18	1,25	1,87		
42	4,15	69,23	0,00	0,00	1,92	21,15	2,24	1,92	3,53		
43	4,25	83,44	0,00	0,65	1,95	7,79	1,30	1,30	3,57		
44	4,35	85,54	0,30	0,60	0,90	10,24	0,90	0,00	1,51		
Min		52,91	0,00	0,00	0,31	1,00	0,32	0,00	0,64		
Max		93,85	1,55	2,99	3,14	23,26	7,14	4,07	8,72		

Descrição das Associações

Associação de Palinofácies A: Associação composta somente pelo grupo MOA, representado pelo subgrupo da MOA homogênea fluorescente, que ocorre com predominância, apresentando valores percentuais entre 14,75 – 93,85%, ao longo do testemunho.

Associação de Palinofácies B: Associação constituída pelo microplâncton marinho, representado pelos dinocistos (0,0 - 8,23%); zoomorfos, sobretudo os palinoforaminíferos (0,0 – 19,42%) e pelos fitoclastos não-opacos não-bioestruturados (0,27 – 6,47%).

Associação de Palinofácies C: nesta associação foram reunidos os componentes continentais representados por esporomorfos e matéria orgânica lenhosa (cutícula, fitoclastos não-opacos bioestruturados e fitoclastos opacos). Os componentes continentais do Grupo Palinomorfo de origem terrestre apresentam valores percentuais entre 0,0 – 9,56%, ao longo deste testemunho. Os componentes lenhosos constituídos por cutículas (0,80 – 26,33%), fitoclasto não-opaco bioestruturado (0,0 – 9,56%) e fitoclasto opaco (1,27 – 15,30%), ocorrem com baixos valores percentuais.

A partir das análises de agrupamento *Modo-R* e *Modo-Q*, o Testemunho CF-10-15 foi subdividido em 6 Intervalos, com base nas associações dos componentes da matéria orgânica e suas variações ao longo do perfil, resultando, deste modo, em uma possível caracterização paleoambiental.

Descrição dos intervalos

Intervalo 1 (amostras 19 a 44; prof. 1,85 - 4,35m): neste intervalo estão agrupadas as Associações A e C, onde estão incluídos matéria orgânica amorfa com fluorescência fraca a moderada (marrom ao laranja), componentes continentais de origem terrestre (esporomorfos) e matéria orgânica lenhosa (fitoclasto opaco; fitoclasto não-opaco bioestruturado e cutículas). Ao longo deste intervalo, a assembleia de componentes da matéria orgânica particulada é caracterizada pelo predomínio do Grupo MOA (52,91 – 93,85%). Também, é composta por valores significativos de componentes da matéria orgânica lenhosa, em especial cutículas (1,00 – 23,26%). Tais características refletem condições de um ambiente deposicional de baixa energia e de baixas concentrações de oxigênio, apresentando alguns períodos de maior energia, maior concentração de O₂ e aporte de componentes terrígenos, representado pelo aumento de cutículas.

Intervalo 2 (amostras 17 e 18; prof. 1,65 – 1,75m): este intervalo é composto pelas associações **A, B e C**, representado por MOA homogênea fluorescente, dinocistos, palinoforaminíferos, fitoclastos não opacos bioestruturados, cutículas, fitoclastos bioestruturados, esporomorfos e fitoclastos opacos. Neste intervalo, o Grupo MOA continua predominando, porém esta associação (**A**) apresenta os menores valores percentuais (32,62 – 47,56%). Também, ocorre uma alta nos valores percentuais de palinoforaminíferos (15,47 – 19,42%). Os componentes lenhosos, representados principalmente por cutículas, apresentam um percentual entre 6,88 – 17,48%. Esta porção apresenta características semelhantes à porção anterior, apresentando um aumento no percentual dos zoomorfos, podendo sugerir um aumento na concentração de nutrientes.

Intervalo 3 (amostra 11 a 16; prof. 1,05 – 1,55m): intervalo representado pelas associações **A e C**. A matéria orgânica é caracterizada pelo predomínio de MOA (14,75 – 68,54%), seguido de fitoclasto não-opaco bioestruturado (7,48 – 31,97%), cutículas (7,27 – 26,33%), fitoclasto opaco (4,67 – 15,30%) e esporomorfo (2,42 – 9,56%). Este intervalo apresenta características semelhantes ao intervalo 1, com períodos de maior ou menor energia, indicados pela alternância entre os Grupos Fitoclasto e MOA.

Intervalo 4 (amostra 10; prof. 0,95m): composto pela Associação **A**, representado por 79,11% de componentes do subgrupo da MOA homogênea, exibindo fluorescência de marrom a laranja fraca. Este intervalo apresenta características de um ambiente deposicional sob condições de nível do mar mais alto, de baixa energia e de condições redutoras.

Intervalo 5 (amostra 9; prof. 0,85m): intervalo composto pelas Associações de Palinofácies **A e C**. A matéria orgânica é caracterizada, assim como nos demais intervalos, pelo predomínio de MOA (43,27%), seguido de componentes lenhosos, representados por fitoclasto opaco (11,86%), fitoclasto não-opaco bioestruturado (10,58%), cutículas (17,31%) e componentes continentais terrestres, representados por esporomorfos (8,65%). Este intervalo apresenta características semelhantes aos intervalos 1 e 3.

Intervalo 6 (amostras 1 a 8; prof. 0,05 – 0,75m): composto somente pela Associação A, representada pelo predomínio do Grupo MOA apresentando elevados valores relativos (63,33 – 91,22). Este intervalo apresenta depósitos sob condições ambientais semelhante ao intervalo 4.

8.2.5 Análise dos Palinomorfos

Para o exame dos palinomorfos do Testemunho CF-10-15, foram processadas e analisadas 44 amostras. Este estudo consistiu na contagem de 300 componentes do Grupo Palinomorfo, por lâmina, com a finalidade de se obter uma boa representatividade deste grupo para o cálculo do percentual. As partículas degradadas, que apresentavam menos de dois terços (2/3) do seu tamanho original, foram ignoradas.

Neste testemunho, foram identificados os principais subgrupos dos palinomorfos, compostos por: esporomorfos (esporos e grãos de pólen); microplâncton de água doce, representado pelas algas do gênero *Botryococcus* e *Pediastrum*; microplâncton marinho, representado por dinocistos e acritarcos e o subgrupo dos zoomorfos, representados por palinoforaminíferos e escolecodontes (Tabela 13; Estampa 4 em anexo). O CF-10-15, também apresentou fragmentos mal preservados de ovo de copépoda, portanto, assim como no CF-10-01, esses não foram contabilizados.

Inseridos no Grupo Palinomorfo, os componentes de maior domínio estão representados pelos marinhos (56,77%), seguido de zoomorfos (52,23%) e componentes continentais de origem terrestre (42,58%) (Figura 37).

8.2.6 Descrição dos Resultados da Análise dos Palinomorfos

Ao longo deste testemunho foi observado um alto percentual dos componentes palinomorfos, em relação ao total de palinomorfos.

Nas amostras do topo (1-8), entre as profundidades 0,05 – 0,75m, os componentes marinhos e o zoomorfos apresentam uma alta abundância relativa, sendo estes representados por dinocistos (14,01 – 58,42%) e palinoforaminíferos (15,36 – 52,55%), respectivamente (Figura 38).

O subgrupo dos dinocistos autotróficos apresenta valores percentuais de até 56,77% e os heterotróficos alcançam valores até 32,08%, ao longo deste testemunho. Os palinoforaminíferos

ocorrem com valores percentuais entre 15,03 - 52,23% e os escolecodontes apresentam um baixo percentual (0,0 – 0,98%).

Em relação aos componentes continentais, o subgrupo de maior representatividade é o dos esporomorfos, que ocorrem com valores entre 17,49 – 42,58%. Microplâncton de água doce do gênero *Botryococcus* ocorre com baixos valores percentuais (0,0 – 1,98%).

Tabela 13. Valores percentuais do grupo palinomorfo com relação ao total de palinórfos – Testemunho CF-10-15.

CF-10-15	Prof. (m)	Palinórfos Cotinentais				Palinórfos Marinhos				Zoomorfo		
		Esporo	Botry	Pedi	Total	Acritarcos	Dino Auto	Dino Heter	Total	Palin	Escole	Total
1	0,05	26,14	0,33	0,00	26,47	0,00	55,23	2,94	58,17	15,03	0,33	15,36
2	0,15	17,49	0,66	0,00	18,15	0,00	56,77	1,65	58,42	23,43	0,00	23,43
3	0,25	19,81	0,31	0,00	20,13	0,00	50,31	2,52	52,83	26,73	0,31	27,04
4	0,35	24,27	0,65	0,00	24,92	0,00	37,86	1,29	39,16	35,92	0,00	35,92
5	0,45	27,30	0,33	0,00	27,63	0,00	41,12	3,62	44,74	27,30	0,33	27,63
6	0,55	21,38	1,64	0,00	23,03	0,00	41,78	1,64	43,42	33,55	0,00	33,55
7	0,65	26,03	0,95	0,00	26,98	0,00	38,10	5,08	43,17	29,84	0,00	29,84
8	0,75	24,78	0,29	0,00	25,07	0,00	40,71	1,18	41,89	32,45	0,59	33,04
9	0,85	30,03	0,32	0,00	30,35	0,00	39,94	2,88	42,81	26,20	0,64	26,84
10	0,95	36,16	0,33	0,00	36,48	0,00	29,64	2,28	31,92	30,94	0,65	31,60
11	1,05	37,90	0,87	0,00	38,78	0,00	28,28	2,04	30,32	30,90	0,00	30,90
12	1,15	32,48	0,32	0,00	32,80	0,32	31,53	2,87	34,71	32,17	0,32	32,48
13	1,25	30,77	0,32	0,00	31,09	0,00	37,50	4,81	42,31	26,28	0,32	26,60
14	1,35	28,49	0,89	0,00	29,38	0,00	27,89	4,75	32,64	37,69	0,30	37,98
15	1,45	30,42	0,65	0,00	31,07	0,00	26,86	6,15	33,01	35,92	0,00	35,92
16	1,55	33,66	0,32	0,00	33,98	0,00	19,42	7,44	26,86	38,83	0,32	39,16
17	1,65	42,58	0,32	0,00	42,90	0,00	15,16	3,87	19,03	37,74	0,32	38,06
18	1,75	29,28	0,00	0,00	29,28	0,00	14,47	7,24	21,71	48,36	0,66	49,01
19	1,85	34,53	0,65	0,00	35,18	0,00	19,87	5,21	25,08	39,41	0,33	39,74
20	1,95	29,75	0,63	0,00	30,38	0,00	18,67	4,43	23,10	45,89	0,63	46,52
21	2,05	32,17	0,64	0,00	32,80	0,00	20,06	7,01	27,07	39,81	0,32	40,13
22	2,15	34,43	0,66	0,00	35,08	0,00	20,98	4,92	25,90	38,36	0,66	39,02
23	2,25	20,75	0,71	0,00	21,46	0,00	14,39	32,08	46,46	32,08	0,00	32,08
24	2,35	29,18	1,31	0,00	30,49	0,00	23,28	5,25	28,52	40,33	0,66	40,98

CF-10-15	Prof. (m)	Esporo	Botry	Pedi	Continental Total	Acritarcos	Dino Auto	Dino Heter	Marinho Total	Palin	Escole	Zoomorfo Total
25	2,45	35,29	0,00	0,00	35,29	0,00	19,93	5,56	25,49	39,22	0,00	39,22
26	2,55	32,47	0,97	0,00	33,44	0,00	23,38	6,82	30,19	35,71	0,65	36,36
27	2,65	25,48	0,32	0,00	25,80	0,00	11,78	9,87	21,66	52,23	0,32	52,55
28	2,75	35,95	0,65	0,00	36,60	0,00	15,03	8,17	23,20	39,54	0,65	40,20
29	2,85	32,90	1,30	0,00	34,20	0,00	16,94	7,49	24,43	41,37	0,00	41,37
30	2,95	27,15	0,66	0,00	27,81	0,00	14,24	8,94	23,18	48,34	0,66	49,01
31	3,05	37,38	0,66	0,00	38,03	0,00	15,74	6,89	22,62	39,34	0,00	39,34
32	3,15	29,84	0,66	0,33	30,82	0,00	17,70	6,89	24,59	43,93	0,66	44,59
33	3,25	37,95	1,32	0,00	39,27	0,00	12,87	6,93	19,80	40,59	0,33	40,92
34	3,35	35,83	0,33	0,00	36,16	0,00	11,40	4,23	15,64	47,88	0,33	48,21
35	3,45	40,00	0,94	0,00	40,94	0,00	16,56	3,44	20,00	38,75	0,31	39,06
36	3,55	36,10	0,96	0,00	37,06	0,00	18,53	2,88	21,41	40,89	0,64	41,53
37	3,65	33,99	1,98	0,00	35,97	0,00	14,85	7,26	22,11	41,91	0,00	41,91
38	3,75	30,79	1,32	0,00	32,12	0,00	15,56	4,97	20,53	46,69	0,66	47,35
39	3,85	28,15	0,99	0,00	29,14	0,00	12,25	7,62	19,87	50,66	0,33	50,99
40	3,95	27,04	0,65	0,00	27,69	0,00	17,59	6,19	23,78	47,56	0,98	48,53
41	4,05	33,55	1,94	0,00	35,48	0,00	22,90	6,13	29,03	35,48	0,00	35,48
42	4,15	41,00	0,00	0,00	41,00	0,00	15,33	6,00	21,33	37,00	0,67	37,67
43	4,25	33,22	0,65	0,00	33,88	0,00	11,40	2,61	14,01	52,12	0,00	52,12
44	4,35	28,04	0,31	0,00	28,35	0,31	15,58	4,05	19,94	51,40	0,31	51,71
Min		17,49	0,00	0,00	18,15	0,00	11,40	1,18	14,01	15,03	0,00	15,36
Max		42,58	1,98	0,33	42,90	0,32	56,77	32,08	58,42	52,23	0,98	52,55

Legenda

Esporo: Esporomorfo

Pedi: *Pediastrum*

Dino Heter: Dinocistos Heterotróficos

Escole: Escolecodonte

Botry: *Botryococcus*

Dino Auto: Dinocistos Autotróficos

Palin: Palinoforaminífero

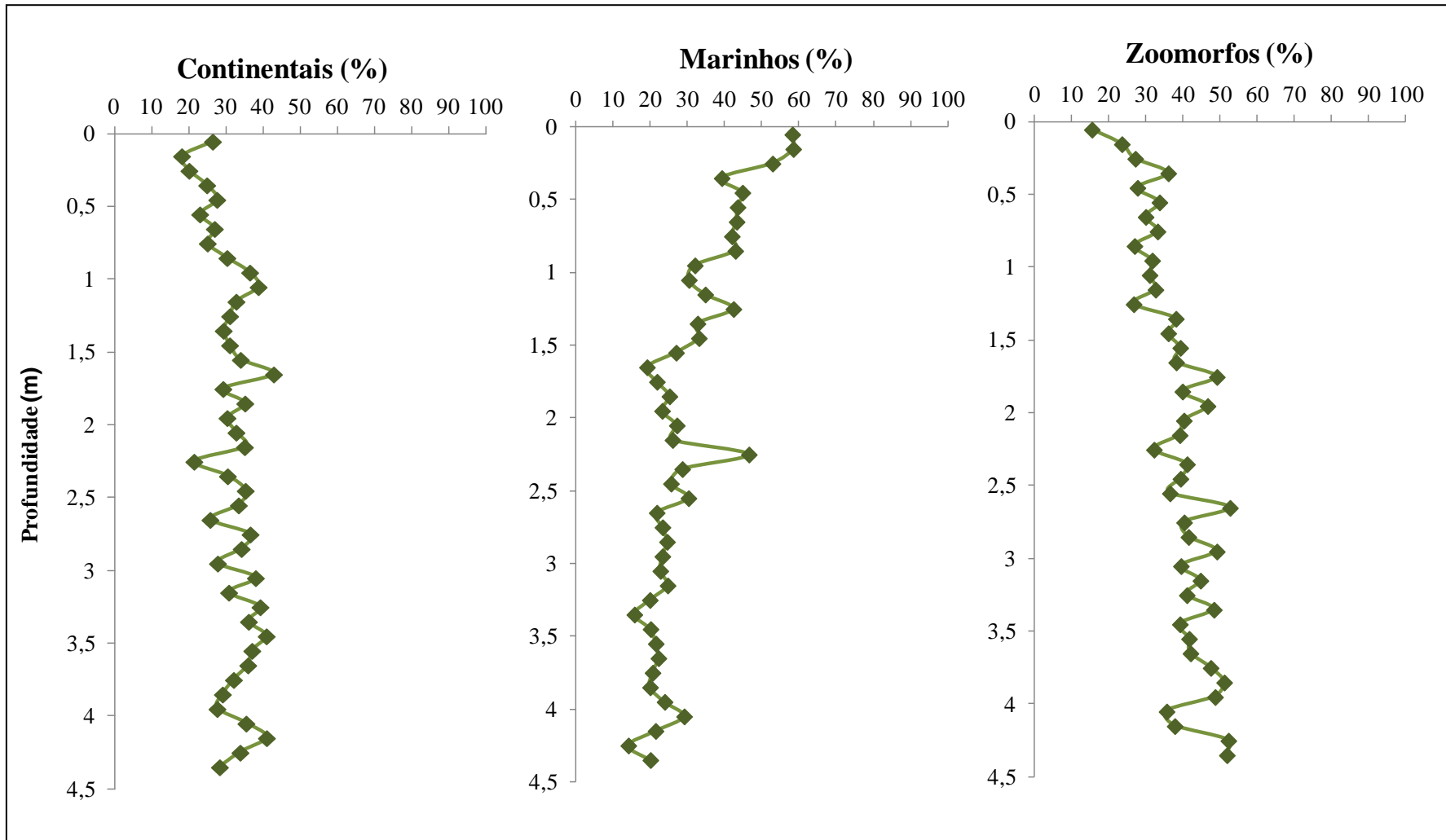


Figura 37. Percentual de distribuição dos palinórfos continentais, marinhos e zoomorfos, em relação ao total dos palinórfos – Testemunho CF-10-15.

Continentais: Esporomorfo + Microplâncton de água doce

Marinhos: Microplâncton marinho

Zoomorfos: Palinoforaminífero + Escolecodonte

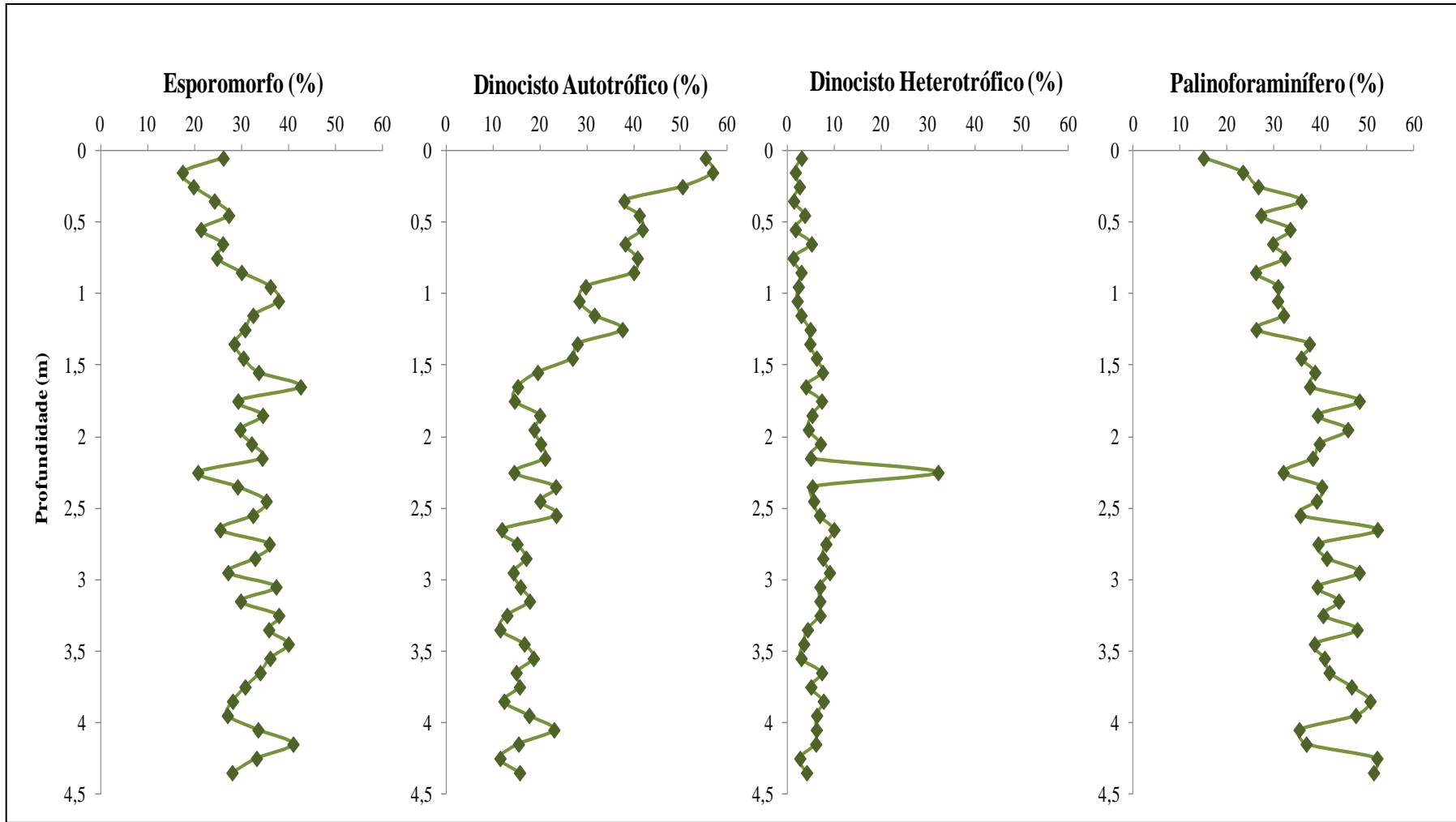


Figura 38. Percentual de distribuição dos subgrupos mais representativos dos Palinomorfos, em relação ao total dos palinomorfos – Testemunho CF-10-15.

8.2.7 Tratamento Estatístico dos Dados de Palinomorfos

Os dados obtidos através das análises palinológicas 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), para auxiliar nas as interpretações dos dados de palinologia.

Assim como no Testemunho CF-10-01, no CF-10-15 foram utilizados somente os palinomorfos com maior representatividade, objetivando alcançar um melhor resultado.

Os parâmetros utilizados para determinar o grau de similaridade entre as amostras foram os valores de abundância relativa dos componentes marinhos (dinocistos autotróficos e dinocistos heterotróficos), componentes continentais de origem terrestre (esporomorfos) e zoomorfos (palinoforaminíferos).

De acordo com o *Modo-R*, as amostras foram organizadas em 2 (duas) Associações Palinológicas (A e B), de acordo com maior grau de similaridade entre os componentes do Grupo Palinomorfo, em relação à sua origem (Figura 39; Quadro 10; Tabela 14).

A análise de agrupamento *Modo-Q* subdividiu as amostras de acordo com grau de similaridade entre elas, com base na distribuição dos componentes do Grupo Palinomorfo (Figura 40; Tabela 14).

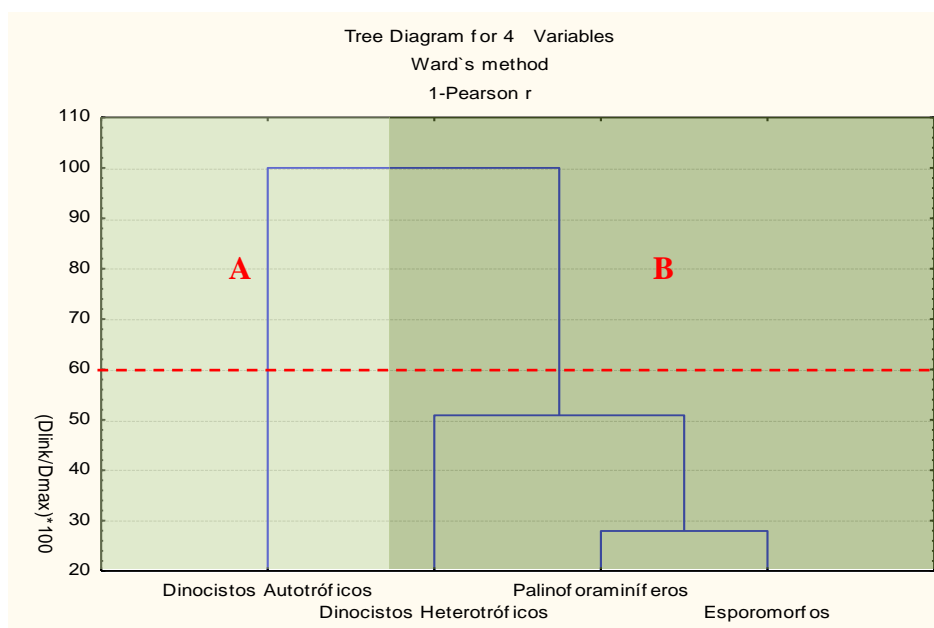


Figura 39. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento *Modo-R*, segundo o maior grau de similaridade dos componentes do Grupo Palinomorfo em relação à sua origem – Testemunho CF-10-15.

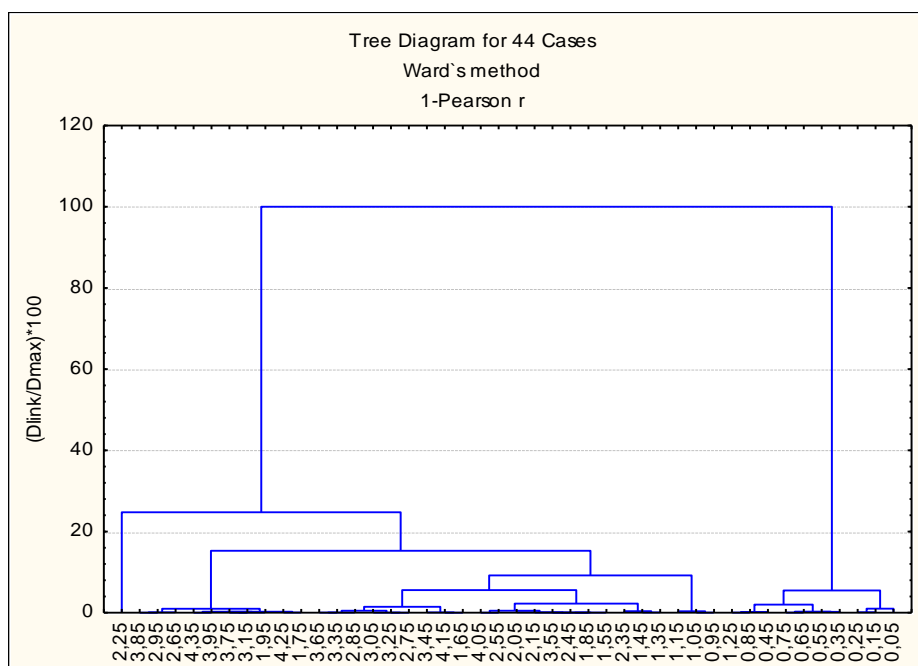


Figura 40. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento *modo-Q*, para as similaridades ente as amostras em relação à profundidade – Testemunho CF-10-15.

Quadro 10. Associações Palinológicas originadas através da análise de agrupamento *Modo-R*.

Associações	Descrições
A	Dinocistos Autotróficos
B	Dinocistos Heterotróficos, Palinoforaminíferos e Esporomorfos

Tabela 14. Resultados da análise de agrupamento *Modo-R* e *Modo-Q* com 2 Associações de Palinomorfos e 3 Intervalos – Testemunho CF-10-15.

CF-10-15	Prof. (m)	Associação A	Associação B			Intervalos	Associação.
		Dino Autotrófico	Dino heterot	Palinof	Esporom		
1	0,05	55,59	2,96	15,13	26,32	3	A
2	0,15	57,14	1,66	23,59	17,61		
3	0,25	50,63	2,53	26,90	19,94		
Min		50,63	1,66	15,13	17,61		
Max		57,14	2,96	26,90	26,32		
4	0,35	38,11	1,30	36,16	24,43	2	B e A
5	0,45	41,39	3,64	27,48	27,48		
6	0,55	42,47	1,67	34,11	21,74		
7	0,65	38,46	5,13	30,13	26,28		
8	0,75	41,07	1,19	32,74	25,00		
9	0,85	40,32	2,90	26,45	30,32		
10	0,95	29,93	2,30	31,25	36,51		
11	1,05	28,53	2,06	31,18	38,24		
12	1,15	31,83	2,89	32,48	32,80		
13	1,25	37,74	4,84	26,45	30,97		
14	1,35	28,23	4,80	38,14	28,83		
15	1,45	27,04	6,19	36,16	30,62		
16	1,55	19,54	7,49	39,09	33,88		
17	1,65	15,26	3,90	37,99	42,86		
18	1,75	14,57	7,28	48,68	29,47		
19	1,85	20,07	5,26	39,80	34,87		
20	1,95	18,91	4,49	46,47	30,13		
21	2,05	20,26	7,07	40,19	32,48		
22	2,15	21,26	4,98	38,87	34,88		
Min		14,57	1,19	26,45	21,74		
Max		42,47	7,49	48,68	42,86		
23	2,25	14,49	32,30	32,30	20,90	1	B
24	2,35	23,75	5,35	41,14	29,77		
25	2,45	19,93	5,56	39,22	35,29		
26	2,55	23,76	6,93	36,30	33,00		
27	2,65	11,86	9,94	52,56	25,64		
28	2,75	15,23	8,28	40,07	36,42		
29	2,85	17,16	7,59	41,91	33,33		
30	2,95	14,43	9,06	48,99	27,52		
31	3,05	15,84	6,93	39,60	37,62		
32	3,15	18,00	7,00	44,67	30,33		
33	3,25	13,09	7,05	41,28	38,59		

CF-10-15	Prof. (m)	Associação A	Associação B			Intervalos	Associação
		Dino Autotrófico	Dino heterot	Palinof	Esporom		
34	3,35	11,48	4,26	48,20	36,07	1	B
35	3,45	16,77	3,48	39,24	40,51		
36	3,55	18,83	2,92	41,56	36,69		
37	3,65	15,15	7,41	42,76	34,68		
38	3,75	15,88	5,07	47,64	31,42		
39	3,85	12,42	7,72	51,34	28,52		
40	3,95	17,88	6,29	48,34	27,48		
41	4,05	23,36	6,25	36,18	34,21		
42	4,15	15,44	6,04	37,25	41,28		
43	4,25	11,48	2,62	52,46	33,44		
44	4,35	15,72	4,09	51,89	28,30		
Min		11,48	2,62	32,30	20,90		
Max		23,76	32,30	52,56	41,28		

Descrição das Associações

Associação de Palinomorfos A: este agrupamento reuniu somente os dinocistos autotróficos, determinando, desta forma, um ambiente propício à atividade fotossintética, em condições favoráveis de temperatura e nutrientes.

Associação de Palinomorfos B: associação composta por dinocistos heterotróficos, palinoforaminíferos e esporomorfos, podendo sugerir águas mais turvas devido a um aporte de componentes terrígenos, aumentado, desta forma, a disponibilidade de nutrientes e os organismos consumidores.

A partir das análises de agrupamento *Modo-R* e *Modo-Q*, foi possível subdividir o Testemunho CF-10-15 em 3 intervalos, com base nas associações de dinocistos e suas variações ao longo do perfil. Através destes intervalos foi possível inferir uma possível caracterização paleoambiental.

Descrição dos Intervalos

Intervalo 1 (amostras 23 a 44; prof. 2,25 – 4,35m): este intervalo é constituído pela Associação **B**, representado pelos palinoforaminíferos (32,30 – 52,56%); dinocistos heterotróficos (2,62 – 32,30%) e esporomorfos (20,90 – 41,80%). Neste intervalo, os dinocistos autotróficos apresentam os mais baixos valores percentuais (11,48 – 23,76%). Tais características sugerem condições de águas mais turvas, devido a um aporte fluvial, observado através dos altos valores percentuais de esporomorfos, favorecendo o aumento de palinoforaminíferos e dinocistos heterotróficos.

Intervalo 2 (amostras 4 a 22; prof. 0,35 – 2,15m): este intervalo é composto pelas Associações **B** e **A**. Os subgrupos palinoforaminíferos, esporomorfos e dinocistos heterotróficos alcançam valores percentuais de até 48,68%, 42,86% e 7,49, respectivamente. Os dinocistos autotróficos apresentam valores percentuais entre 14,57 – 42,47%. Este intervalo reflete uma alternância nas condições ambientais, entre águas mais turvas, com maior disponibilidade de nutrientes e águas menos turvas, tendendo mais à oligotrofia.

Intervalo 3 (amostras 1 a 3; prof. 0,05 – 0,25m): este intervalo é composto pela Associação **A**, representado por dinocistos autotróficos, que ocorrem com os maiores valores percentuais (50,63 – 57,14%) nesta porção. Este intervalo indica condições de águas menos turvas, possivelmente, com menor disponibilidade de nutrientes.

8.2.8 Análise de Palinologia com ênfase nos Dinocistos

Foram realizadas as análises qualitativa e quantitativa das espécies de dinocistos, totalizando 300 componentes por lâmina.

Ao longo do Testemunho CF-10-15 foram observadas as espécies dos gêneros: *Operculodinium centrocarpum*, *O. israelianum*; *Spiniferites mirabilis*, *S. hyperacanthus*, *S. bulloideus*; *Lingulodinium machaerophorum*; *Tuberculodinium vancampoeae*; espécies de *Impagidinium*; *Selenopemphix nephroides*, *S. quanta*; *Brigantedinium cariacoense*, *B. simplex*; espécies de *Echinidinium*; *Protoperidinium nudum*, *P. americanum*; *Polykrikos Schwaartzii*, *P. kofoidii* e *Xandarodinium xanthum* (Tabela 15).

8.2.8.1 Descrição dos Resultados da Análise dos Dinocistos

Semelhante ao Testemunho CF-10-01, o CF-10-15 apresenta uma predominância dos dinocistos autotrófico, sendo *Operculodinium centrocarpum* a espécie predominante ao longo deste perfil (Tabela 15; Figuras 41 e 42).

As amostras da base, entre as profundidades 2,65 – 4,35m (amostras de 27 a 44), *O. centrocarpum* ocorre com altos valores percentuais (37,38 - 53,24%). Nesta porção, o gênero *Spiniferites* ocorre com valores percentuais bastante significativos, atingindo 23,04%, porém não foram identificadas as espécies deste gênero, devido à mudança na sua morfologia sendo então, identificadas como *Spiniferites* spp. Esta sequência sedimentar, apresenta valores relativamente mais altos, em relação às demais, de dinocistos heterotróficos sendo estes representados pelas espécies *Selenopemphix quanta* (0,0 – 4,32%), *S. nephroides* 0,0 – 3,70%), *Xandarodinium xanthum* (0,0 – 1,30), *Polykrikos kofoidii* (0,0 - 2,95%), *Brigantedinium cariacense* (0,0 – 5,91%) e espécies de *Echinidinium* (0,0 – 5,91%) (Figuras 42, 43, 44 e 45; Estampas 6 e 8 em Anexos).

Na porção intermediária, entre as profundidades 2,15 – 2,55m (amostras 22 a 26), ocorre uma diminuição no percentual de *O. centrocarpum* (30,67 – 46,70%), porém esta espécie continua predominando. Com um declínio nos valores percentuais de *O. centrocarpum*, foi observado um pequeno aumento de espécies do gênero *Lingulodinium machaerophorum* (9,34 – 32,91%). Nesta porção, *Spiniferites* apresenta valores percentuais mais baixos que na porção anterior, sendo *S. mirabilis* a mais representativa, ocorrendo com valores relativos 0,0 – 3,38%. Dentre os dinocistos heterotróficos, *Polykrikos* spp. apresenta um maior valor relativo (6,01%).

As amostras do topo, entre as profundidades 0,05 – 2,05m (amostras 1 a 21), apresentam os maiores valores percentuais de *O. centrocarpum* (33,77 – 81,90%), com uma baixa ocorrência das demais espécies, dentre elas, *L. machaerophorum* e *Spiniferites mirabilis*, alcançando valores de 5,18% e 4,82%, respectivamente. Os cistos heterotróficos mais representativos são os de *Polykrikos* spp. (0,29 – 5,57%) e *Echinidium* spp. (0,0 – 3,13%).

Tabela 15. Valores percentuais das espécies de dinocistos, em relação ao total de dinocistos - Testemunho CF-10-15.

CF-10-15	Prof. (m)	<i>Operculodinium centrocarpum</i>	<i>O. israelianum</i>	<i>L. machaerophorum</i>	<i>Tuberculodinium vancampoe</i>	<i>Impagidinium aculeatum</i>	<i>I. striolatum</i>	<i>I. patulum</i>	<i>S. bulloideus</i>	<i>S. hyperacanthus</i>	<i>S. mirabilis</i>	<i>S. ramosus</i>	<i>Spiniferites</i> spp.	<i>Selenopemphix quanta</i>	<i>Selenopemphix nephroides</i>	<i>Xandarodinium xanthum</i>	<i>Polykrikos kofoidii</i>	<i>Polykrikos schwartzii</i>	<i>Polykrikos</i> sp.	<i>Protoperidinium nudum</i>	<i>Echinidium</i> spp.	<i>Brigantedinium cariacense</i>	<i>Brigantedinium</i> spp.	<i>Stelladinium</i> spp	Heterotróficos indeterminados
1	0,05	63,98	2,48	3,11	0,31	0,00	0,00	0,00	0,62	0,00	0,93	0,31	22,67	0,31	0,00	0,00	0,31	0,00	0,62	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00	2,80
2	0,15	66,48	1,99	3,69	0,00	0,00	0,00	0,00	3,41	0,00	0,57	0,28	14,49	0,28	0,28	0,28	0,00	0,00	1,42	0,00	0,85	0,00	0,57	0,00	5,11
3	0,25	72,33	1,15	2,59	0,29	0,00	0,00	0,00	0,58	0,00	0,58	0,00	10,95	0,58	1,73	0,00	1,15	0,00	1,73	0,00	0,29	0,86	0,58	0,00	4,32
4	0,35	66,93	0,79	1,32	0,79	0,00	0,00	0,00	1,06	0,26	1,59	0,00	16,14	0,26	0,26	0,00	0,26	0,00	1,85	0,00	0,79	0,00	0,79	0,00	4,50
5	0,45	74,05	1,27	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	0,00	1,27	0,00	8,23	0,95	0,00	0,00	0,63	0,00	1,27	0,00	1,27	0,63	0,00	0,00	5,70
6	0,55	78,98	1,27	1,27	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00	6,69	0,00	0,64	0,00	0,64	0,00	2,87	0,00	0,32	0,00	0,96	0,00	4,46
7	0,65	75,21	1,42	1,14	0,00	0,28	0,00	0,00	0,57	0,28	0,00	0,00	5,70	0,28	0,57	0,00	0,28	0,00	1,99	0,00	1,14	0,00	0,57	0,00	9,40
8	0,75	80,23	0,87	2,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87	0,00	6,40	0,29	0,29	0,29	0,29	0,00	0,29	0,29	0,58	0,29	0,00	0,00	5,23
9	0,85	81,90	0,61	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00	0,31	0,00	6,13	0,31	0,61	0,00	0,00	0,00	1,53	0,00	1,23	0,00	0,00	0,00	5,21
10	0,95	72,95	0,71	1,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	0,00	0,71	0,00	12,46	0,71	0,71	0,00	0,36	0,00	1,07	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	5,69
11	1,05	68,48	1,21	1,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,91	0,30	2,73	0,00	9,09	0,30	0,30	0,61	1,82	0,00	3,03	0,00	0,91	0,61	0,00	0,00	5,76
12	1,15	71,21	0,30	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,91	2,12	0,00	11,21	0,00	1,21	0,00	0,61	0,00	2,12	0,30	1,21	0,00	0,00	0,00	5,76
13	1,25	71,60	1,21	0,30	0,30	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	1,81	0,00	6,95	0,30	0,91	0,91	2,11	0,00	1,81	0,00	1,51	0,60	0,00	0,00	8,46
14	1,35	57,79	0,97	0,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,32	2,60	0,00	11,69	0,65	0,32	0,00	1,95	0,00	4,22	0,00	1,30	0,97	0,32	0,00	13,31
15	1,45	55,17	0,63	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	1,57	0,00	14,73	0,94	1,57	0,00	0,63	0,00	3,13	0,00	1,25	0,31	0,31	0,00	14,73
16	1,55	48,20	2,30	2,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	1,64	0,00	13,77	0,98	1,64	0,00	2,62	0,00	5,57	0,00	0,00	0,66	0,66	0,00	16,72
17	1,65	33,77	0,44	4,82	0,44	0,00	0,00	0,00	0,88	0,00	4,82	0,00	23,68	0,44	1,32	0,44	2,63	0,00	2,63	0,44	1,32	0,00	0,00	0,00	19,30
18	1,75	40,46	1,42	4,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	1,14	1,99	0,00	15,38	1,14	1,42	1,71	1,99	0,28	3,70	0,28	3,13	0,57	0,28	0,00	16,24
19	1,85	54,46	0,00	1,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	2,97	0,00	17,33	1,49	1,49	0,00	0,99	0,00	3,47	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00	12,87
20	1,95	49,36	2,23	2,87	0,32	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00	2,87	0,00	19,11	0,64	1,91	1,27	2,55	0,32	0,96	0,64	1,59	0,64	0,32	0,32	8,92

CF-10-15	Prof. (m)	<i>Operculodinium centrocarpum</i>	<i>O. israelianum</i>	<i>L. machaerophorum</i>	<i>Tuberculodinium vancampoae</i>	<i>Impagidinium aculeatum</i>	<i>I. striatum</i>	<i>I. patulum</i>	<i>S. bulloideus</i>	<i>S. hyperacanthus</i>	<i>S. mirabilis</i>	<i>S. ramosus</i>	<i>Spiniferites</i> spp.	<i>Selenopemphix quanta</i>	<i>Selenopemphix nephroides</i>	<i>Xandarodinium xanthum</i>	<i>Polykrikos kofoidii</i>	<i>Polykrikos schwartzii</i>	<i>Polykrikos</i> sp.	<i>Protoperidinium nudum</i>	<i>Echinidium</i> spp.	<i>Brigantedinium cariacense</i>	<i>Brigantedinium</i> spp.	<i>Stelladium</i> spp	Heterófitos indeterminados	
21	2,05	54,37	1,62	5,18	0,32	0,00	0,00	0,00	0,97	0,32	3,56	0,00	14,89	1,29	2,27	0,32	1,29	0,00	1,62	0,00	0,00	0,65	0,00	0,00	0,00	9,71
	Min	33,77	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,80
	Max	81,90	2,48	5,18	0,79	0,28	0,00	0,00	3,41	1,14	4,82	0,31	23,68	1,49	2,27	1,71	2,63	0,32	5,57	0,64	3,13	0,97	0,96	0,32	19,30	
22	2,15	46,70	2,20	9,34	0,55	0,00	0,00	0,00	0,55	0,00	1,10	0,00	15,38	2,20	2,20	0,00	1,10	0,00	1,10	0,00	3,30	0,55	0,55	0,00	10,99	
23	2,25	43,86	1,32	13,60	0,00	0,00	0,00	0,00	1,75	0,00	0,88	0,00	18,42	1,75	1,32	0,00	0,00	0,00	1,75	0,00	0,44	1,32	0,44	0,00	11,40	
24	2,35	30,67	0,00	32,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96	0,32	1,92	0,00	10,22	0,64	0,64	0,00	1,28	0,00	1,28	0,00	3,19	1,60	0,00	0,00	11,18	
25	2,45	32,79	1,62	22,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	0,40	1,62	0,00	11,34	0,00	2,02	0,00	0,40	0,00	2,02	0,00	3,64	1,21	0,81	0,00	15,38	
26	2,55	43,17	2,73	10,93	0,00	0,00	0,00	0,00	1,09	1,09	2,73	0,00	13,66	1,64	0,55	0,00	1,64	0,55	6,01	0,00	1,64	0,55	0,00	0,00	7,65	
	Min	30,67	0,00	9,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	0,00	0,88	0,00	10,22	0,00	0,55	0,00	0,00	0,00	1,10	0,00	0,44	0,55	0,00	0,00	7,65	
	Max	46,70	2,73	32,91	0,55	0,00	0,00	0,00	1,75	1,09	2,73	0,00	18,42	2,20	2,20	0,00	1,64	0,55	6,01	0,00	3,64	1,60	0,81	0,00	15,38	
27	2,65	44,26	0,68	2,36	0,00	0,00	0,00	0,34	1,35	0,34	3,38	0,00	8,45	1,35	2,36	0,00	2,36	0,00	5,41	0,00	5,74	1,69	0,34	0,00	17,57	
28	2,75	37,38	0,00	3,74	0,00	0,00	0,00	0,00	2,80	0,00	0,00	0,00	10,28	3,74	0,00	0,00	1,87	0,93	3,74	0,00	5,61	2,80	1,87	0,00	15,89	
29	2,85	44,81	0,65	3,90	0,00	0,00	0,00	0,00	1,30	0,00	1,95	0,00	13,64	0,65	0,65	1,30	1,30	0,00	7,79	0,00	3,25	0,65	0,00	0,00	16,88	
30	2,95	44,92	0,33	3,93	0,00	0,00	0,33	0,00	0,66	0,66	2,95	0,00	20,00	0,33	2,30	0,66	2,95	0,66	4,92	0,00	2,62	0,98	0,66	0,00	9,51	
31	3,05	53,24	1,44	0,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72	0,00	10,07	2,88	1,44	0,72	0,00	0,00	3,60	0,00	2,16	0,00	0,00	0,00	23,02	
32	3,15	45,22	1,30	2,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	0,00	0,43	0,00	23,04	0,43	1,74	0,87	2,17	0,00	2,61	0,00	4,78	1,30	0,00	0,00	10,43	
33	3,25	42,22	1,11	6,67	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	0,00	1,11	0,00	12,22	0,00	1,11	1,11	1,11	0,00	3,33	0,00	3,33	0,00	1,11	0,00	23,33	
34	3,35	39,39	0,61	3,64	0,61	0,00	0,00	0,00	1,21	0,00	1,21	0,00	16,36	1,21	0,61	0,00	1,21	0,00	4,24	0,00	3,64	0,61	0,61	0,00	23,03	
35	3,45	41,51	0,00	4,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,89	0,00	17,92	0,00	1,89	0,00	0,94	0,00	2,83	0,00	1,89	0,94	0,00	0,00	19,81	
36	3,55	45,63	0,97	3,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,45	0,97	1,94	0,00	1,94	0,00	4,85	0,00	4,85	0,00	0,00	0,00	13,59	
37	3,65	39,51	1,23	3,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	0,00	1,23	0,00	14,81	0,62	3,70	0,62	0,62	0,00	5,56	0,00	0,00	0,00	1,23	0,00	22,22	

CF-10-15	Prof. (m)	<i>Operculodinium centrocarpum</i>	<i>O. israelianum</i>	<i>L. machaerophorum</i>	<i>Tuberculodinium vancampoeae</i>	<i>Impagidinium aculeatum</i>	<i>I. striolatum</i>	<i>I. patulum</i>	<i>S. bulloideus</i>	<i>S. hyperacanthus</i>	<i>S. mirabilis</i>	<i>S. ramosus</i>	<i>Spiniferites</i> spp.	<i>Selenopemphix quanta</i>	<i>Selenopemphix nephroides</i>	<i>Xandarodinium xanthum</i>	<i>Polykrikos kofoidii</i>	<i>Polykrikos schwartzii</i>	<i>Polykrikos</i> sp.	<i>Protoperidinium nudum</i>	<i>Echinidium</i> spp.	<i>Brigantedinium cariacense</i>	<i>Brigantedinium</i> spp.	<i>Stelladinium</i> spp	Hetrotróficos indeterminados	
38	3,75	43,97	0,00	4,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,72	1,72	0,00	16,38	0,86	2,59	0,00	1,72	0,00	2,59	0,00	1,72	0,00	0,00	0,00	0,00	15,52
39	3,85	39,25	0,00	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	1,08	0,00	0,54	0,00	12,90	1,61	0,54	0,00	2,15	0,54	4,84	0,00	5,91	0,00	0,00	0,00	0,00	24,73
40	3,95	47,27	1,82	3,03	0,61	0,00	0,00	0,00	0,61	0,00	3,03	0,00	14,55	0,61	3,64	0,00	2,42	0,61	1,21	0,00	1,82	0,61	0,61	0,00	0,00	13,33
41	4,05	43,52	2,07	2,59	0,52	0,00	0,52	0,00	0,52	0,00	1,04	0,52	13,47	2,07	0,00	1,04	1,04	0,52	2,59	0,00	3,11	0,52	0,00	0,00	0,00	19,69
42	4,15	44,86	0,00	1,87	0,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,89	0,93	0,93	0,93	0,93	0,00	4,67	0,00	3,74	0,93	0,00	0,00	0,00	17,76
43	4,25	47,13	0,64	2,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00	15,92	1,27	1,27	0,00	0,00	0,00	3,18	0,00	2,55	0,64	1,27	0,00	0,00	18,47
44	4,35	51,80	0,72	2,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72	0,00	1,44	0,00	13,67	4,32	2,16	0,72	1,44	0,00	3,60	0,00	2,88	0,00	0,00	0,00	0,00	9,35
Min		37,38	0,00	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,35
Max		53,24	2,07	6,67	0,93	0,00	0,52	0,34	2,80	1,72	3,38	0,52	23,04	4,32	3,70	1,30	2,95	0,93	7,79	0,00	5,91	2,80	1,87	0,00	0,00	24,73

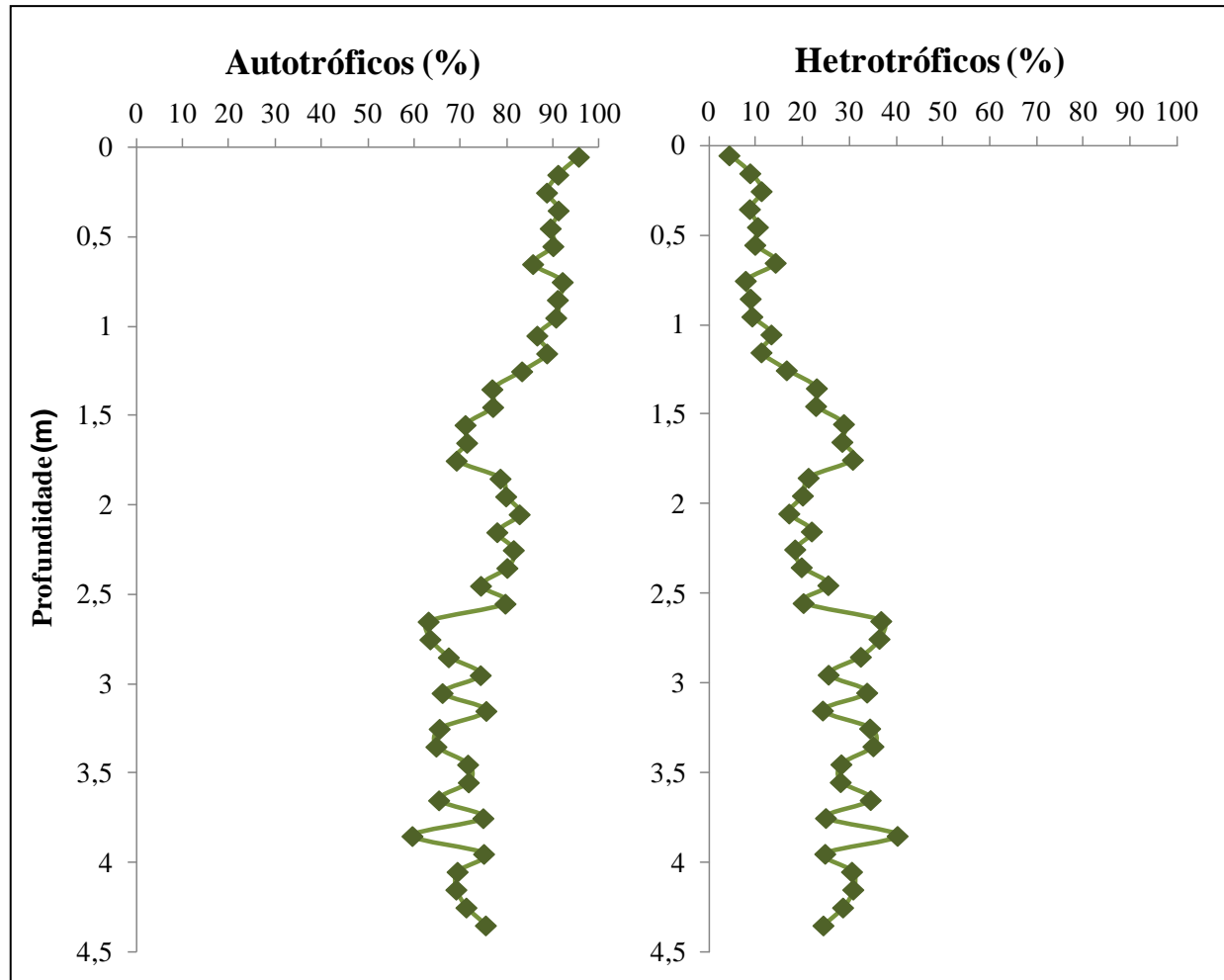


Figura 41. Gráfico com as variações percentuais dos dinocistos autorófico e heterotrófico – Testemunho CF-10-15.

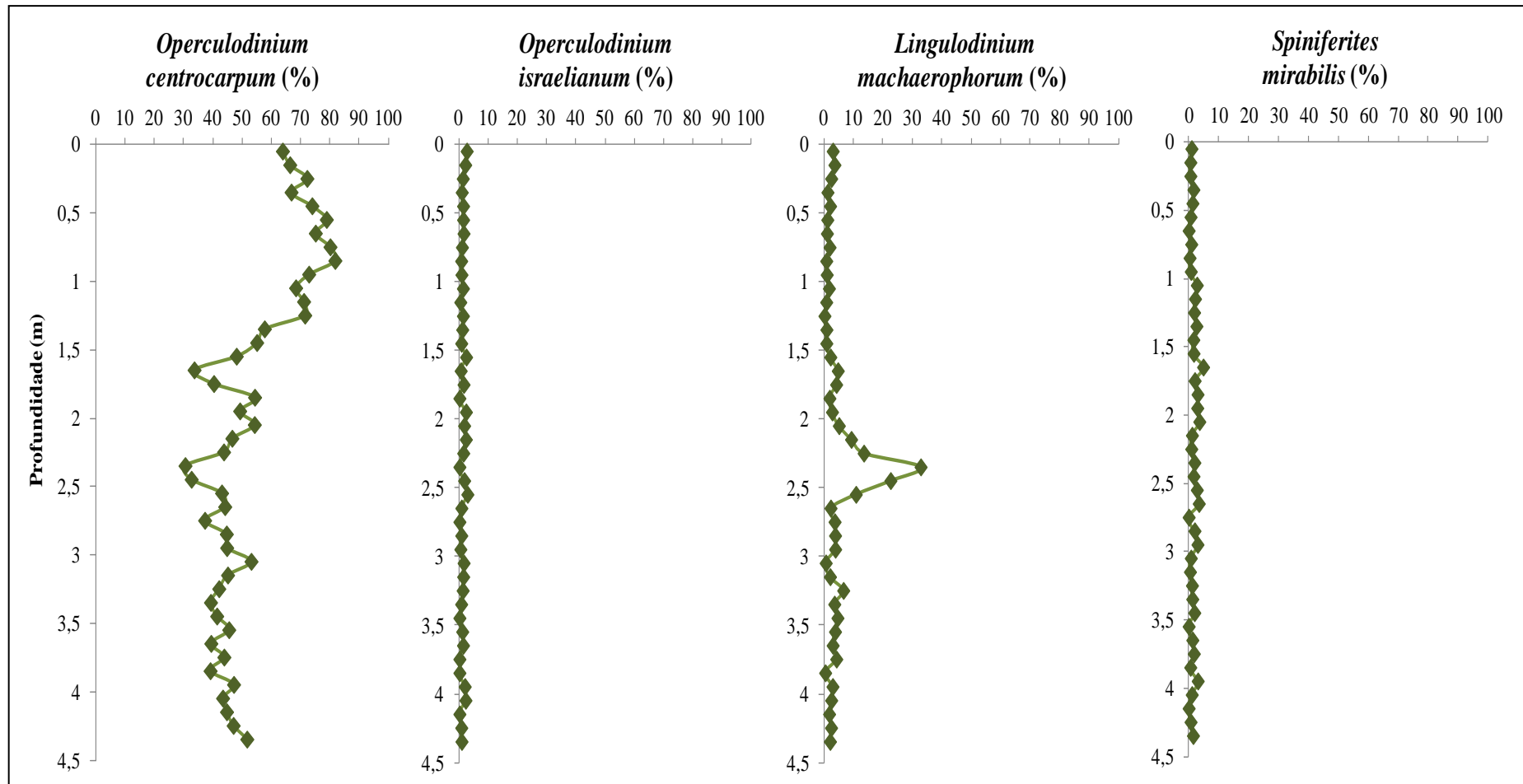


Figura 42. Percentual de distribuição das principais espécies autotróficas de dinocistos – Testemunho CF-10-15.

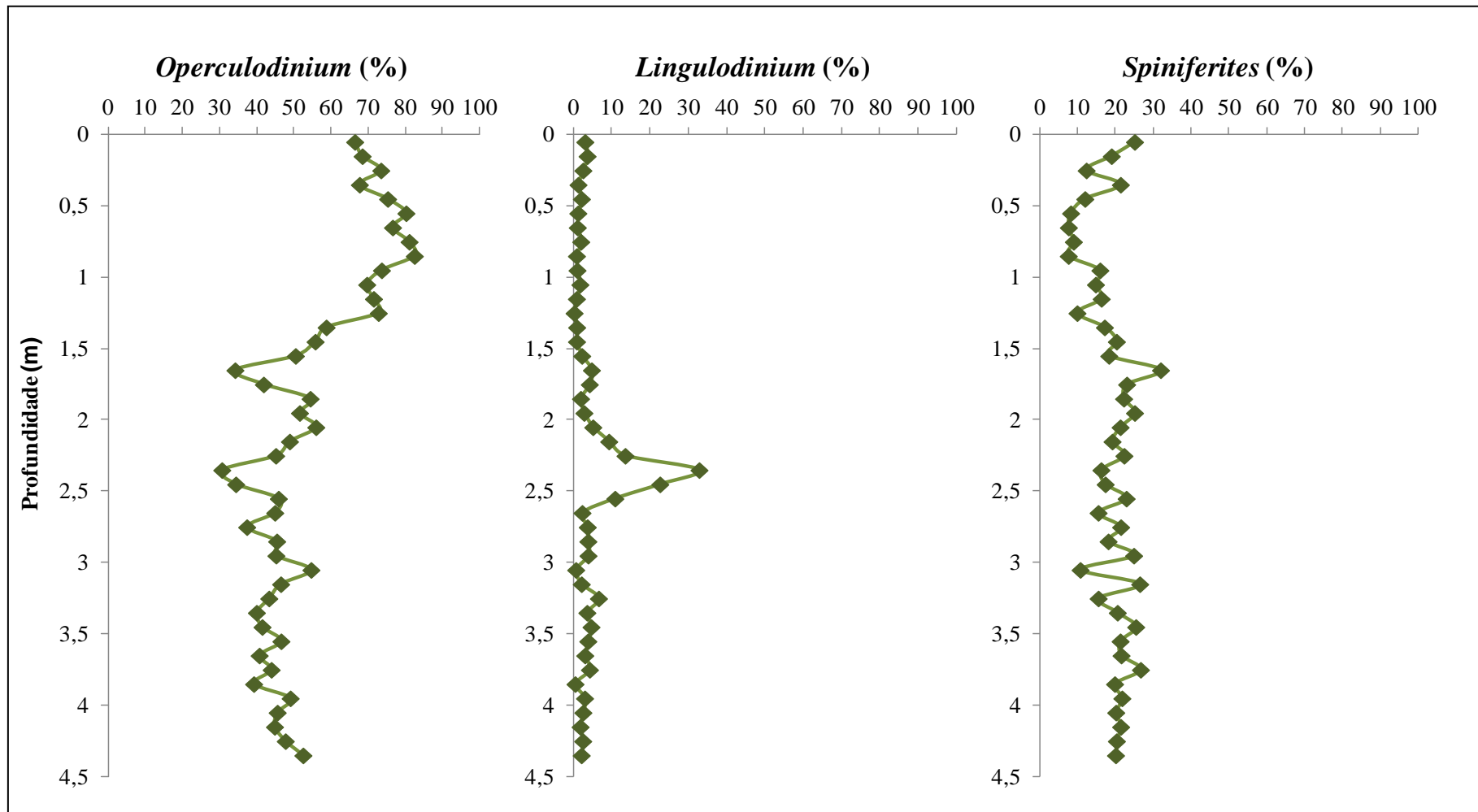


Figura 43. Percentual de distribuição dos principais gêneros de dinocistos autotróficos – Testemunho CF-10-15.

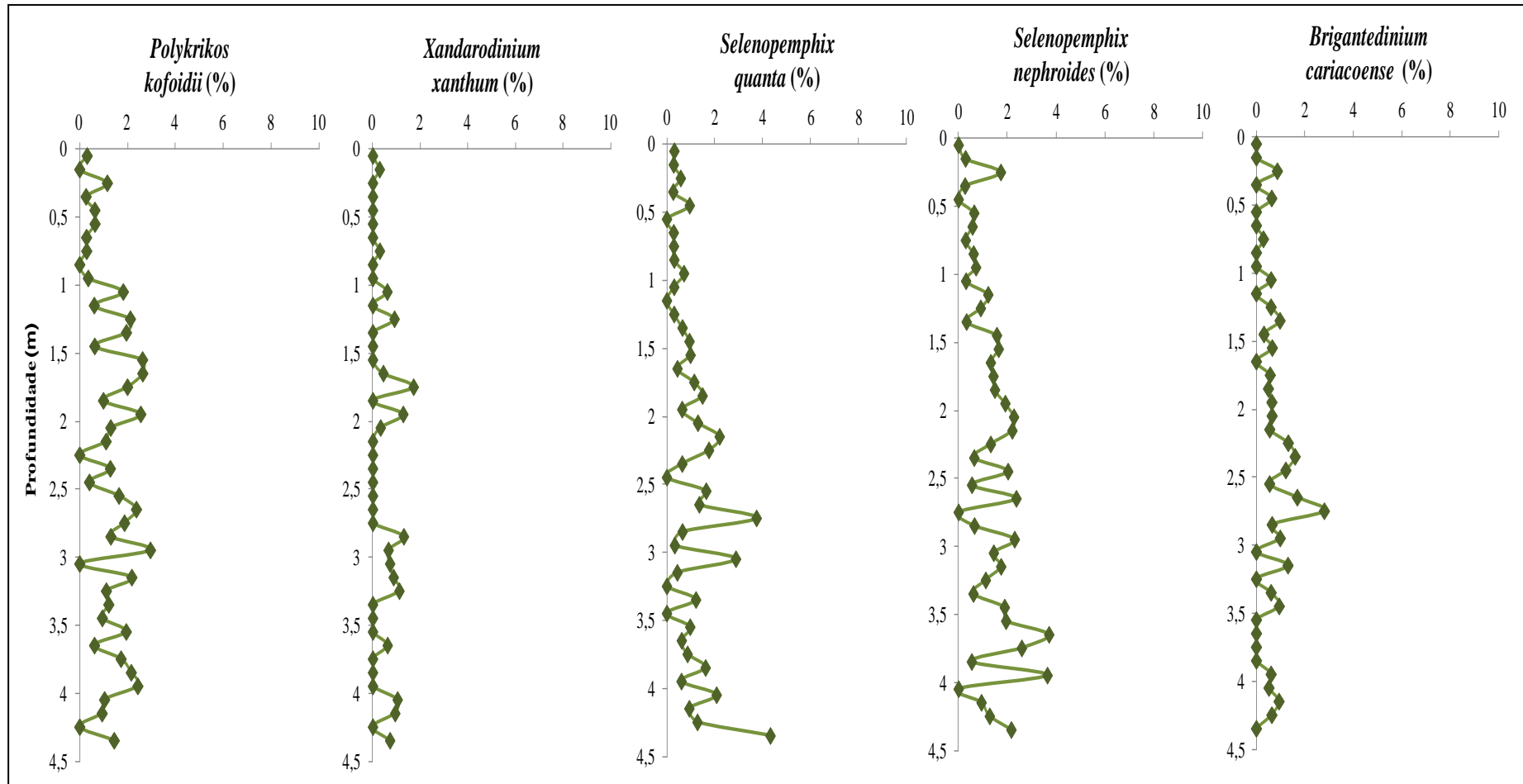


Figura 44. Percentual de distribuição das principais espécies heterotróficas de dinocistos – Testemunho CF-10-15.

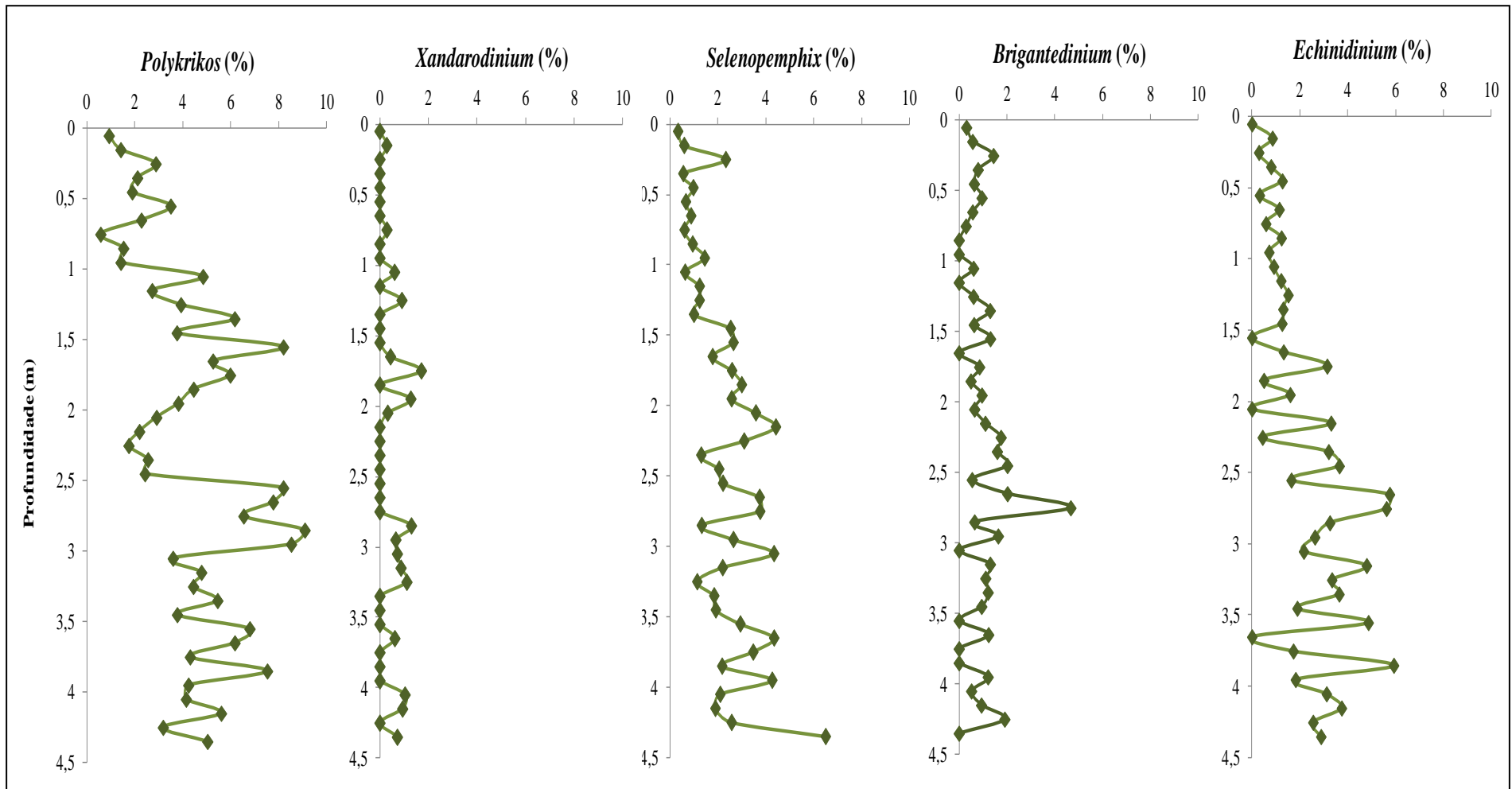


Figura 45. Percentual de distribuição dos principais gêneros de dinocistos heterotróficos – Testemunho CF-10-15.

8.2.8.2 Tratamento Estatístico dos Dados de Dinocistos

Foi realizado tratamento estatístico (*Modo-R* e *Modo-Q*) dos dados obtidos através da análise de dinocistos, para contribuir com as interpretações paleoambientais. 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 das espécies de cistos de dinoflagelados.

De acordo com o *Modo-R*, as amostras foram organizadas em 5 (cinco) Associações de dinocistos (A, B, C, D e E), segundo o maior grau de similaridade destes componentes, em relação à sua origem (Figura 46; Quadro 11; Tabela 16).

Através da análise de agrupamento *modo-Q*, as amostras foram agrupadas, em relação à profundidade (Figura 47; Tabela 16).

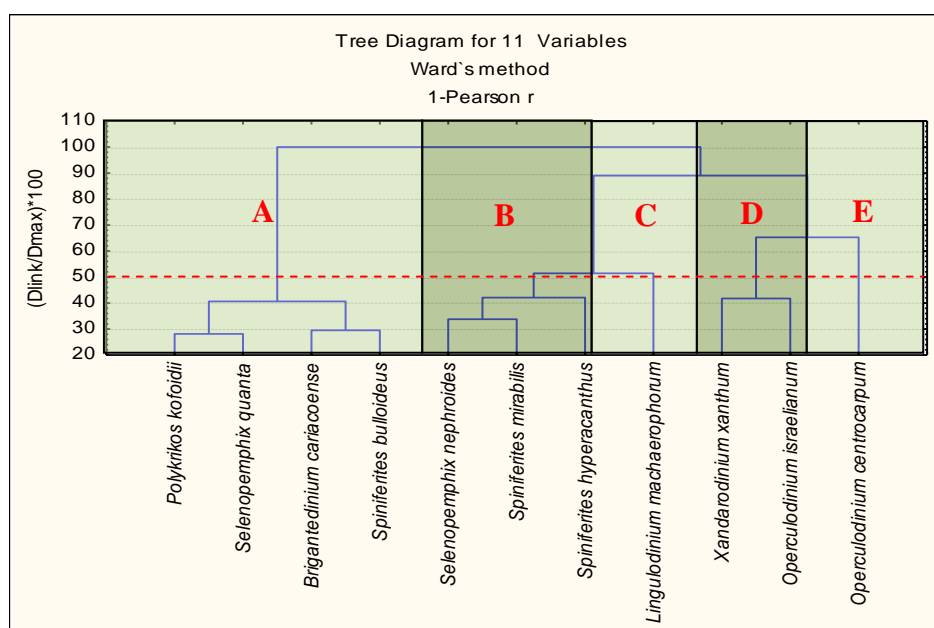


Figura 46. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento *Modo-R* das espécies de dinocistos, segundo o maior grau de similaridade entre as espécies - CF-10-15.

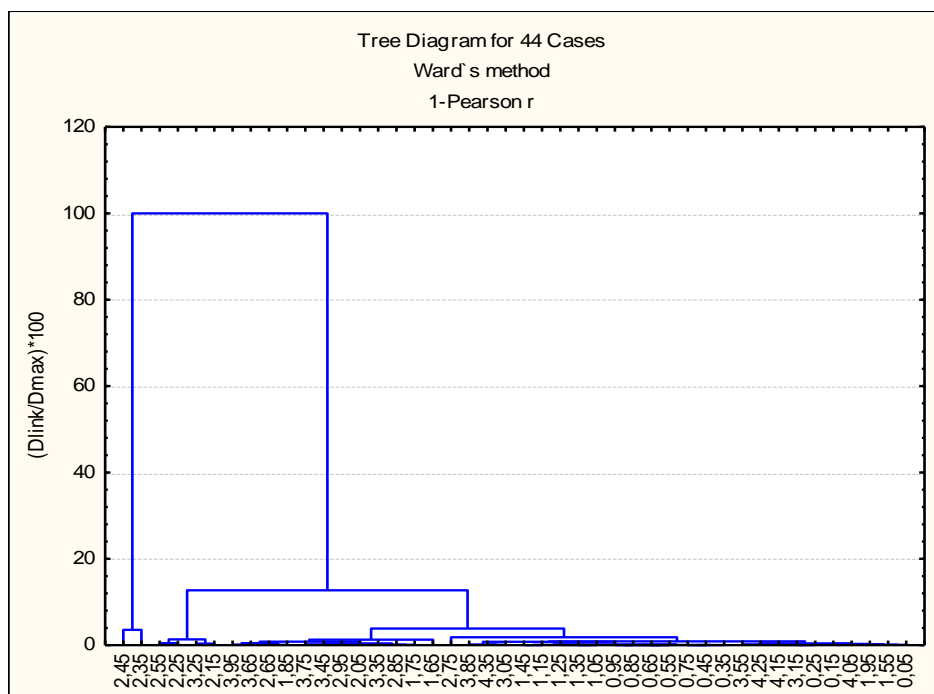


Figura 47. Dendrograma gerado pela análise de agrupamento *Modo-Q*, para as similaridades ente as amostras em relação à profundidade – Testemunho CF-10-15.

Quadro 11. Associações palinológicas originadas através da análise de agrupamento *Modo-R* - Testemunho CF-10-15.

Associações	Descrições
A	<i>Polykrikos kofoidii</i> , <i>Selenopemphix quanta</i> , <i>Brigantedinium cariacense</i> e <i>Spiniferites bulloideus</i>
B	<i>Selenopemphix nephroides</i> , <i>Spiniferites mirabilis</i> e <i>Spiniferites hyperacanthus</i>
C	<i>Lingulodinium machaerophorum</i>
D	<i>Xandarodinium xanthum</i> e <i>Operculodinium israelianum</i>
E	<i>Operculodinium centrocarpum</i>

Tabela 16. Resultados das análises de agrupamento *Modo-R* e *Modo-Q* com 5 Associações de Palinofácies e 3 Intervalos – Testemunho CF-10-15.

CF-10-15	Prof. (m)	Associação A				Associação B			Associação C	Associação D		Associação E	Intervalos	Associações
		<i>P. kofoidii</i>	<i>S. quanta</i>	<i>B. cariacense</i>	<i>S. bulloideus</i>	<i>S. nephroides</i>	<i>S. mirabilis</i>	<i>S. hyperacanthus</i>	<i>L. machaerophorum</i>	<i>X. xanthum</i>	<i>O. israelianum</i>	<i>O. centrocarpum</i>		
1	0,05	0,00	0,43	0,43	0,87	0,00	1,30	0,00	4,33	0,00	3,46	89,18	3	E
2	0,15	0,00	0,37	0,73	4,40	0,37	0,73	0,00	4,76	0,37	2,56	85,71		
3	0,25	0,00	0,72	0,72	0,72	2,16	0,72	0,00	3,24	0,00	1,44	90,29		
4	0,35	0,00	0,36	1,08	1,44	0,36	2,17	0,36	1,81	0,00	1,08	91,34		
5	0,45	0,00	1,18	0,00	0,79	0,00	1,57	0,00	2,76	0,00	1,57	92,13		
6	0,55	0,00	0,00	1,14	0,00	0,76	0,76	0,00	1,52	0,00	1,52	94,30		
7	0,65	0,00	0,36	0,71	0,71	0,71	0,00	0,36	1,42	0,00	1,78	93,95		
8	0,75	0,00	0,34	0,00	0,00	0,34	1,03	0,00	2,40	0,34	1,03	94,52		
9	0,85	0,00	0,36	0,00	0,36	0,72	0,36	0,00	1,08	0,00	0,72	96,39		
10	0,95	0,00	0,92	0,00	0,46	0,92	0,92	0,00	1,38	0,00	0,92	94,47		
11	1,05	0,00	0,40	0,00	1,19	0,40	3,56	0,40	2,37	0,79	1,58	89,33		
12	1,15	0,00	0,00	0,00	0,00	1,58	2,77	1,19	1,19	0,00	0,40	92,89		
13	1,25	0,00	0,39	0,00	0,78	1,17	2,33	0,00	0,39	1,17	1,56	92,22		
14	1,35	0,00	1,01	0,51	0,51	0,51	4,04	0,51	1,52	0,00	1,52	89,90		
15	1,45	0,00	1,52	0,51	0,00	2,54	2,54	1,02	1,52	0,00	1,02	89,34		
Min		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	0,00	0,40	85,71		
Max		0,00	1,52	1,14	4,40	2,54	4,04	1,19	4,76	1,17	3,46	96,39		

CF-10-15	Prof. (m)	Associação A				Associação B			Associação C	Associação D		Associação E	Intervalos	Associações
		<i>P. kofoidii</i>	<i>S. quanta</i>	<i>B. cariacense</i>	<i>S. bulloideus</i>	<i>S. nephroides</i>	<i>S. mirabilis</i>	<i>S. hyperacanthus</i>	<i>L. machaerophorum</i>	<i>X. xanthum</i>	<i>O. israelianum</i>	<i>O. centrocarpum</i>		
16	1,55	0,00	1,69	1,13	0,00	2,82	2,82	0,56	3,95	0,00	3,95	83,05	2	E, C, Be D
17	1,65	0,00	0,93	0,00	1,87	2,80	10,28	0,00	10,28	0,93	0,93	71,96		
18	1,75	0,52	2,08	0,52	1,04	2,60	3,65	2,08	7,81	3,13	2,60	73,96		
19	1,85	0,00	2,36	0,00	0,00	2,36	4,72	0,79	3,15	0,00	0,00	86,61		
20	1,95	0,51	1,02	0,51	1,02	3,06	4,59	0,00	4,59	2,04	3,57	79,08		
21	2,05	0,00	1,85	0,00	1,39	3,24	5,09	0,46	7,41	0,46	2,31	77,78		
22	2,15	0,00	3,39	0,85	0,85	3,39	1,69	0,00	14,41	0,00	3,39	72,03		
23	2,25	0,00	2,70	0,68	2,70	2,03	1,35	0,00	20,95	0,00	2,03	67,57		
24	2,35	0,00	0,94	0,00	1,41	0,94	2,82	0,47	48,36	0,00	0,00	45,07		
25	2,45	0,00	0,00	1,29	1,29	3,23	2,58	0,65	36,13	0,00	2,58	52,26		
26	2,55	0,85	2,54	0,00	1,69	0,85	4,24	1,69	16,95	0,00	4,24	66,95		
Min		0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	1,35	0,00	3,15	0,00	0,00	45,07		
Max		0,85	3,39	1,29	2,70	3,39	10,28	2,08	48,36	3,13	4,24	86,61		
27	2,65	0,00	2,40	0,60	2,40	4,19	5,99	0,60	4,19	0,00	1,20	78,44	1	E, A e B
28	2,75	1,85	7,41	3,70	5,56	0,00	0,00	0,00	7,41	0,00	0,00	74,07		
29	2,85	0,00	1,18	0,00	2,35	1,18	3,53	0,00	7,06	2,35	1,18	81,18		
30	2,95	1,13	0,56	1,13	1,13	3,95	5,08	1,13	6,78	1,13	0,56	77,40		
31	3,05	0,00	4,71	0,00	0,00	2,35	1,18	0,00	1,18	1,18	2,35	87,06		
32	3,15	0,00	0,83	0,00	0,83	3,31	0,83	0,00	4,13	1,65	2,48	85,95		
33	3,25	0,00	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	12,00	2,00	2,00	76,00		
34	3,35	0,00	2,50	1,25	2,50	1,25	2,50	0,00	7,50	0,00	1,25	81,25		
35	3,45	0,00	0,00	0,00	0,00	3,77	3,77	0,00	9,43	0,00	0,00	83,02		
36	3,55	0,00	1,82	0,00	0,00	3,64	0,00	0,00	7,27	0,00	1,82	85,45		
37	3,65	0,00	1,19	2,38	1,19	7,14	2,38	0,00	5,95	1,19	2,38	76,19		
38	3,75	0,00	1,56	0,00	0,00	4,69	3,13	3,13	7,81	0,00	0,00	79,69		

CF-10-15	Prof. (m)	Associação A				Associação B			Associação C	Associação D		Associação E	Intervalos	Associações
		<i>P. kofoidii</i>	<i>S. quanta</i>	<i>B. cariacoense</i>	<i>S. bulloideus</i>	<i>S. nephroides</i>	<i>S. mirabilis</i>	<i>S. hyperacanthus</i>	<i>L. machaerophorum</i>	<i>X. xanthum</i>	<i>O. israelianum</i>	<i>O. centrocarpum</i>		
39	3,85	1,22	3,66	0,00	2,44	1,22	1,22	0,00	1,22	0,00	0,00	89,02		
40	3,95	0,99	0,99	0,99	0,99	5,94	4,95	0,00	4,95	0,00	2,97	77,23		
41	4,05	0,97	3,88	0,00	0,97	0,00	1,94	0,00	4,85	1,94	3,88	81,55		
42	4,15	0,00	1,89	0,00	0,00	1,89	0,00	0,00	3,77	1,89	0,00	90,57		
43	4,25	0,00	2,33	2,33	0,00	2,33	1,16	0,00	4,65	0,00	1,16	86,05		
44	4,35	0,00	6,74	0,00	1,12	3,37	2,25	0,00	3,37	1,12	1,12	80,90		
	Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,18	0,00	0,00	74,07		
	Max	1,85	7,41	3,70	5,56	7,14	5,99	3,13	12,00	2,35	3,88	90,57		

Descrição das Associações

Associação de Dinocistos A: Associação composta pelas espécies dos gêneros *Polykrikos kofoidii* apresentando valores entre 0,0 – 1,85%, *Selenopemphix quanta* com valores entre 0,0 – 7,41%, *Brigantedinium cariacense* com valores entre 0,0 – 3,70% e *Spiniferites bulloideus* com valores percentuais entre 0,0 – 5,56%. Esta associação pode indicar águas mais aquecidas.

Associação de Dinocistos B: Associação representada por *Selenopemphix nephroides* com valores variando entre 0,0 – 7,14%, *Spiniferites mirabilis* apresentando valores percentuais entre 0,0 – 10,28% e *Spiniferites hyperacanthus* com valores entre 0,0 – 3,13%. As três espécies agrupadas nesta associação podem ser consideradas de águas quentes a extremamente quentes, de ambiente mesotrófico-eutrófico.

Associação de Dinocistos C: Associação composta somente por *Lingulodinium machaerophorum* apresentando valores percentuais entre 0,39 – 48,36%, podendo indicar condições de águas mais estratificadas, ligada a um aporte fluvial.

Associação de Dinocistos D: esta Associação está representada pelas espécies dos gêneros *Xandarodinium xanthum* com valores entre 0,0 – 3,13% e *Operculodinium israelianum* apresentando valores entre 0,0 – 4,24%. Esta associação é considerada de águas quentes a extremamente quente.

Associação de Dinocistos E: esta Associação está representada, apenas, por *Operculodinium centrocarpum* apresentando valores entre 45,07 – 96,39%. Associação composta por uma espécie cosmopolita, porém a maior abundância desta ocorre em ambiente sob condições de águas mais frias e turbulentas.

Foram subdivididos 3 Intervalos de acordo com as Associações de dinocistos e suas variações ao longo do Testemunho CF-10-15, a partir das análises de agrupamento *Modo-R* e *Modo-Q*.

Descrição dos Intervalos

Intervalo 1 (amostras 27 a 44 – prof. 2,65 – 4,35m): intervalo composto pelas Associações **E** e **B**, representado por *Operculodinium centrocarpum* (74,07 – 90,57%), *Selenopemphix quanta* (0,0 – 7,41%), *Spiniferites bulloideus* (0,0 – 5,56%), *Brigantedinium cariacense* (0,0 -5,56%) e *Polykrikos kofoidii* (0,0 – 1,85%). Os altos valores de *O. centrocarpum* pode indicar águas mais frias e com uma alta disponibilidade de nutrientes, favorecendo, ainda, a ocorrência de cistos heterotróficos.

Intervalo 2 (amostras 16 a 25; prof. 1,55 – 2,55m): intervalo composto pelas Associações **E**, **C**, **B** e **D**, constituído por *O. centrocarpum* (45,07 – 86,61%), *Lingulodinium machaerophorum* (3,15 – 48,36%), seguido de *Selenopemphix nephroides* (0,85 – 3,39%), *Spiniferites hyperacanthus* (0,0 – 2,08%), *Xandarodinium xanthum* (0,0 – 3,13%) e *O. israelianum* (0,0 – 4,24%). Este intervalo apresenta características de alternância de condições paleoambientais, com períodos de águas possivelmente, estratificadas e períodos de águas mais frias e misturadas, observado através das espécies predominantes.

Intervalo 3 (amostras 1 a 15; prof. 0,05 – 1,45m): composto somente pela associação **E**. *O. centrocarpum* ocorre com os maiores valores percentuais variando entre 85,71 – 96,39%, sugerindo um período de águas mais frias com maior disponibilidade de nutrientes. A diminuição na ocorrência das demais pode estar relacionada à predominância de *O. centrocarpum*, possivelmente pela competitividade pelo meio ou por esta espécie ser potencialmente tóxica.

9 DISCUSSÕES

9.1 CARBONO ORGÂNICO TOTAL

A matéria orgânica desempenha um papel importante nos ecossistemas aquáticos, afetando os processos biogeoquímicos, o ciclo dos nutrientes, a disponibilidade biológica, o transporte químico e as interações químicas. O conteúdo de matéria orgânica é medido como carbono orgânico total (COT), e também, como carbono orgânico dissolvido (COD), os quais são componentes essenciais do ciclo do carbono (FUNDESPA- Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas, 2009).

De acordo com Höll & Mücke (2000), a análise de COT pode ser utilizada para estimar a intensidade de paleoressurgência, uma vez que os altos valores do teor de COT revelam uma alta produtividade, indicando, desta forma, uma ressurgência com maior intensidade.

O conteúdo de COT, ao longo dos dois testemunhos (CF-10-01 e CF-10-15) analisados, apresenta valores variando de 0,36 – 0,87% no CF-10-01 e de 0,52 – 1,04% no CF-10-15, nesta área de ressurgência, sendo observado um aumento gradativo no teor de COT em direção ao presente.

De acordo com Mciver (1975), em ambientes marinhos os sedimentos, geralmente, apresentam teor de carbono orgânico menor que 0,2%, contudo, em sistemas de ressurgência podem ultrapassar 1%

Des Combes (2005), estudando os sedimentos depositados na área de ressurgência da Somália, encontrou valores do conteúdo de COT variando de 0,1 – 1,8%.

Berger *et al.* (1998) comentam que em sedimentos de zonas de ressurgência o teor de carbono orgânico total podem apresentar valores de 2 a 20%.

Lessa (2009) em estudo com sedimentos da região de Cabo Frio encontrou os mais altos teores de COT (1,34 e 2,34%) em amostras da base (1155 – 930 anos AP) e do topo (últimos 500 anos), considerados como os períodos de maior produtividade pelo autor.

Segundo Demaison & Moore (1980), fatores biológicos e físicos interagem para determinar a preservação quantitativa e qualitativa da matéria orgânica no sedimento. Os fatores biológicos incluem produtividade biológica primária nas camadas d'águas superficiais e degradação bioquímica da matéria orgânica; já os fatores físicos incluem modos de transporte da matéria orgânica para os locais de deposição, tamanho da partícula de sedimento e a taxa de sedimentação.

9.2 PALINOFÁCIES

Através dos resultados da análise organocomposicional, os dois Testemunhos foram divididos em fases.

Fase 1

A **Fase 1**, representada pelas amostras (2,45 – 3,20m), correspondente à idade entre 9000 e 11000 anos AP no Testemunho CF-10-01, é marcada por um maior aporte terrígeno, observado através dos componentes lenhosos, indicando maior energia e, possivelmente, condições de nível do mar relativamente mais baixo ou períodos de clima úmido, facilitando o transporte desses componentes terrígenos. Os baixos teores de COT (0,36 – 0,51%) podem indicar uma oxidação ainda na coluna d'água (zona fótica), devido à baixa profundidade e à alta energia.

Os resultados dos gráficos ternários do CF-10-01 plotados nos campos de palinofácies de Tyson (1995) e Mendonça Filho *et al.*(2010), que nesta fase abrangem os campos II, IV e VI, indicaram uma Fase caracterizada como sendo depósitos sob condições variando de subóxico-anóxico.

Andrade (2008), que fez um estudo dos últimos 13000 anos AP em dois Testemunhos da região de Cabo Frio, constatou uma maior influência terrígena, com baixos teores de COT, indicando nível do mar relativamente mais baixo na base dos Testemunhos estudados por ela.

As amostras da base do Testemunho CF-10-15 não alcançaram a **Fase 1** (9000 – 11000 anos AP), sendo este testemunho composto por amostras mais recentes.

Fase 2

A **Fase 2**, correspondente às idades entre 5000 à 9000 anos AP, está representada pelas profundidades 1,05 – 2,35m (Testemunho CF-10-01). Nesta fase parece ter ocorrido uma elevação do nível relativo do mar ou períodos de clima mais seco, representando uma fase de menor energia, podendo ser observado pelo aumento nos valores percentuais do Grupo MOA.

Por volta de 7000 anos AP (profundidade de 1,55m) ocorre um decréscimo no percentual do Grupo MOA e um aumento representativo do Grupo Fitoclasto. Kousman & Costa (1979) e Andrade (2008) relatam que neste período ocorreu uma queda do nível relativo do mar.

Por volta de 5000 – 5200 anos AP (profundidade entre 1 – 1,2m), de acordo com Martin *et al.* (1980), ocorreu um aumento no nível relativo do mar, atingindo 5m acima do nível atual. Este aumento observado através de um decréscimo no percentual dos componentes continentais.

As amostras desta fase abrangem, principalmente, os campos VII, VIII e IX de Tyson (1995) e Mendonça Filho *et al.*(2010), caracterizados como coluna d'água estratificada sob condições de subóxia - anóxica, com características deposicionais de plataforma distal.

A **Fase 2** no CF-10-15 está representada pelas profundidades entre 1,45 – 3,65m, uma vez que a datação não foi realizada na última amostra (4,35m) neste testemunho.

Nesta fase, o Testemunho CF-10-15 apresenta uma alta percentagem do grupo MOA, sugerindo um ambiente de baixa energia na porção inferior. A porção superior, apresenta uma alternância entre os Grupos Fitoclastos e MOA, indicando períodos com alternância de águas mais turbulentas e mais calmas.

As amostras desta fase ocorrem com uma ampla distribuição nos campos de Tyson (1995) e Mendonça Filho *et al.*(2010), ocorrendo sua maior parte no campo IX, devido ao alto percentual do Grupo MOA, indicando uma distância da fonte fluvial. Os teores de COT apresentam um ligeiro aumento (0,54 – 0,61%). As amostras localizadas na base, 3,75 – 4,35m (não caracterizadas nas fases), têm características de um ambiente de maior energia.

Fase 3

A **Fase 3** (700 e 5000anos AP), que abrange as profundidades entre 0,25 – 0,95m (amostras de 5 – 10 do CF-10-01), exibem condições de águas características de maior energia, observado pelas variações entre os grupos Fitoclasto e MOA, já na porção superior, não apresenta variações significativas (Figura 48).

As amostras desta fase abrangem os campos VIII e IX de Tyson (1995) e Mendonça Filho *et al.*(2010), sugerindo depósitos sob condições disóxica – anóxica. Os teores de COT alcançam percentual de 0,95%.

No CF-10-15, a **Fase 3** é representada pelas amostras de profundidades entre 0,15 – 1,35m aproximadamente, foram constatadas variações na porção inferior desta fase, através dos valores relativos dos componentes da matéria orgânica (grupo Fitoclasto e MOA). Estas variações podem estar relacionadas à alta energia que, possivelmente, foi causada por um aporte fluvial, ou alguma mudança de corrente ou, até mesmo, uma variação na topografia da área. A porção superior, desta fase, apresenta um período de condições de águas com energia mais baixa (Figura 49).

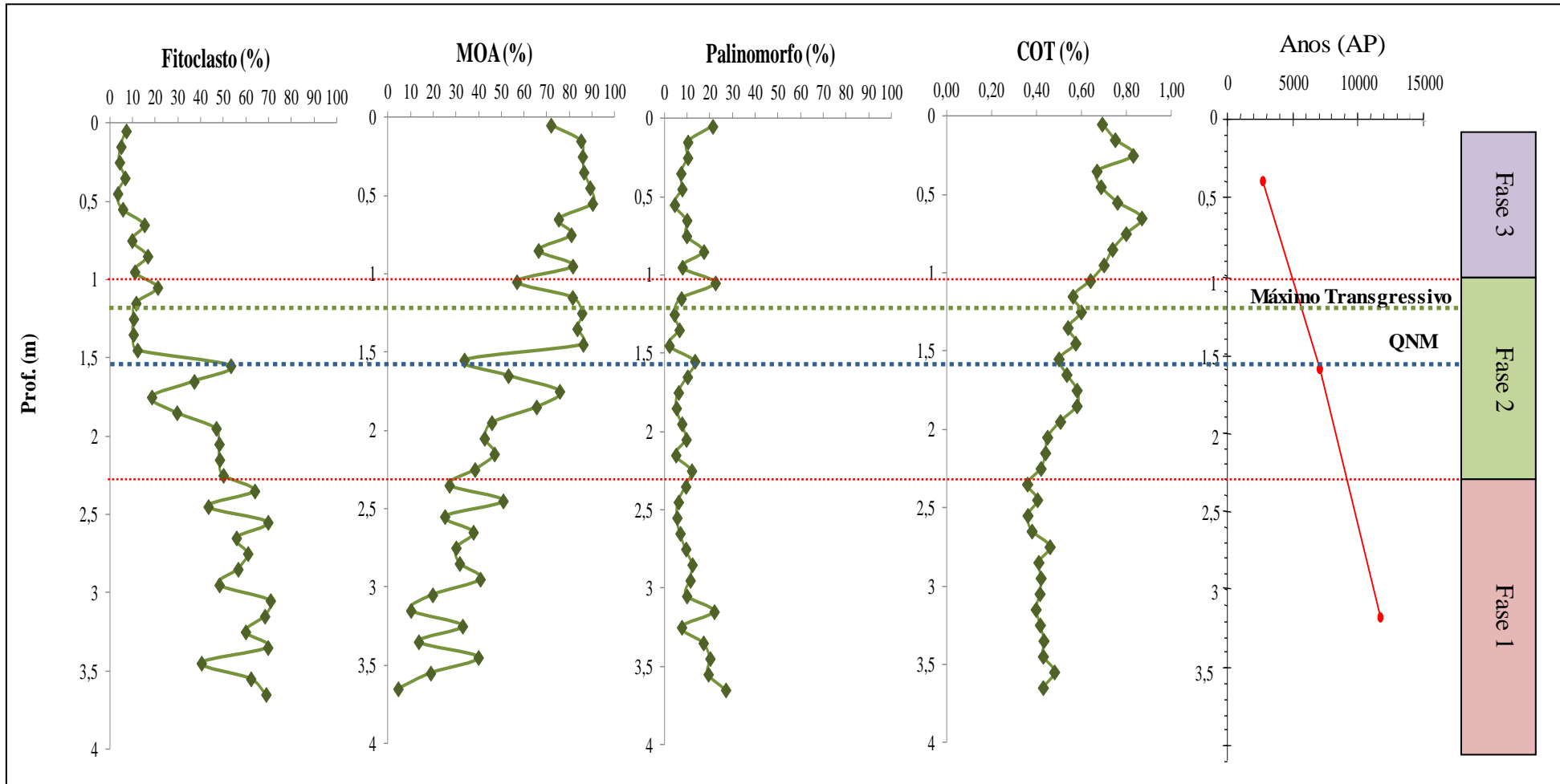


Figura 48. Gráfico de abundância relativa dos principais grupos da matéria orgânica e COT, com os dados geocronológicos, dividido em Fases, do Testemunho CF-10-01. A linha azul representa a queda do Nível relativo do Mar (QNM), por volta de 7000 anos AP, e a linha verde representa o máximo transgressivo, por volta de 5000-5200 anos AP.

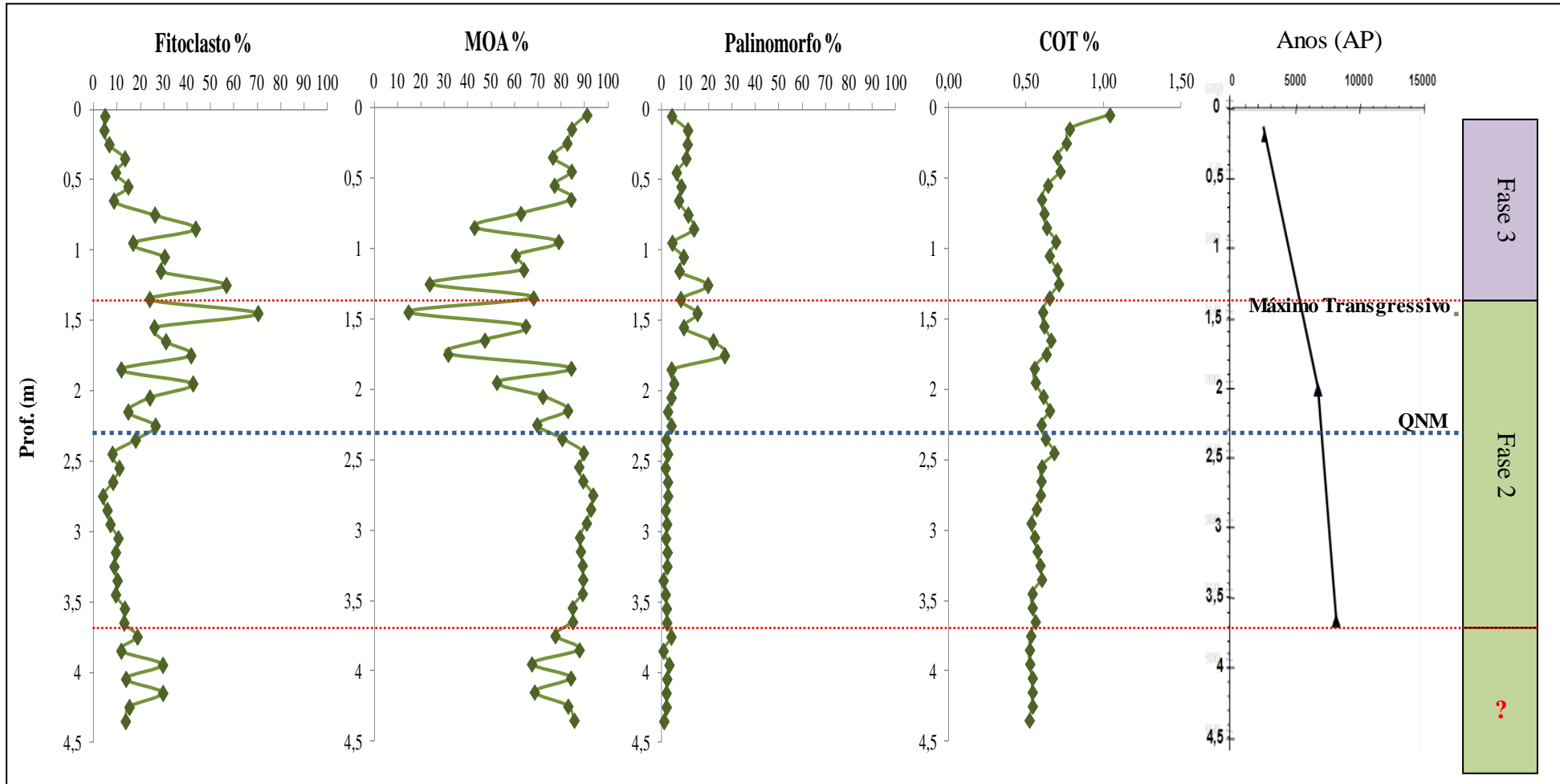


Figura 49. Gráfico de abundância relativa dos principais grupos da matéria orgânica e COT, com os dados geocronológicos, dividido em Fases, do Testemunho CF-10-15. A linha azul representa a queda do Nível relativo do Mar (QNM), por volta de 7000 anos AP, e a linha verde representa o máximo transgressivo, por volta de 5000-5200 anos AP.

9.3 ANÁLISE DOS PALINOMORFOS

A análise dos palinomorfos auxiliou na interpretação dos resultados de palinofácies.

Fase 1

A **Fase 1** (9000 – 11000 anos AP), representada somente no Testemunho CF-10-01, apresenta, na porção inferior (2,45 – 3,20m), um ligeiro aumento nos valores relativos dos esporomorfos, confirmando a contribuição terrígena, devido a influência dos rios Paraíba do sul. Valentin *et al.* (1978) mencionam que sob condições de ventos NE, a região de Cabo Frio pode ser influenciada pelos rios Paraíba do sul, São João e Macaé. A porção superior (1,95 – 2,55m), apresenta uma pequena elevação nos valores percentuais dos zoomorfos, representados por palinoforaminíferos e ocorre ainda, um aumento no percentual dos dinocistos heterotróficos.

Fase 2

Fase 2 (5000 - 9000 anos AP) representada pelas amostras de profundidade de 1,05 – 2,35m no Testemunho CF-10-01, apresenta um maior percentual de palinoforaminíferos e esporomorfos, juntamente com os cistos heterotróficos, que apesar de exibir baixos valores percentuais, é a fase que apresenta sua maior ocorrência (Figura 50).

Esta Fase no CF-10-15 apresenta os resultados semelhantes ao CF-10-01, exibindo os maiores valores percentuais de palinoforaminíferos e esporomorfos, juntamente, com os dinocistos heterotróficos (Figura 51).

Segundo Oliveira (2011) as ocorrências de heterotróficos podem estar associadas à elevação do nível relativo do mar e, possivelmente, um período em que ocorre aquecimento da água. E a ocorrência dos cistos heterotróficos, juntamente com os palinoforaminíferos, sugere um ambiente com condições de águas mais salinas, estratificadas, com termoclinas mais presentes.

Esta fase pode indicar uma maior influência da ressurgência da ACAS, com relação à Fase anterior, ocorrendo após essa ressurgência, um aquecimento da água, acarretando, desta forma, o aumento do fitoplâncton e, conseqüentemente, aumento dos zoomorfos e dos dinocistos heterotróficos. Segundo Gonzalez-Rodriguez *et al.* (1992), o período de ressurgência é caracterizado, no primeiro momento, pela ascensão das águas frias do fundo, carregando nutrientes. Após o período em que a ACAS ressurge, começa a ocorrer um aquecimento superficial acompanhado por um aumento da biomassa e, conseqüentemente, da produção primária. O

aumento da biomassa ocasiona uma diminuição na concentração de nutrientes, levando a uma situação oligotrófica e, conseqüentemente, o decréscimo dos organismos fitoplanctônico. Essas águas podem estar mais aquecidas, também, devido à influência fluvial.

Andrade (2008) relata que neste período a ressurgência apresentou variações na sua intensidade, mas que a produtividade teve um aumento relativo.

Fase 3

A **Fase 3** (700 – 5000 anos AP) representada pelas profundidades 0,25 – 0,95m, no CF-10-01, apresentou algumas variações, porém, não significativas para determinação da produtividade.

A **Fase 3** no Testemunho CF-10-15, representado pelas profundidades 0,15 – 1,35m, apresenta um aumento nos valores percentuais dos dinocistos autotróficos e um decréscimo dos dinocistos heterotróficos, palinoforaminíferos e esporomorfos.

Nesta fase foi difícil perceber alguma variação nos testemunhos estudados que indicassem uma maior ou menor influência da ressurgência, através dos resultados de palinologia.

Ao longo dos dois Testemunhos estudados, foram observados elevados valores percentuais de dinocistos autotróficos (alcançando 68,05%) no CF-10-01, constatando a preferência desse grupo pela porção mais distal. Já os cistos heterotróficos, apresentaram valores percentuais mais elevados no CF-10-15, alcançando valores de até 32,08%, enquanto que no CF-10-01 esse percentual não ultrapassou 11,76%, mostrando a preferência desse grupo pela porção mais proximal.

Andrade (2008) comenta que, neste período, a ressurgência parece estar ainda mais fortalecida e, conseqüentemente, a produtividade mais intensa, porém não foram observados valores percentuais elevados de espécies de dinocistos heterotróficos, característicos de regiões de ressurgência. Tais características podem sugerir duas hipóteses: **1)** os baixos valores relativos dos cistos heterotróficos podem indicar uma maior exposição ao O₂ ou **2)** por esse sistema de ressurgência de Cabo Frio ser caracterizado como sendo de baixa amplitude, pode não ter apresentado as condições favoráveis para o aumento no número de células produtoras destes cistos heterotróficos.

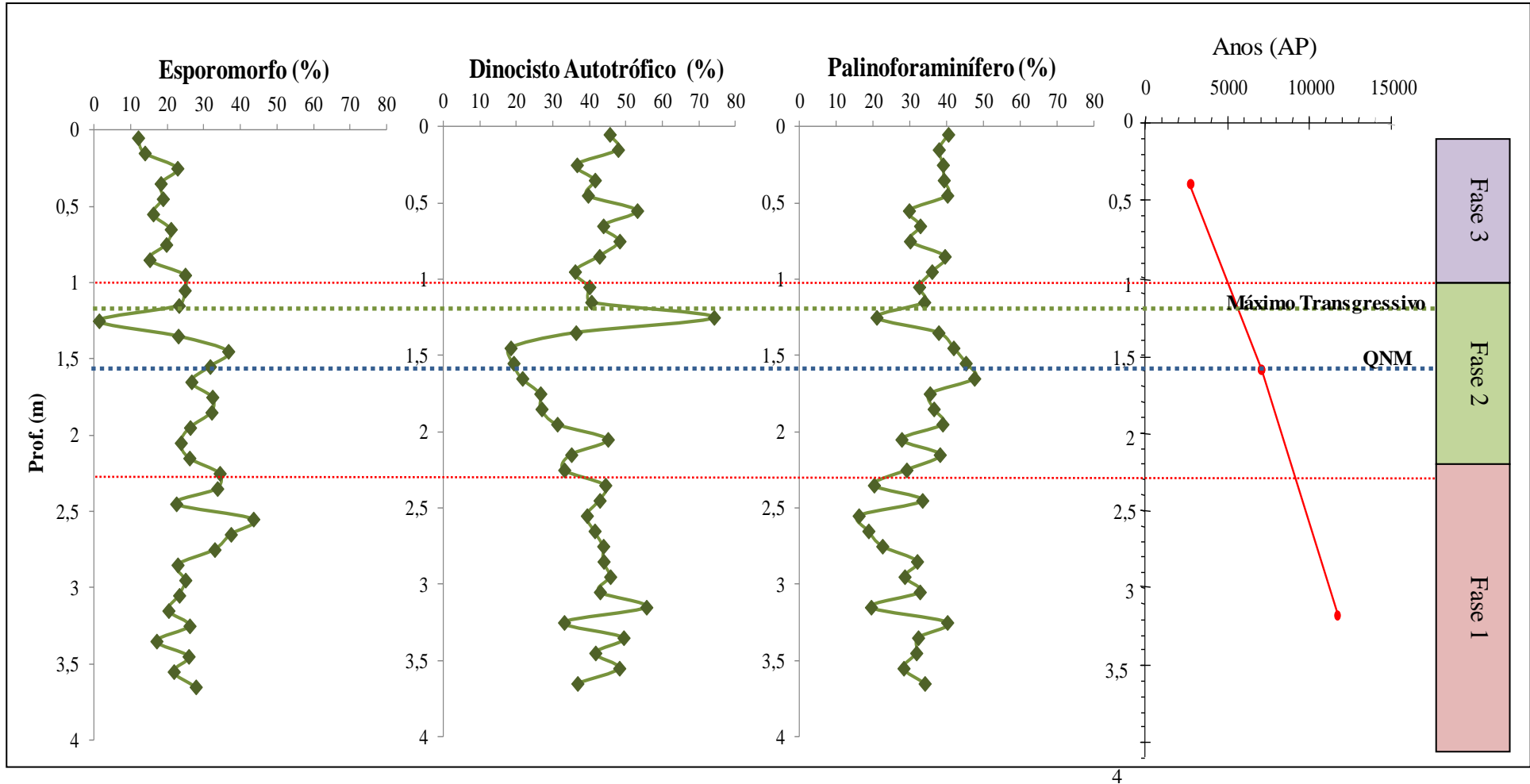


Figura 50. Gráfico de abundância relativa dos palinóforos com os dados geocronológicos, do Testemunho CF-10-01, dividido em Fases. A linha azul representa a queda do Nível relativo do Mar (QNM), por volta de 7000 anos AP, e a linha verde representa o máximo transgressivo, por volta de 5000-5200 anos AP.

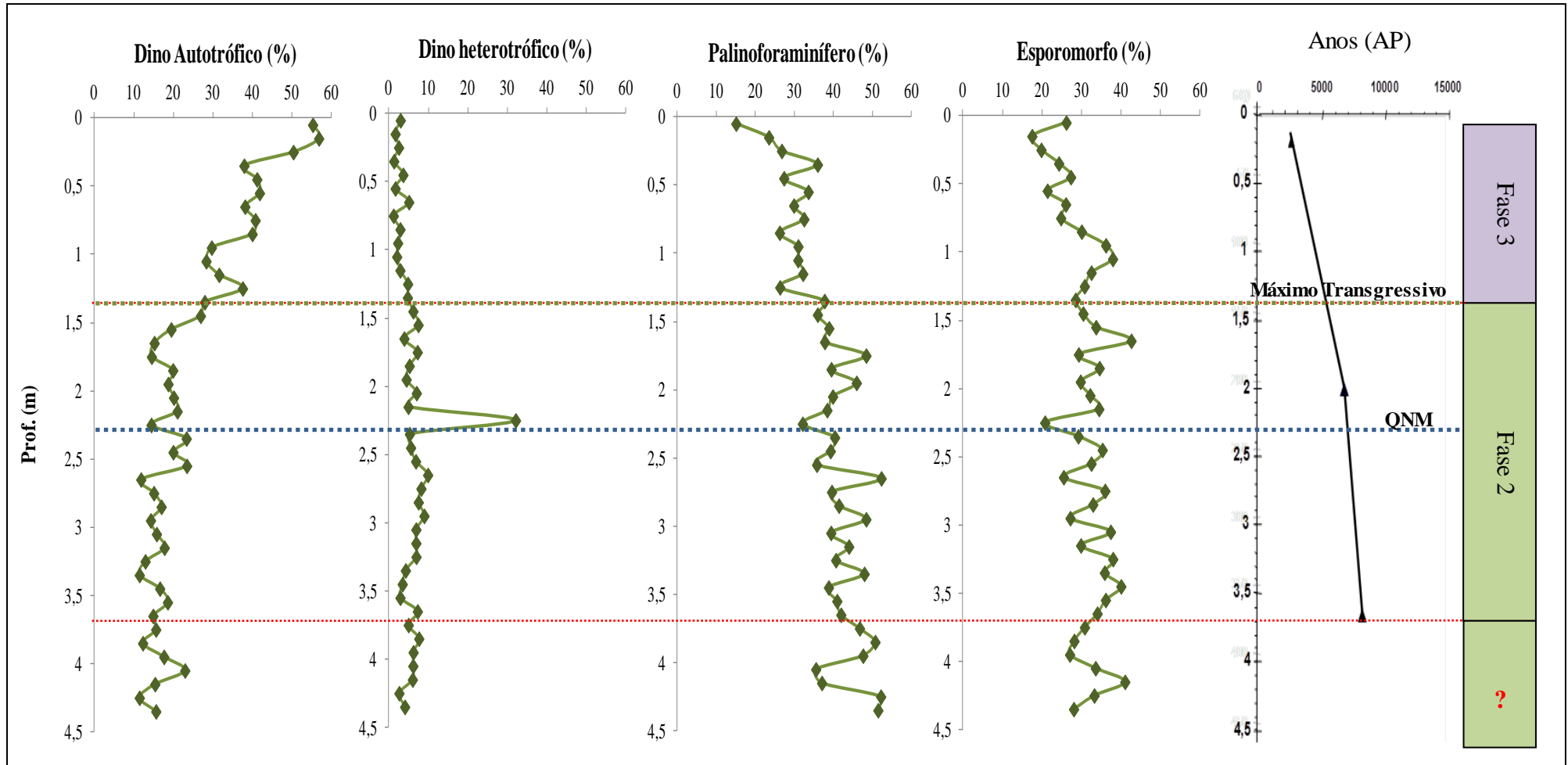


Figura 52. Gráfico de abundância relativa dos palinóforos com os dados geocronológicos, do Testemunho CF-10-15, dividido em Fases. A linha azul representa a queda do Nível relativo do Mar (QNM), por volta de 7000 anos AP, e a linha verde representa o máximo transgressivo, por volta de 5000-5200 anos AP.

9.4 DINOCISTOS

De acordo com Pospelova *et al.* (2008), a variabilidade das assembleias de cistos é bem explicada por dois principais fatores ambientais, sendo estes, produtividade primária e a temperatura da superfície do mar. E as espécies de dinocistos heterotróficos *Brigantedinium* spp., *Echinidinium* spp., *Selenopemphix quanta*, *Quinquecuspis concreta*, *Polykrikos Kofoidii*, *Selenopemphix nephroides* e cistos de *Protoperidinium americanum* são comuns em regiões de alta produtividade, porém de acordo com Zonneveld *et al.* (1997; 2001), espécies heterotróficas possuem uma certa sensibilidade à exposição ao oxigênio.

Fase 1

A **Fase 1**, representada pelas amostras da base do Testemunho CF-10-01 (2,45 – 3,20m), indicou características de águas mais aquecidas, com uma maior influência terrígena. Nesta Fase, foi verificado um maior percentual de *Operculodinium israelianum* e valores percentuais mais baixos de *O. centrocarpum* (que tem preferência por águas mais frias), em relação ao topo, onde há sua maior ocorrência, confirmando as condições de águas mais aquecidas. Ressaltando que *O. centrocarpum*, apesar de ter preferência por águas mais frias, é considerado cosmopolita, de acordo com Marret & Zonneveld (2003), justificando sua predominância ao longo do Testemunho (Figura 53).

Andrade (2008), relata em seu trabalho, que durante o período de 9000 - 13000 anos AP, o nível do mar se apresentava relativamente mais baixo, sugerindo águas mais quentes.

Marret & Zonneveld (2003) e Oliveira (2011) relatam que a maior percentagem de *O. israelianum* é encontrada em águas mais aquecidas, já *O. centrocarpum*, de acordo Vink *et al.* (2000) e Oliveira (2003), apresenta uma maior abundância em águas mais frias.

Nesta Fase os dinocistos heterotróficos, no Testemunho CF-10-01, apresentam valores percentuais mais baixos, sugerindo uma oxidação desses cistos, possivelmente, na coluna d'água, apresentando, desta forma, baixos valores percentuais desses fósseis no sedimento (Figura 54).

Fase 2

Nesta Fase, representada no Testemunho CF-10-01 pelas profundidades de 1,05 – 2,35m, foi possível constatar um pequeno aumento nos valores relativos dos cistos heterotróficos, principalmente de *Polykrikos* spp. (5,88%). A espécie *Echinidinium* spp. (2,95%), ocorre com maiores valores relativos nesta Fase, podendo indicar um aumento na produtividade. Esta porção

apresenta, ainda, uma maior percentagem de *Lingulodinium machaerophorum* (10,54%), destacando que no Testemunho CF-10-15, o percentual dessas espécies, exceto *Polykrikos* spp., é maior.

Andrade (2008) comenta que neste período pode ter ocorrido uma alta produtividade (mais intensa que a fase anterior) induzida pela ressurgência da ACAS, carreando nutrientes para a superfície.

O Testemunho CF-10-15, (2,05 – 3,65m) apresenta resultados semelhantes ao CF-10-01, demonstrando os maiores valores percentuais das espécies heterotróficas *Polykrikos* sp. e *Echinidinium* spp., e a espécie autotrófica *L. machaerophorum* alcançando valores percentuais de até 6,01%, 4,85 % e 32,91%, respectivamente, nesta fase.

Segundo Wall *et al.* (1977), o fitoplâncton é fortemente dependente das disponibilidades de nutrientes, principalmente, de nitrato e fosfato dissolvidos na água marinha. Radi & De Vernal (2004) mencionam que o aumento dos dinocistos heterotróficos em zonas costeiras, parece estar intimamente relacionado com a disponibilidade de presas (por exemplo, diatomácea), que é o resultado da produtividade primária.

Andrade (2008) interpreta este período (5000 – 9000 anos AP) como sendo caracterizado por momentos de ressurgência, com variações na sua intensidade, porém com uma alta produtividade.

A maior ocorrência de *L. machaerophorum* pode estar relacionado ao aporte de micronutrientes fluvial que, segundo Holzwarth *et al.* (2010a), a combinação de condições de ressurgência sazonal e entrada de rios podem apresentar um aumento na abundância relativa desta espécie. Holzwarth *et al.* (2010b) comentam que o aumento na percentagem de *L. machaerophorum* pode estar relacionado, além do aporte de nutrientes, à condições de águas estratificadas.

Essa maior influência fluvial está representada no período em que ocorreu um declínio no nível relativo do mar (por volta de 7000 anos AP), mencionado por Kousman & Costa (1979) e Andrade (2008), favorecendo à ocorrência de *L. machaerophorum*, que teve um maior percentual de ocorrência no testemunho mais proximal (CF-10-15).

As condições apresentadas nesta Fase não são favoráveis à ocorrência de *Operculodinium centrocarpum*, o qual visivelmente apresenta um decréscimo no seu percentual nos dois testemunhos analisados.

Fase 3

A **Fase 3**, representada no CF-10-01 pelas amostras de profundidade de 0,25 – 0,95m, apresenta um decréscimo progressivo nos valores dos cistos heterotróficos e um aumento de *O. centrocarpum*.

O CF-10-15 (0,45 – 2,05m), assim como no CF-10-01, também apresenta uma diminuição nos valores relativos dos dinocistos heterotróficos e uma alta no percentual de *O. centrocarpum*. As espécies do gênero *Polykrikos* apresentam os maiores valores percentuais na base desta fase e um decréscimo em direção ao topo.

Oliveira (2011) comenta que o domínio de *O. centrocarpum* pode estar ligado às condições de águas mais frias, turbulentas e misturadas com uma alta disponibilidade de nutrientes.

Andrade (2008) menciona que neste período (700 -5000 anos AP) a ressurgência ocorre ainda mais fortalecida, com uma produtividade ainda mais intensa, porém não foi observada a predominância de assembleias características de sistemas de ressurgência nos testemunhos estudados, podendo levar a três hipóteses: **1)** as condições ambientais estavam mais favoráveis para o aumento no número de células produtoras do cisto *O. centrocarpum*, inibindo o aumento das demais espécies, possivelmente, devido a predominância de uma espécie considerada, por Dale (2001), potencialmente tóxica; **2)** como foi mencionado anteriormente, devido às condições impostas pelo meio através da ocorrência da ressurgência, considerada de baixa amplitude ou **3)** o decréscimo nos valores relativos das espécies de cistos heterotróficos pode estar ligado a períodos com uma maior concentração de O₂ (ZONNEVELD *et al.*, 1997; 2001) (Figuras 54 e 56).

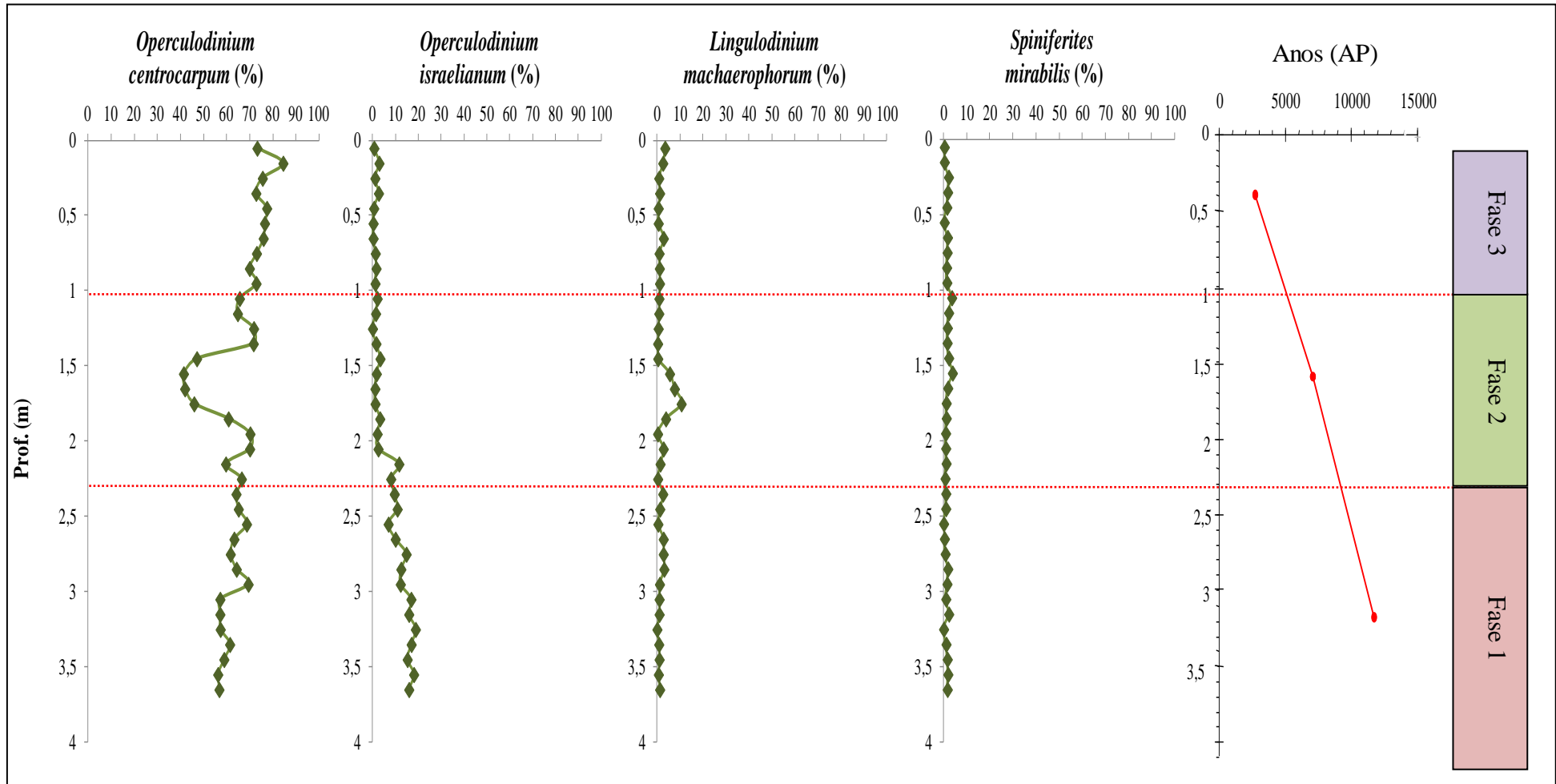


Figura 53. Gráfico de abundância relativa das espécies autotróficas de dinocistos com os dados geocronológicos, do Testemunho CF-10-01, dividido em Fases.

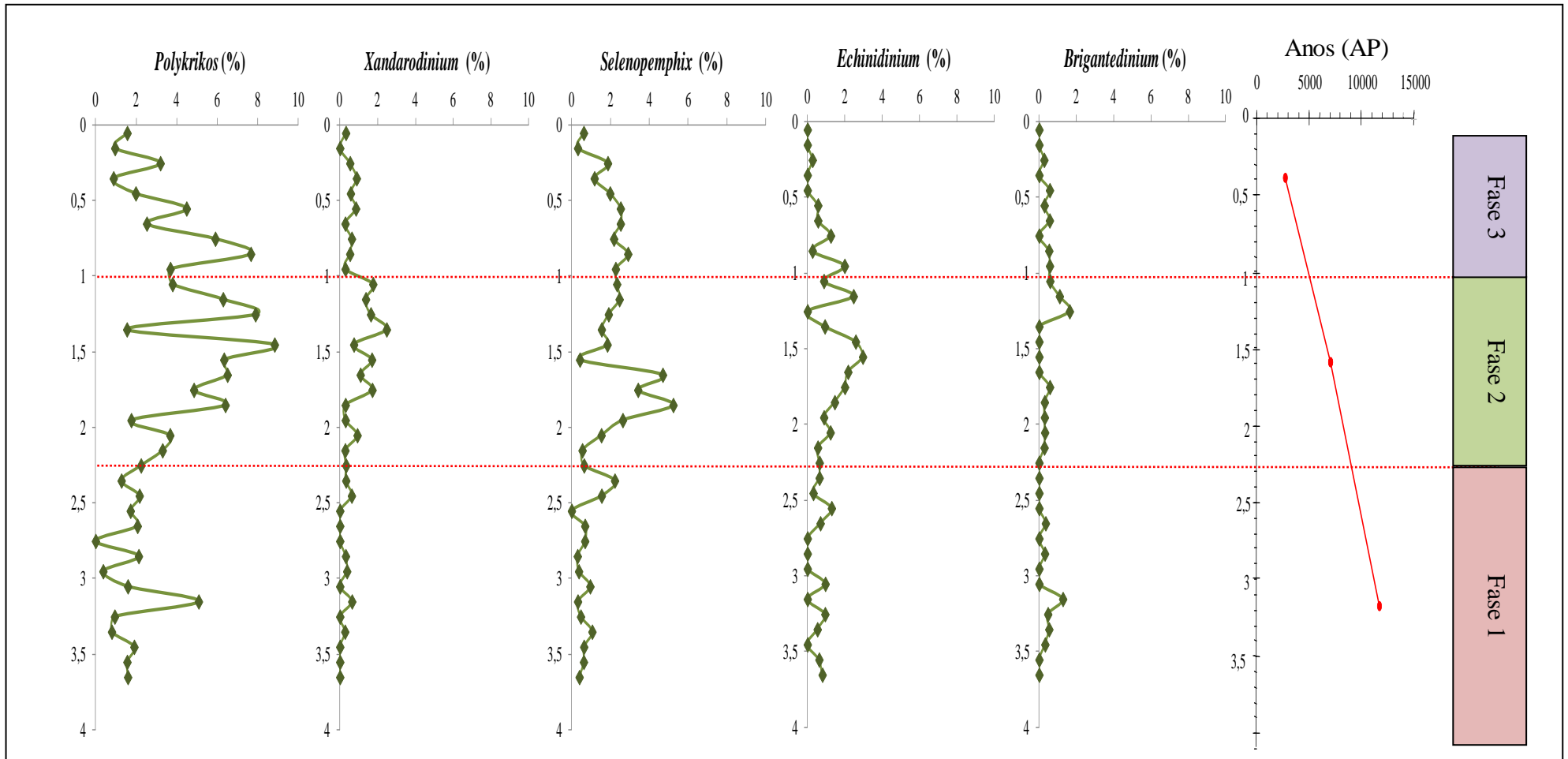


Figura 54. Gráfico de abundância relativa dos gêneros heterotróficos de dinocistos com os dados geocronológicos, do Testemunho CF-10-01, dividido em Fases.

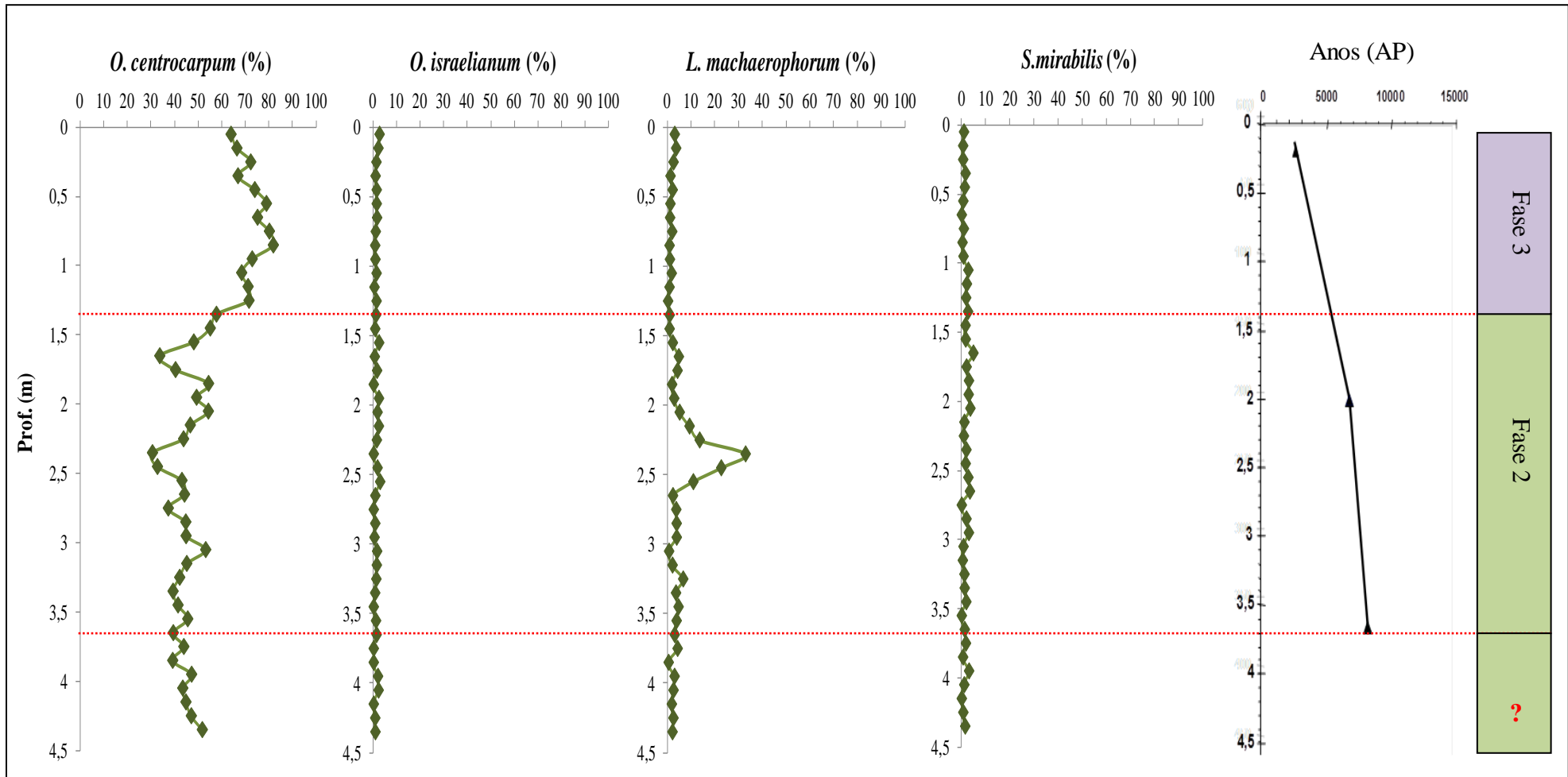


Figura 55: Gráfico de abundância relativa das espécies autotróficas de dinocistos com os dados geocronológicos, do testemunho CF-10-15, dividido em Fases.

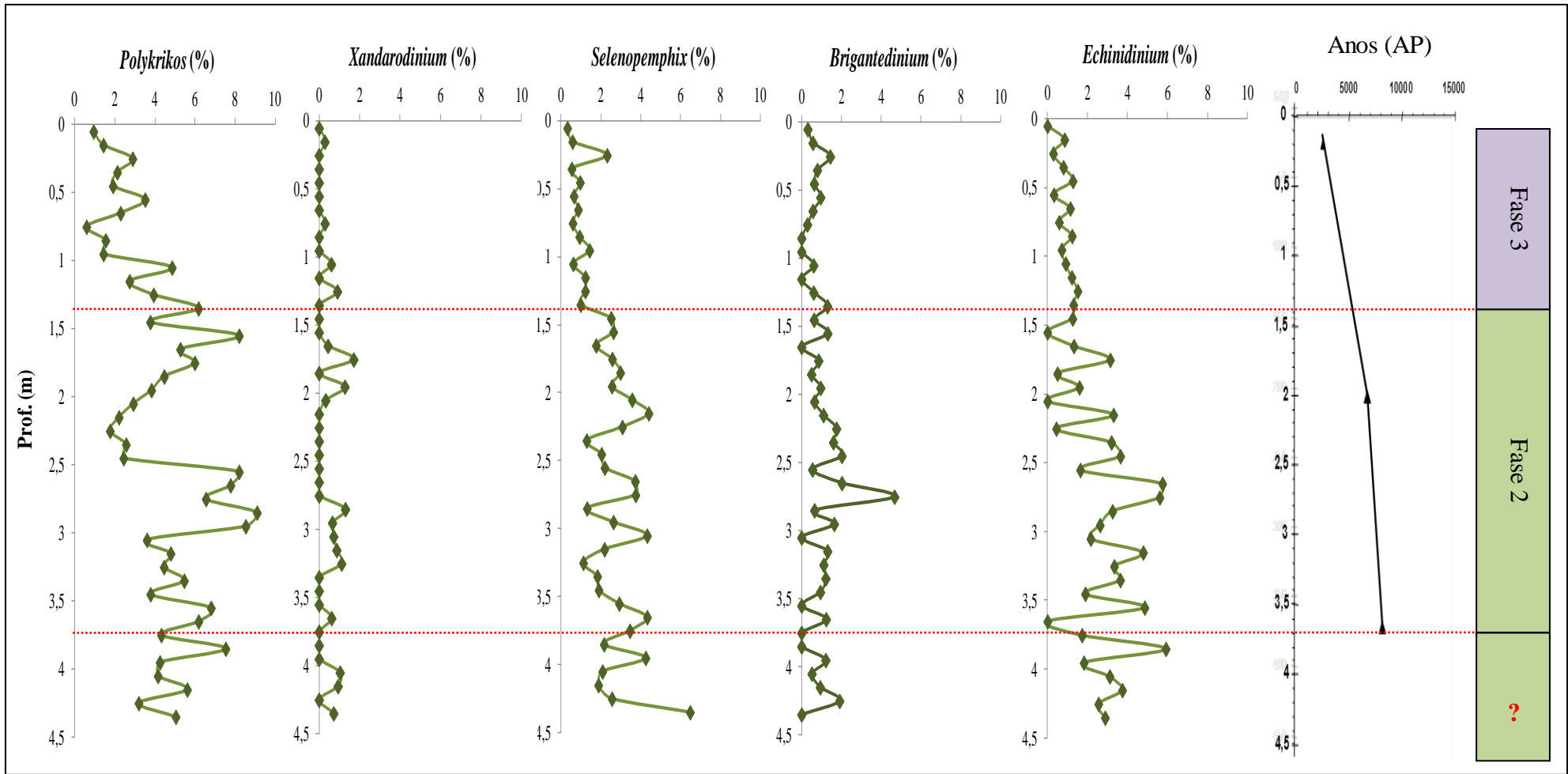


Figura 56: Gráfico de abundância relativa dos gêneros heterotróficos de dinocistos com os dados geocronológicos, do Testemunho CF-10-15, dividido em Fases.

9.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA DE PALINOFÁCIES

9.5.1 Testemunho CF-10-01

De acordo com as análises estatísticas do Testemunho CF-10-01 foi possível subdividir 3 intervalos e observar quais associações ocorreram em cada um deles.

Intervalo 1 (amostras de 26 a 37 - prof. 2,55 - 3,65m): predominância da Associação representada pelos componentes lenhosos, principalmente, cutículas degradadas.

Este intervalo representa um período (porção inferior da **Fase 1**) com características de nível do mar relativamente mais baixo, com águas mais aquecidas e com influência terrígena, apresentando, desta forma, uma alta energia.

Segundo Tyson (1995), com o aumento da distância e duração do processo de transporte, as partículas tornam-se degradadas, resultando em alteração física e uma redução no seu tamanho.

Nesta Fase, Andrade (2008) menciona que, devido à baixa profundidade e alta energia, possivelmente, a matéria orgânica sofreu oxidação ainda na coluna d'água, levando a baixos teores de COT, o que corrobora com os resultados da base do CF-10-01, que apresenta o predomínio de componentes lenhosos, com teores de COT mais baixos e poucos dinocistos heterotróficos.

Intervalo 2 (amostras de 16 a 25 - prof. 1,55 - 2,45 m): composto pelas Associações **B** (MOA), **D** (componentes lenhosos) e **A** (esporomorfos), sendo a primeira Associação predominante. O Grupo MOA está representado por MOA homogênea exibindo coloração de fluorescência variando de marrom ao laranja fraco. Este intervalo compreende a porção superior da Fase 1 e a porção inferior da Fase 2.

Tyson (1987, 1993) diz que o alto percentual de MOA fluorescente reflete a alta preservação com condições redutoras e de baixa energia.

Este intervalo sugere depósitos sob condições de coluna d'água mais elevada e de baixa energia, em relação ao intervalo anterior.

Intervalo 3 (amostras de 1 a 24 - prof. 0,05 - 1,45m): é composto pelas Associações **B** (MOA) e **C** (dinocistos e palinoforaminíferos), sendo que o primeiro grupo ocorre com o maior valor percentual, seguido de dinocistos, sugerindo nível do mar relativamente mais alto e de baixa energia.

De acordo com Tyson (1993), esse alto percentual de MOA fluorescente indica, além do aumento do grau de preservação, uma sedimentação afastada da área fonte dos componentes terrestres. Tyson (1984) diz que a percentagem de dinocistos aumenta em direção offshore.

9.5.2 Testemunho CF-10-15

De acordo com as análises estatísticas, o Testemunho CF-10-15 foi dividido em 6 intervalos e 3 associações.

Intervalo 1 (amostras 19 a 44 – prof. 1,85 - 4,35m): intervalo representado pelas Associações A (MOA homogênea fluorescente) e C (esporomorfo e matéria orgânica lenhosa), sendo o grupo MOA mais representativo, seguido dos componentes lenhosos.

Tais características refletem condições de um ambiente deposicional de baixa energia e baixas concentrações de oxigênio, apresentando alguns períodos de maior energia, com um aumento no aporte de componentes terrígenos, representado pelo aumento de cutícula. Este intervalo apresenta características semelhantes ao anterior, tendo maior influência de componentes lenhosos.

Tyson (1984, 1993) menciona que sob condições de baixo oxigênio, onde as condições são ideais para preservação de MOA, a matéria orgânica lenhosa somente domina nas proximidades de aporte fluvio-deltaico ou em áreas de atividades de redeposição.

Intervalo 2 (amostras 17 e 18 – prof. 1,65 – 1,75m): composto pelas Associações A, B e C, representado por MOA homogênea fluorescente, dinocistos, palinoforaminíferos, fitoclastos não-opacos bioestruturados, cutículas, fitoclastos bioestruturados, esporomorfos e fitoclastos opacos. Neste intervalo, o Grupo MOA continua predominando, porém esta Associação (A) apresenta os menores valores percentuais. Este intervalo corresponde à Fase 3, possivelmente caracterizado como sendo depósitos de nível do mar relativamente mais alto ou períodos de clima mais seco, porém com variações de energia.

A Associação A, composta exclusivamente por MOA, predomina neste intervalo e, segundo Tyson (1993; 1995), sugere uma sedimentação mais afastada da área fonte dos componentes terrestres e as partículas de cutículas degradadas, indicam um depósito distante da flora mãe, tornando-as alteradas (degradadas).

Powell *et al.* (1990) relatam que a alta abundância de palinoforaminíferos, em relação ao número de micoplâncton, pode ser um reflexo indireto de sedimentação associada a ambientes disóxico-anóxico. De acordo com Oliveira (2011), o aumento no percentual dos palinoforaminíferos, pode sugerir um aumento na concentração de nutrientes.

Intervalo 3 (amostras 11 a 16 – prof. 1,05 – 1,55m): é composto pelas Associações **A** e **C**. Este intervalo apresenta características semelhantes ao intervalo 1, com períodos de maior ou menor energia representados pela alternância entre os Grupos Fitoclasto e MOA. Este período corresponde à Fase 3.

Intervalo 4 (amostra 10 – prof. 0,95m): composto apenas pela Associação **A**, representada por MOA, que neste intervalo, é a Associação predominante, enquanto que as demais Associações, apresentam baixos valores percentuais. Este intervalo apresenta características de um ambiente deposicional sob condições de nível do mar mais alto, de baixa energia e de condições redutoras, com um baixo aporte terrígeno.

Segundo Powell *et al.* (1990) comumente, o predomínio de MOA em sistemas de ressurgências, indica depósitos sedimentares sob condições disóxicas.

Intervalo 5 (amostra 9 – prof. 0,85m): formado pelas Associações **A** e **C**. O grupo MOA e as cutículas (sendo estas degradadas), apresentam os maiores valores percentuais. Este intervalo apresenta características semelhantes aos intervalos 1 e 3.

Intervalo 6 (amostras 1 a 8 – prof. 0,05 – 0,75m): constituído pela associação **A**, representado por elevados valores percentuais de MOA, sendo este intervalo semelhante ao 4, apresentando as mesmas condições paleoambientais.

9.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS PALINOMORFOS

9.6.1 Testemunho CF-10-01

Através da análise estatística dos resultados gerados a partir da contagem dos palinomorfos, do Testemunho CF-10-01, foram definidos 8 Intervalos e 3 Associações.

Intervalo 1 (amostras de 29 a 37 - prof. 2,85 - 3,65m): apresenta as Associações **A**, composta por dinocistos autotróficos e **B**, por dinocistos hetrotróficos e palinoforaminíferos.

Este intervalo corresponde à Fase 1, corroborando com a hipótese de um depósito sob condições de nível do mar relativamente mais baixo ou períodos de clima mais úmido, com aporte de nutrientes, aumentando, desta forma, o fitoplâncton que, conseqüentemente, acarretou o aumento dos organismos consumidores. A água rica em nutrientes (nitrogênio e fósforo), turva e saturada em sílica, pode provocar florações de fitoplâncton 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, 1999).

Intervalo 2 (amostras de 26 a 28 - prof. 2,55 – 2,75m): composto pelas Associações **A** (dinocistos autotróficos) e **C** (esporomorfos). Neste intervalo foi observado um decréscimo nas espécies de dinocistos autotróficos, porém estas continuam predominando.

Este intervalo corresponde ainda, à Fase 1, sugerindo, até então, depósitos sob condições de ambiente de alta energia, nos quais condizem, com nível do mar relativamente mais baixo ou um período de clima úmido. De acordo com as associações representadas neste intervalo, pode-se inferir uma influência continental através de um aporte fluvial. Valentin *et al.* (1978) comenta que a região de Cabo Frio, sob condições de ventos NE, pode ser influenciada pelos rios Paraíba do sul, São João e Macaé.

Intervalo 3 (amostra 25 – prof. 2,45m): é formado pelas Associações **A** e **B**. Neste intervalo ocorrem os maiores valores relativos de dinocistos autotróficos (Associação **A**), o que sugere águas mais ricas em nutrientes e, de acordo com Wall *et al.* (1977), o fitoplâncton são ativamente dependentes de nutrientes disponíveis na coluna d'água, sobretudo nitrato e fosfato dissolvidos, assim como, o fator luminosidade.

Este intervalo abrange à porção superior da Fase 1 e às Fase 2 e 3, compreendendo o momento em que começa a ocorrer uma diminuição na energia do meio.

Intervalo 4 (amostras de 23 e 24 - 2,25 – 2,35%): intervalo composto pelas Associações **A** e **C**. Nesta porção, ocorre o predomínio do Grupo Palinomorfo representado pelos dinocistos autotróficos, seguidos de esporomorfos. Este intervalo apresenta características semelhantes ao intervalo 2.

Intervalo 5 (amostras de 20 a 22 - prof. 1,95 – 2,15m): composto pelas Associações **B** e **A**, o intervalo 5 apresenta um alto percentual de palinoforaminíferos, seguido de dinocistos autotróficos.

Este intervalo sugere águas ricas em nutrientes que, conseqüentemente, desencadeou o aumento dos organismos consumidores. Conforme Demaison & Moore (1980), o principal fator limitante para o aumento da biomassa, além da luminosidade, é a disponibilidade de nutrientes, principalmente nitrato e fosfato, que é pouco disponível na zona eufótica.

Intervalo 6 (amostras de 15 a 19 - prof. 1,45 – 1,85m): composto pelas Associações **B** e **C**. Neste intervalo os palinoforaminíferos ocorrem com valores percentuais altos, seguido dos componentes continentais, representados pelos esporomorfos (24,56 – 33,43%).

Por volta de 7000 anos AP, Kousman & Costa (1979) e Andrade (2008) relatam que ocorreu uma queda do nível relativo do mar. Esta idade corresponde a amostra de profundidade 1,55m. Sendo assim, esta porção pode sugerir nível do mar relativamente mais baixo, corroborando com Melia (1984), que diz que a abundância de palinoforaminífero diminui com o aumento da lâmina d'água já que, estes se originam mais de foraminíferos bentônicos que planctônicos.

Além disso, este intervalo sugere um maior aporte terrígeno, seguido de um aumento nas concentrações de nutrientes e, conseqüentemente, o aumento dos organismos consumidores.

Intervalo 7 (amostra 14 – prof. 1,35m): este intervalo é constituído pelas Associações **B** e **A**, com predominância dos zoomorfos, representados pelos palinoforaminíferos, seguidos dos componentes marinhos, representados por dinocistos autotróficos. Este intervalo apresenta características análogas ao intervalo 5.

Intervalo 8 (amostras de 1 a 13 - prof. 0,05 – 1,25m): composto pelas Associações **A** e **B**. Neste intervalo, os dinocistos autotróficos são mais representativos, apresentando valores percentuais variando entre 34,19 – 68,25%, seguido de palinoforaminíferos (19,29 – 40,13%). Este intervalo apresenta características semelhantes aos intervalos 1 e 3.

9.6.2 Testemunho CF-10-15

Através da análise estatística dos resultados da contagem dos palinomorfos, do Testemunho CF-10-15, foi possível observar 3 intervalos e 2 associações.

Intervalo 1 (amostras de 23 a 44 – prof. 2,25 – 4,35m): intervalo constituído pelos maiores valores percentuais da Associação **B**, representada, principalmente, pelos palinoforaminíferos, seguido de dinocistos heterotróficos e esporomorfos. Este intervalo corresponde à Fase 2.

Nesta porção é possível inferir uma maior influência fluvial promovendo um aumento da disponibilidade de nutrientes. Essas águas ricas em nutrientes dissolvidos e turvas ocasionam o aumento dos organismos consumidores (GAINS & TAYLOR, 1984; MATSUOKA, 1987).

Intervalo 2 (amostras de 4 a 22 – prof. 0,35 – 2,15m): composto pelas Associações **B** (palinoforaminíferos, dinocistos heterotróficos e esporomorfos) e **A** (dinocistos autotróficos), sendo a Associação **B** a mais representativa, indicando um intervalo semelhante ao anterior, com a diferença que antes as águas pareciam mais turvas, impedindo o aumento das espécies autotróficas.

Neste intervalo, que abrange principalmente a Fase 3, parece ter ocorrido uma variação entre períodos de maior ou menor energia. Os palinoforaminíferos são os que apresentam o maior predomínio neste intervalo, intercalando com os dinocistos autotróficos, sugerindo uma alternância nas condições ambientais, entre águas mais turvas com maior disponibilidade de nutrientes e águas menos turvas, tendendo às condições oligotróficas.

De acordo com Dale (2001) o aporte de nutrientes por descargas fluviais e/ou a ocorrência de ressurgência pode provocar ocorrência de florações.

Intervalo 3 (amostras de 1 a 3 – prof. 0,05 – 0,25m): intervalo representado, somente, pela Associação **A**, que apresenta os maiores valores percentuais de dinocistos autotróficos.

Este intervalo corresponde à porção superior da Fase 3. Nesta porção foi difícil observar as variações que se sucedem entre os palinomorfos, devido ao curto intervalo.

9.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DINOCISTOS

9.7.1 Testemunho CF-10-01

Os resultados estatísticos de dinocistos do Testemunho CF-10-01 evidenciaram 4 intervalos e 4 associações.

Intervalo 1 (amostras de 1 a 3 – prof. 3,05 – 3,65m): constituído pelas Associações **D** (*Spiniferites bulloideus* e *O. centrocarpum*) e **B** (*Operculodinium israelianum*), sendo predominante a associação **D**, representada, principalmente, por *O. centrocarpum* que, apesar de apresentar variações nos seus valores percentuais, predomina ao longo de todo o testemunho, porém não apresenta seus maiores valores de ocorrência neste intervalo.

Neste intervalo, o alto percentual de *O. israelianum*, juntamente com os resultados de palinofácies, pode indicar depósitos sob condições de nível relativo do mar mais baixo, apresentando águas mais aquecidas e ricas em nutrientes. Esta porção corresponde à Fase 1.

De acordo com Marret & Zoneveld (2003), *O. israelianum* tem preferência por águas mais aquecidas e mais salinas.

Intervalo 2 (amostras de 19 a 30 – prof. 1,85 – 2,95m): neste intervalo estão representadas as Associações **D** (*Spiniferites bulloideus* e *O. centrocarpum*), **B** (*Operculodinium israelianum*) e ocorrência da associação **C** (*Brigantedinium cariacense*, *Selenopemphix nephroides* e *S. quanta*). Este intervalo, correspondente à porção superior da Fase 1 e à porção inferior da Fase 2, é análogo ao anterior, ocorrendo apenas, um aumento das espécies heterotróficas que indicam aumento na disponibilidade de nutrientes.

Intervalo 3 (amostras de 15 a 18 – prof. 1,45 – 1,75m): composto pelas Associações **D** e **A**, sendo esta última representadas por *Xandarodinium xanthum*, *Spiniferites mirabilis*, *S. hyperacanthus* e *Lingulodinium machaerophorum*.

Neste intervalo, representante da Fase 2, ocorre influência continental, observada com o aumento do grupo fitoclasto, juntamente com o aumento de *L. machaerophorum*, sugerindo maior influência fluvial, apresentando depósitos de águas mais estratificadas. Holzwarth *et al.* (2010b) confirmam que a abundância relativa de *L. machaerophorum* pode estar relacionado ao aporte de micronutrientes fluviais combinados com condições de água sazonalmente estratificada.

Intervalo 4 (amostras de 1 a 14 – prof. 0,05 – 1,35m): intervalo constituído pelas Associações **D** e **A**. Neste intervalo a Associação **D** composta por *O. centrocarpum* e *S. bulloideus* exibe os maiores valores percentuais em relação aos demais intervalos.

Este intervalo abrange a porção superior da Fase 2 e a Fase 3. O aumento de *O. centrocarpum* pode sugerir um intervalo de depósitos sob condições de nível do mar mais elevado e de águas mais frias. Essas condições de águas mais frias pode indicar uma maior influência da ACAS.

9.7.2 Testemunho CF-10-15

Os dados estatísticos gerados a partir dos resultados de dinocistos, do Testemunho CF-10-15, indicaram 3 intervalos e 5 associações.

Intervalo 1 (amostras 27 a 44 – Prof. 2,65 – 4,35m): reuniu as associações **E** (*O. centrocarpum*), **B** (*Selenopemphix quanta*, *Spiniferites bulloideus*, *Brigantedinium cariacense* e *Polykrikos kofoidii*) Este intervalo apresenta os mais baixos valores de ocorrência de *O. centrocarpum* com relação aos demais intervalos, porém esta continua predominando.

Neste intervalo, correspondente à Fase 2, *O. centrocarpum* apresenta altos valores percentuais, podendo sugerir águas mais frias e com uma alta disponibilidade de nutrientes, favorecendo, desta forma, algumas ocorrências de cistos heterotróficos.

Vilanova *et al.*, (2008) comentam que a elevada abundância de *O. centrocarpum*, como uma influência de águas plataformais, associados à ocorrência de heterotróficos, pode indicar uma influência de águas *inshore* (costeiras) influenciada pelo aumento de nutrientes.

Intervalo 2 (amostras 16 a 26; prof. 1,55 – 2,55m): representado pelas associações **E, C, B, D**, constituído por *O. centrocarpum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Selenopemphix nephroides*, *Spiniferites hyperacanthus*, *Xandarodinium xanthum* e *O. israelianum*. Este intervalo apresenta características de alternância de condições paleoambientais, com períodos de águas, possivelmente estratificadas e períodos de águas mais frias e misturadas, observada através das espécies predominantes

Intervalo 3 (amostras 1 a 15 – prof. 0,05 – 1,45m): composto pela associação **E**, onde *O. centrocarpum* apresenta seus maiores valores percentuais. Este intervalo correspondente à Fase 3.

De acordo com Oliveira (2011) o predomínio de *O. centrocarpum* e decréscimo das demais espécies pode indicar condições de águas mais turbulentas, mais frias e maiores concentrações de nutrientes.

10 ASSEMBLEIAS DE DINOCISTOS EM SISTEMAS DE RESSURGÊNCIA

Ao realizar os estudos com dinocistos nos dois testemunhos (CF-10-01 e CF-10-15) da região de Cabo Frio, foi possível observar que as assembleias de cistos de dinoflagelados responderam de forma diferente dos demais sistemas de ressurgência que, possivelmente, está ligado às variações deste fenômeno.

Smayda (2010) comenta que a ressurgência não é um fenômeno invariável, ela ocorre como uma série de episódios, separados e recorrentes.

As assembleias de dinocistos encontradas neste sistema de ressurgência são compostas por espécies dos gêneros: *Operculodinium centrocarpum*, *O. israelianum*; *Spiniferites mirabilis*, *S. hyperacanthus*, *S. bulloideus*; *Lingulodinium machaerophorum*; *Tuberculodinium vancampoae*; espécies de *Impagidinium*; *Selenopemphix nephroides*, *S. quanta*; *Brigantedinium cariacense*, *B. simplex*; espécies de *Echinidinium*; *Protoperidinium nudum*, *P. americanum*; *Polykrikos schwartzii*, *P. kofoidii* e *Xandarodinium xanthum*.

Holzward *et al.* (2010b) comentam que assembleias de cistos de dinoflagelados, comumente encontradas em proximidades de ressurgência, são representadas principalmente por *Brigantedinium* spp.; *Echinidinium* spp.; *E. aculeatum* e *E. transparentum*. Marret (1994) relata que encontrou altas concentrações de cistos de *Polykrikos kofoidii* em área de ressurgência ao longo da costa de Gana.

As espécies mencionadas, por Holzward *et al.* (2010b) e Marret & Zonneveld (2003), como sendo abundantes em ambiente de ressurgência, nos testemunhos estudados apresentam um baixo percentual, sugerindo ambiente sob ação do oxigênio. De acordo com Zonneveld *et al.* (1997; 2001), esses cistos parecem ser bastante sensíveis à ação do O₂.

O Testemunho CF-10-01 (plataforma externa) apresenta os valores percentuais mais baixos de dinocistos heterotróficos, enquanto, o Testemunho CF-10-15 (plataforma interna) apresenta valores percentuais mais elevados de dinocistos heterotróficos, em relação ao testemunho distal.

Radi & De Vernal (2004) relatam que a produtividade, geralmente ligada à ressurgência, constitui o principal parâmetro para controlar o padrão de distribuição das assembleias de dinocistos em uma escala regional.

Ao longo dos dois testemunhos analisados, foi observado um aumento gradativo no percentual de *O. centrocarpum*, sendo esta espécie a predominante, indicando águas mais frias, com altas

concentrações de nutrientes e de O₂. Tais características refletem as condições de ressurgência da ACAS.

Mudie *et al.* (2001), em estudo com material do Mar Negro e de Mármara, mencionam que *O. centrocarpum* parece ser mais tolerante à baixa temperatura da superfície da água.

Alguns trabalhos relatam sobre o aumento do fitoplâncton, durante um curto intervalo de tempo (menos de 24h), nos períodos de ressurgência na região de Cabo Frio. Durante este evento, a temperatura da superfície do mar (TSM) diminui para 15°C e a concentração de nutrientes (principalmente nitrato) tem um aumento em torno de 10-12µM (VALENTIN, 1984; VALENTIN *et al.*, 1985; CARBONEL & VALENTIN, 1999).

11 CONCLUSÃO

Os dinocistos apresentaram valiosas informações relacionadas às condições deposicionais, respondendo de forma diferente nessa região, caracteristicamente tropical.

Através da junção dos resultados de COT, palinofácies e dos palinomorfos, em especial os dinocistos, dos Testemunhos CF-10-01 e CF-10-15, foi possível concluir que:

- Os dados de palinofácies dos Testemunhos apresentaram um maior percentual do Grupo Fitoclasto no CF-10-01 (mais distal) em relação ao CF-10-15 (mais proximal), sugerindo o transporte desses componentes continentais através de paleocanais ou por correntes superficiais;
- A ocorrência do Grupo Fitoclasto (cutícula degradada) indica um maior aporte fluvial, em ambiente de alta energia e alta concentração de O₂, coincidindo com períodos de menor ocorrência das assembleias de dinocistos heterotróficos;
- O Testemunho mais proximal (CF-10-15) sugere períodos característicos de armadilha sedimentar, composto, predominantemente, por matéria orgânica amorfa;
- Em direção ao topo, os resultados demonstraram um aumento no nível relativo do mar, ocorrendo uma queda em torno de 7000 anos AP, observado através do aumento dos componentes continentais;
- Por volta de 5000-5200 anos AP, os resultados indicaram um aumento no nível relativo do mar, observado através do decréscimo do Grupo Fitoclasto e o aumento do Grupo MOA e dos componentes marinhos;
- As maiores ocorrências de *O. centrocarpum* podem sugerir maior influência da ressurgência da ACAS, já que esta espécie tem preferência por águas mais frias, ricas em nutrientes, turbulentas e oxigenadas, características desta massa d'água;
- Os dois Testemunhos estudados apresentaram um aumento no percentual de *O. centrocarpum*, em direção ao topo, sugerindo um aumento na intensidade da ressurgência;
- As mais baixas ocorrências de *O. centrocarpum* indicam um ambiente sob condições de temperatura da água mais aquecida ocorrendo, desta forma, um aumento das espécies heterotróficas;

➤ A assembleia composta pelos dinocistos heterotróficos *Polykrikos kofoidii*, *P. schwartzii*, *Selenopemphix nephroides*, *S. quanta*, *Echinidinium* spp., *Protoperidinium americanum*, *P. nudum*, *Brigantedinium cariacense*, *B. simplex*, *Xandarodinium xanthum*, *Stelladinium* spp., em geral, indica períodos de maior produtividade, porém o baixo percentual destas espécies nos dois Testemunhos pode indicar uma alta concentração de O₂ na água.

12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E.C.; PONZI, V.R. 1984. Características morfológico-sedimentares da plataforma continental e talude superior da margem continental sudeste do Brasil. **XXXVIII Congresso Brasileiro de Geologia**. p.1629-1642.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). 2008. Standard test method for Sulfur in the analysis sample of coal and coke using high-temperature tube furnace combustion methods ASTM 4239. Available on <http://engineers.ihc.com/documents/abstract/NWETIBA>.
- ANDERSON, D.M. 1984. Shellfish toxicity and dormant cysts. In: Ragelis, E.P. (ed). Toxic dinoflagellate blooms. Seafood toxins. **American Chemical Society Symposium**, 262, p.125-138
- ANDRADE, M.M. 2008. Paleoprodutividade costeira na região de Cabo Frio, Rio de Janeiro, ao longo dos últimos 13.000 anos cal AP. Universidade Federal Fluminense. **Tese de Doutorado em Geociências, 275p.**
- ARAI, M.; LANA, C.C. 2011. Dinoflagelados. In: Carvalho, I.S (ed.). **Paleontologia**, 2, 137-166, Rio de Janeiro.
- ARMSTRONG, H.A.; Brasier, M.D. 2005. Microfossils. Blackwell Publishing, second edition, pp.296.
- 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.
- BERGER, W.H.; WEFER, G.; RICHTER, C.; LANGE, C.B.; GIRAUDEAU, J.; HERMELIN, O.; PARTY, S.S. 1998. The Angola Benguela upwelling System: Paleooceanographic synthesis of shipboard results from Leg 175. In: Wefer, G., Berger, W.H., Richter, C. et al. (Eds.), Proceedings of the Ocean Drilling Program Initial Reports. Ocean Drilling Program, College Station, TX, p. 505-531.
- BRENNER, W.W.; BIEBOW, N. 2001. Missing autofluorescence of recent and fossil dinoflagellate cysts – an indicator of heterotrophy? N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 219, 229-240.
- BORDENAVE, M.L.; ESPITALIÉ, J. 1993. Elemental composition of kerogens. In: Bordenave, M.L. (ed.). Applied Petroleum Geochemistry, Editions Technip, Paris, p.217-279.
- BOSTICK, N.H. 1971. Thermal alteration of clastic organic particles as an indicator of contact and burial metamorphism in sedimentary rocks. **Geoscience and Man**, 3, 83-92.

- BOTSFORD, L.W.; LAWRENCE, C.A.; DEVER, E.P.; HASTINGS, A.; LARGIER, J. 2006. Effects of variable winds on biological productivity on continental shelves in coastal upwelling systems. **Deep-Sea Research II**, 53, 3116–3140.
- BURLS, N.; REASON, C.J.C. 2008. Modelling the sensitivity of coastal winds over the Southern Benguela upwelling system to different SST forcing. **Journal of Marine Systems**, 74, 561–584.
- CARBONEL, C.A.A.H 1998. Modelling of upwelling in the coastal area of Cabo Frio (Rio de Janeiro- Brazil). **Rev. Bras. Oceanogr.**, n.46 (1), p.1-17.
- CARBONEL H.C.A.A.; VALENTIN, J.L. 1999. Numerical modelling of phytoplankton Bloom of the upwelling ecosystem of Cabo Frio (Brazil). **Ecological Modelling**, 116, 135-148.
- CARBONEL, C.A.A.H. 2003. Modelling of upwelling–downwelling cycles caused by variable wind in a very sensitive coastal system. **Continental Shelf Research**, 23, 1559-1578.
- COMBAZ, 1964. Les Palynofacies. *Revue de Micropaléontologie*, 7:205-208. CARVALHO, G. A., CABRAL, A. P.; FERNANDEZ, M. A. S. 2003. Correlação entre o Campo de Vento Médio e um Índice que Define a Intensidade da Ressurgência na Região do Cabo Frio (23°S / 42° Através da Análise de Dados Orbitais (QUIKSCAT / AVHRR). Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, 05 - 10 abril 2003, INPE, p. 1509 - 1514.
- 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 p.
- CHANG, Y. 1967. Accuracy of fossil percentage estimation. **Journal of Paleontology**, 41, 500-502.
- 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 Ría de Vigo. **Rev. Harmful Algae**, 2, 770-781.
- DALE, B. 1976. Cyst formation, sedimentation, 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* (Fryxell, G.A., editor), Cambridge University Press, p.69-134.
- DALE, B. 1996. Dinoflagellates cyst ecology: modeling and geological applications. *In: Jansonius, J. & McGregor, D. C. (Eds.). Palynology: Principles and Applications*. AASP Foundation, 3: 1249-1275.

- DALE, B. 2001. The sedimentary Record of dinoflagellate cysts: looking back into the future of phytoplankton blooms. **Scientia Marina**, 65, 257-272.
- DEMAISON, G.J.; MOORE, G.T. 1980. Anoxic environments and oil source bed genesis. **The American Association of Petroleum Geologists Bulletin**, 64, 1179-1209.
- DES COMBES, H. J. CAULET, J. P. TRIBOVILLARD, N. 2005. Monitoring the variations of the Socotra upwelling system during the last 250 kyr: A biogenic and geochemical approach. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 223 (2005) 243– 259
- DE VERNAL, A.; MARRET, F. 2007. Organic-walled dinoflagellate cysts: tracers of Sea-surface conditions. **Developments in Marine Geology**, 1, 371-408.
- DIAS, G.T.M.; PALMA, J.J.C.; PONZI, V.R.A. 1982. A matéria orgânica no Quaternário da margem continental entre Rio de Janeiro e Guarapi. Rio de Janeiro: PETROBRAS-CENPES-UFRJ-LAGEMAR-UFF (Relatório Final).
- DINO, R. 1992. Palinologia, bioestratigrafia e paleoecologia da Formação Alagamar, Cretáceo da Bacia Potiguar, Nordeste do Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 299 p.
- DOMINGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT A.C.S.; MARTIN L. 1981. Esquema evolutivo da sedimentação quaternária nas feições deltaicas dos rios São Francisco (SE/AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ). *Revista Brasileira de Geociências*, 11: 227-237.
- 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.
- DUTRA, T.L. 2010. Paleoecologia. *In: Carvalho, I.S (ed.). Paleontologia*, 1: 339-349, Rio de Janeiro.
- EMILSON, I. 1961: The shelf and coastal waters off Southern Brazil. **Bolm. Inst. Oceanogr.**, 17, 101–112.
- EVITT, W.R. 1985. Sporopollenin dinoflagellate cysts: their morphology and interpretation, **American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation**, 333 p.
- FENSOME, R.A.; TAYLOR, F.J.R.; SARJEANT, W.A.S.; WHARTON, D.I.; WILLIAMS, G.L. 1993. A classification of living and fossil dinoflagellates. **Micropaleontology special publication** 7, 351.
- FENSOME, R.A.; RIDING, J.B.; TAYLOR, F.J.R., 1996. Dinoflagellates. *In: Jansonius, J. & McGregor, D.C. (eds.). Palynology: principles and applications. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation* 1, 107-169.

- FUNDAÇÃO DE ESTUDOS E PESQUISAS AQUÁTICAS (FUNDESPA). 2009. Avaliação da biota aquática, consolidação de dados secundários e modelagem hidrodinâmica para subsidiar o licenciamento da expansão do porto em São Sebastião. **RELATÓRIO TÉCNICO: RT – 270709 –ID:** “Síntese de Dados Pretéritos Ambientais para o Canal de São Sebastião (SP)”.
- GAINES, G.; ELBRÄCHTER, M. 1987. Heterotrophic nutrition. *In:* F. J. R. Taylor (ed.), *The Biology of the Dinoflagellates*. Oxford, Blackwell Scientific Publications: 224–268.
- GAINS, G.; TAYLOR, F.J.R. 1984. Extracellular digestion in marine dinoflagellates. **Journal of Plankton Research** 6, 1057-1061.
- GONZALEZ-RODRIGUEZ, E.; VALENTIN, J.L.; ANDRÉ, D.L.; JACOB, S.A. 1992. Upwelling and downwelling at Cabo Frio (Brazil): comparisson of biomass and primary production responses. **Journal of Plakton Research**, 2, 289-306.
- GRAHAM, L.E.; WILCOX, L.W. 2000. *Algae*, Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey. p. 640.
- 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.
- HARLAND, R. 1983. Dinoflagellate cysts in bottom sediments from the North Atlantic Ocean and adjacent seas. **Rev. Palaeontology** 26, 321-387.
- HASHIMOTO, A.T. 1995. Contribuição ao estudo do relacionamento da Palinologia e a Estratigrafia de Sequências. Análise da seção do Cretáceo médio/superior da Bacia de Santos, Brasil. Porto Alegre: Curso de Pós-Graduação em Geociências da UFRGS. 130 P. Dissertação de Mestrado em Geociências.
- HEAD, M.J. 1993. Dinoflagellates, sporomorphs and other palynomorphs from the upper Pliocene St. Erth Beds of Cornwall, Southwestern England. *The Paleontological Society*, 1-62p.
- HEAD, M.J. 1996. Modern dinoflagellates cysts and their biological affinities; *In:* Jansonius, J. & McGregor, D.C. (ed.), *Palynology: principles and applications*; American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Vol.3, p.1197-1248.
- HENRY, R.; NUNES, M.A.; MITSUKA, P.M.; LIMA, N.; CASANOVA, S.M.C. 1998. Variação espacial e temporal da produtividade primária pelo fitoplâncton na represa de Jurumirim (Rio Paranapanema, SP). *Rev. Brasil. Biol.*, n.58 (4), p.571-590.
- HILLAIRE-MARCEL C.; DE VERNAL A.; LUCOTTE M.; MUCCL A.; BILODEAU G.; ROCHON A.; VALLIÉRES S.; WU, G. 1994 - Productivité et flux de carbone dans lamer du Labrador au cours des derniers 40 000 ans. **Canadian Journal of Earth Sciences**, 31, 139-158.

- HÖLL, C.; MÜCKE, S.K.V. 2000. Late Quaternary upwelling variations in the eastern Equatorial Atlantic ocean as inferred from dinoflagellate cysts, planktonic foraminifera and organic carbon content. **Quaternary Research**, n.54, p.58-67.
- HOLZWARTH, U.; ESPER, O.; ZONNEVELD, K. 2007. Distribution of organic-walled dinoflagellate cysts in shelf surface sediments of the Benguela upwelling system in relationship to environmental conditions. **Rev. Marine Micropaleontology** 64, 91–119.
- HOLZWARTH, U.; MEGGERS, H.; ESPER, O.; KUHLMANN, H.; FREUDENTHAL, T.; HENSEN, C.; ZONNEVELD, K.A.F. 2010a. NW African climate variations during the last 47,000 years: evidence from organic-walled dinoflagellate cysts. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** 291, 443–455.
- HOLZWARTH, U.; ESPER, O.; ZONNEVELD, K.A.F. 2010b. Organic-walled dinoflagellate cysts as indicators of oceanographic conditions and terrigenous input in the NW African upwelling region. **Review of Palaeobotany and Palynology**, 159, 35–55.
- HUGGETT, J.; VERHEYE, H.; ESCRIBANO, R.; FAIRWEATHER, T. 2009. Copepod biomass, size composition and production in the Southern Benguela: spatio-temporal patterns of variation, and comparison with other eastern boundary upwelling systems. **Progress in Oceanography**, 83, 197–207.
- HYDE, H.A.; WILLIAMS, D.A. 1945. Palynology. **Nature**, 155-264.
- IMAI, I.; ITAKURA, S.; ITOH, K. 1990. Distribution of diatom resting cells in sediments of Harima-Nada and Northern Hiroshima Bay, the Seto Inland Sea, Japan. **Bull. Coastal Oceanogr**, 28, 75-84.
- JACOBSON D. M.; ANDERSON D. M. 1986. Thecate heterotrophic dinoflagellates: feeding behavior and mechanisms. **Journal of Phycology**, 22, 249-258.
- JAHNKE, R.; ARTHUR, M.A. 1992. Preliminary report of the 1992 Peru margin expedition, Rev. Seaward Johnson cruise, p.10-92.
- JARVIE, D.M. 1991. Total Organic Carbon (TOC) analysis. *In*: MERRIL, R. K. (ed.) Source and Migration processes and Evaluation techniques, Treatise of Petroleum Geology. **American Association of Petroleum Geologists**, Tulsa, p.113-118.
- JEONG, H.J. 1999. The ecological roles of heterotrophic dinoflagellate in marine planktonic community. **Journal of Eukaryotic Microbiology**, 46, 390–396.
- JEONG, H.J.; YOO, Y.D.; KIM, J.S.; KYEONG, 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.
- 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: 47–263.

- JONES, H.L.J.; COCKELL, C.S.; GOODSON, C.; PRICE, N.; SIMPSON, A.; THOMAS, B. 2009. Experiments on mixotrophic protists and catastrophic darkness. **Astrobiology**, 9, 563–571.
- JORGENSEN, B.B. 1977. The sulfur cycle of a coastal marine sediment (Limfjorden, Denmark). **Limnology & Oceanography**, 22, 814–832.
- KOFOID, C.A. 1909. On *Peridinium steini* Jörgensen, with a note on the nomenclature of the skeleton of the Peridinidae. **Archiv für Protistenkunde**, 16, 25–47.
- 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.
- KOUSMANN, R.O.; Costa, M.P.A. 1979. Sedimentação quaternária da margem continental brasileira e das áreas oceânicas adjacentes. In: Projeto REMAC- Evolução sedimentar holocênica da plataforma continental e talude do sul do Brasil. Rio de Janeiro, PETROBRAS, CENPES, DINTEP, p.7–52.
- KUDELA, R.; PITCHER, G.; PROBYN, T.; FIGUEIRAS, F.; MOITA, T.; TRAINER, V. 2005. Harmful algal blooms in coastal upwelling systems. **Oceanography**, 18, 184–197.
- LANA, C.C. 1997. Palinologia e estratigrafia integrada da seção Cenomaniano Médio-Turoniano Inferior da porção Centro-Leste da Bacia Potiguar, NE do Brasil. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de Mestrado, v.1, 197p.
- LESSA, D.V.O. 2009. Variabilidade da ressurgência na região de Cabo Frio (RJ) durante os últimos 1000 anos com base na associação de foraminíferos planctônicos. Universidade Federal Fluminense. Dissertação de Mestrado em Geoquímica, 134p.
- LESSARD, E.J.; SWIFT E. 1985. Species-specific grazing rates of heterotrophic dinoflagellates in oceanic waters, measured with a dual-label radioisotope technique. **Mar. Biol.** 87, 289–296.
- LEIPNITZ, I.I.; AGUIAR, E.S. 2002. Foraminíferos recentes e fósseis. In: UNISINOS (ed). Técnicas e procedimentos de trabalho com fósseis e formas modernas comparativas. São Leopoldo, p.8–10.
- LEVINSEN, H.; NIELSEN, T.G. 2002. The trophic role of marine pelagic ciliates and heterotrophic dinoflagellates in arctic and temperate coastal ecosystem: a cross-latitude comparison. **Limnol. Oceanogr.** 47, 427–439.
- MANN K.H.; LAZIER J.R.N. 2006. Dynamics of marine ecosystems. Biological–Physical Interactions in the Oceans. Blackwell Publishing, 3^o ed. 496p. Nova Scotia, Canada.
- MARRET, F. 1994. Distribution of dinoflagellate cysts in recent marine sediments from the east Equatorial Atlantic (Gulf of Guinea). **Rev. Palaeobot. Palynol.** 84, 1–22.

- MARRET, F.; ZONNEVELD, K.A.F. 2003. Atlas of modern organic-walled dinoflagellate cyst distribution. **Rev. Palaeobot. Palynol.** 125, 1-200.
- MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J.M.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; VILAS BOAS, G.S. 1980. Le Quaternaire marin brésilien (Littoral Paulista Sud Fluminense et Bahianais). Cah. O.R.S.T.O.M., Série Géologie, XI: 95 – 124.
- MARTIN, L. , SUGUIO, K. , FLEXOR, J.M, BITTENCOURT, A.C.S.P. e VILAS BOAS, O.S. - 198011 - Le Quaternaire marin brésilien (Littoral Paulista, Sud Fluminense et Bahianais). Cah. O.R.S.T.O.M., Série Géologie, XI:
- MASCARENHAS, A. S.; MIRANDA, L.M.; ROCK, N.J. 1971. A study of oceanographic conditions in the region of Cabo Frio. *In* Fertility of Sea, ed. J. D. Costlow Jr., Gordon & Breach Science Publishers. New York, p. 285-295.
- MATSUOKA, K.; FUKUYO, Y. 1987. Organic-walled dinoflagellate cysts from surface sediments of Akkeshi Bay and Lake Sroma, North Japan. **Bull. Faculty of Liberal Arts**, Nagasaki Univ., (Natural Science), 35-123.
- 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. 2000a. Further evidence for a marine dinoflagellate cyst as an indicator of eutrophication in Yokohama Port, Tokyo Bay, Japan. **The Science of Total Environment**, 264, 221-233.
- MATSUOKA, K.; FUKUYO, Y. 2000b. Technical guide for modern dinoflagellate cyst study WESTPAC-HAB/WESTPAC/IOC, *Japan Society of the Promotion Science*, Tokyo, p. 29.
- MCIVER, R. 1975. Hydrocarbon occurrence from JOIDES (Deep Sea Drilling Project). **Proc. World Petr. Congr.**, v. 9, p. 269 – 280.
- MELIA, M.B. 1984. The distribution and relationship between palynomorphs in aerosols and deep-sea sediments of the coast of Northwest África. **Marine Geology**, 58, 345-371.
- MENDONÇA FILHO, J.G. 1999. Aplicação de estudos de palinofácies e fácies Orgânica em rochas do Paleozóico da Bacia do Paraná, Sul do Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado em Geociências, 2 vols. 338p.
- MENDONÇA FILHO, J.G.; MENEZES, T.R.; MENDONÇA, J.O.; OLIVEIRA, A.D.; CARVALHO, M.A.; SANTANA, A.J.; SOUZA, J.T. 2010. Palinofácies. *In*: Carvalho, I.S (ed.). *Paleontologia*, 1: 290-323 Rio de Janeiro.
- MONTEIL, E.; FEIST-BURKHARDT, S.; GORIN, G.; MICHOUX, D. 1993. Utilization des kystes de dinoflagellés en géologie sédimentaire (Biostratigraphie, paléoenvironnement,

stratigraphie séquentielle). Genève, Université de Genève. Cours de 3^{ème} cyclo Romand em Science de la Terre. 86p.

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.

NEVES, A.F. 2005. Vanádio no material particulado atmosférico na região de ressurgência de Cabo Frio - RJ. Universidade Federal Fluminense. Dissertação de Mestrado em Química, 72p.

NYBAKKEN, J.W. 1997. Marine Biology: An Ecology Approach. 4th ed.

NYKJAER, L.; VAN CAMP, L. 1994. Seasonal and interannual variability of coastal upwelling along northwest Africa and Portugal from 1981 to 1991. **Journal of Geophysical Research**, 99, 14197– 14207.

ODA, T.O. 1997. Influência da ressurgência costeira sobre a circulação local em Cabo Frio (RJ) São José dos Campos. Dissertação de Mestrado em Meteorologia – INPE.

OLIVEIRA, A.C.C. 2008. Registros de paleotemperaturas baseadas em foraminíferos planctônicos para região de Cabo Frio ao longo dos últimos 13.000 anos cal. Universidade Federal Fluminense. Tese de Doutorado em Geociências, 200p.

OLIVEIRA, A.D. 2003. Reconstrução paleambiental com base nas assembléias de dinoflagelados presentes nos sedimentos do Holoceno e Pleistoceno do talude continental brasileiro Bacia de Campos, RJ-Brasil. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado em Geociências, 198p.

OLIVEIRA, A.D.; MENDONÇA FILHO J.G.; CARVALHO, M.A.; MENEZES, T.R.; LANA, C.C.; BRENNER, W.W. 2004. Novo Método de Preparação para aumentar a recuperação de Dinoflagelados. **Rev. Brasileira de Paleontologia**, 7, 169 – 175.

OLIVEIRA, A.D. 2011. 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. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado em Geociências, 257p.

PAPASTEPHANOU, K.M.; BOLLENS, S.M.; SLAUGHTER, A.M. 2006. Cross-shelf distribution of copepods and the role of event-scale winds in a northern California upwelling zone. **Deep-Sea Research II**, 53, 3078–3098.

PARRISH, J.T. 1982. Upwelling and petroleum source beds, with reference to Paleozoic. **The American Association of Petroleum Geologists Bulletin**, 66, 750-774.

PELEGRÍ, J.L.; MARRERO-DÍAZ, A.; RATSIMANDRESY, A.; ANTORANZ, A.; CISNEROS-AGUIRRE, J.; GORDO, C.; GRISOLÍA, D.; HERNÁNDEZ-GUERRA, A.; LÁIZ, I.; MARTÍNEZ, A.; PARRILLA1, G.; PE'REZ-RODRÍGUEZ, P.; RODRÍGUEZ-

- SANTANA, A.; SANGRA, P. 2005. Hydrographic cruises off northwest Africa: the Canary Current and the Cape Ghir region. **Journal of Marine Systems**, 54, 39– 63.
- PEREIRA, G.C.; EVSUKOFF, A.; EBECKEN, N.F.F. 2009. Fuzzy modelling of chlorophyll production in a Brazilian upwelling system. **Ecological Modelling**, 220, 1506-1512.
- PETERSON W. 1998. Life cycle strategies of copepods in coastal upwelling zones. **Journal of Marine Systems**, 15, 313–326.
- POSPELOVA, V.; CHMURA, G.L.; BOOTHMAN, W.S.; LATIMER, J.S. 2002. Dinoflagellate cyst records and human disturbance in two neighboring estuaries, New Bedford Harbor and Apponagansett Bay, Massachusetts (USA). **The Science of the Total Environment**, 298, 81–102.
- POSPELOVA, V.; VERNAL, A.; PEDERSEN, T.F. 2008. Distribution of Dinoflagellate Cysts in Surface Sediments from the Northeastern Pacific Ocean (43-25°N) in Relation to Sea-Surface Temperature, Salinity, Productivity and Coastal Upwelling. **Rev. Marine Micropaleontology**, 68, 21-48.
- POWELL, A.J.; DODGE, J.D.; LEWIS, J. 1990. Late neogene to pleistocene palynological facies of the peruvian continental margin upwelling, leg 1121. Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, Vol. 112.
- RADI, T; DE VERNAL, A. 2004. Dinocyst distribution in surface sediments from the northeastern Pacific margin (40-60°N) in relation to hydrographic conditions, productivity and upwelling. **Review Palaeobotany and Palynology**, 128, 169-193.
- REICHART, G.J.; BRINKHUIS, H. 2003. Late Quaternary *Protoperidinium* cysts as indicators of paleoproductivity in the northern Arabian Sea. **Rev. Marine Micropaleontology**, 49, 303-315.
- REID, P.C. 1974. Gonyalacacean dinoflagellates cysts from the British Isles. *Nova Hedwigia*. Vol.25, p.579-637.
- RIZZO, P.J. 1987. Biochemistry of the dinoflagellate nucleus. *In*: Taylor, F.J. (ed.), *The Biology of Dinoflagellates*, Blackwell Scientific Publications, Oxford (1987), 143–173.
- ROCHON, A.; DE VERNA, A.; TURON, J.L.; MATTHIESSEN, J.; HEAD, M.J. 1999. Distribution of recent dinoflagellate cysts in surface sediments from the North Atlantic Ocean and adjacent seas in relation to sea-surface parameters. **AASP Contributions Series**, n35, 152p.
- ROCHON, A.; EYNAUD, F.; DE VERNAL, A. 2008. Dinocysts as tracers of hydrographical conditions and productivity along the ocean margins: Introduction, **Rev. Marine Micropaleontology**. doi:10.1016/j.marmicro.2008.04.001.

- 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.
- RYAN, J.P.; GOWER, J.F.R.; KING, S.A.; BISSETT, W.P.; FISCHER, A.M.; KUDELA, R. M.; KOLBER, Z.; MAZZILLO, F.; RIENECKER, E.R.; CHAVEZ, F.P. 2008. A coastal ocean extreme bloom incubator. **Geophysical Research Letters**, 35, L12602.
- RYAN, J.P.; FISCHER, A.M.; KUDELA, R.M.; GOWER, J.F.R.; KING, S.A.; MARIN III, R.; CHAVEZ, F.P. 2009. Influences of upwelling and downwelling winds on red tide bloom dynamics in Monterey Bay, California. **Continental Shelf Research** 29, 785–795.
- SARJEANT, W.A.S. (1982) Dinoflagellate cyst terminology, a discussion and proposals. **Canadian Journal of Botany** 60, 922-45.
- SCHNEPF, E.; ELBRÄCHTER, M. 1988. Cryptophycean-like Double membrane-bound chloroplast in the dinoflagellate, *Dinophysis Ehrenb.*: evolutionary, phylogenetic and toxicological implications. **Botanica Acta** 101, 196-203.
- SCHNEPF, E.; ELBRÄCHTER, M. 1992. Nutritional strategies in dinoflagellates, a review with emphasis on cell biological aspects. **Europ. J. Protistol.** 28, 3-24.
- SHERR, E.B.; SHERR, B.F. 2002. Significance of predation by protists in aquatic microbial food webs. **Ant. van Leeuwenh** 81, 293-308.
- SIGNORINI, S.R. 1978. On the circulation and volume transport of Brazil Current between the Cape of São Tomé and Guanabara Bay. **Deep-Sea Research** 25, 481-490.
- SILVEIRA, I.C.A.; SCHMIDT, A.C.K.; CAMPOS, E.J.D.; GODOI, S.S.; IKEDA, Y. 2000. A corrente do Brasil ao largo da costa leste brasileira. **Revista Brasileira de Oceanografia** 48, 171-183.
- SILVEIRA, I.C.A. 2007. O Sistema Corrente do Brasil na Bacia de Campos, RJ. Universidade Federal do Rio de Janeiro São Paulo, Tese de Doutorado, 160p.
- SMAYDA, T.J. 2010. Adaptations and selection of harmful and other dinoflagellate species in upwelling systems 1. Morphology and adaptive polymorphism. **Progress in Oceanography** 85, 53–70.
- SOUSA, L.; RIVAS-CARBALLO, M.R.; PAIS, J. 1999. Dinoflagelados Nomenclatura portuguesa. Centro de Estudos Geológicos, Dep. Ciências da Terra, Faculdade de Ciências e Tecnologia (UNL), Portugal, p.35-57.
- STEIDINGER, K.A.; BURKHOLDER, J.M.; GLASGOW, H.B., Jr.; HOBBS, C.W.; GARRETT, J.K.; TRUBY, E.W.; NOGA, E.J.; SMITH, S.A. 1996. *Pfiesteria piscicida* gen. et sp. nov. (*Pfiesteriaceae* fam. nov.), a new toxic dinoflagellate with a complex life cycle and behavior. **Journal of Phycology** 32, 157- 164.

- STOECKER, D.E. 1999. Mixotrophy among dinoflagellates. **Journal of Eukaryotic Microbiology** 24, 397–401.
- SUMMERHAYES C.P.; KROON D.; ROSELL-MELÉ A.; JORDAN R.W.; SCHRADER H. J., HEARN R.; VILLANUEVA J.; GRIMALT, J.O; EGLINTON G.1995. Variability in the Benguela Current upwelling system over the past 70,000 years. **Progress in Oceanography** 35, 207–251.
- STRICKLAND, J.D.H. 1965. Production of organic matter in the primary stages of marine food chain. In: Riley, J.P.; Skirrow, G.S. (ed) *Chemical Oceanography*. London Academic Press, 1965. p.478-610.
- TISSOT, B.P.; WELTE, D.H. 1984. *Petroleum Formation and Occurrence*, 2^a ed., Springer-Verlag, Berlin, 699 p.
- TRAVERSE, A. 2007 **Paleopalynology**. Second edition. Volume 28. 773p. Topics in GEOBIOLOGY. Series Editors: Neil H. Landman and Douglas S. Jones
- TRAINER, V.L.; PITCHER, G.C.; REGUERA, B.; SMAYDA, T.J. 2010. The distribution and impacts of harmful algal bloom species in eastern boundary upwelling systems. **Progress in Oceanography** 85, 33–52.
- TURON, J.L. 1984. Le palynoplankton dans l'environnement de l'Atlantique nord-oriental. Évolution climatique et hydrologique depuis le dernier maximum glaciaire. **Mémoires de l'Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine** 17, 1-313.
- TURON, J.L.; LONDEIX, L. 1988. Les assemblages de kystes de dinoflagellés en Méditerranée occidentale (Mer d'Alboran). Mise en évidence de l'évolution des paléoenvironnements depuis Le dernier maximum glaciaire. **Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine** 12, 313-344.
- 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, n.26, p.47-67.
- TYSON, R.V. 1993. *Palynofacies Analysis*. Kluwer Academic Publishers. pp. 153-191.
- TYSON, R.V. 1995. **Sedimentary Organic Matter: Organic Facies and palynofacies**. 1^o Ed. Londres, Chapman & Hall. Londres, 615 p.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA), 2002. Methods for the determination of total organic carbon (TOC) in soils and sediments. Ecological Risk

- Assessment Support Center. NCEA-C-1282 Las Vegas: Office of Research and Development. Disponível em: <http://www.epa.gov>. Acessado em 11 ago 2011.
- TYSON, R.V. 2001. Sedimentation rate, dilution, preservation and total organic carbon: some results of a modeling study. **Organic Geochemistry** 32, 333-339.
- VALENTIN, J.L.; ANDRÉ, D.L.; MONTEIRO-RIBAS, W.M.; TENENBAUM, D.R. 1978. Hidrologia e plâncton da região costeira entre Cabo Frio e o estuário do Rio Paraíba (Brasil). *Inst. Pesq. Mar.* p.1-20.
- VALENTIN, J.L. 1984. Analyse des paramètres hydrobiologiques dans la remontée de Cabo Frio (Brésil). *Rer.Mar. Biol.* 82, 259-276.
- VALENTIN, J.L.; LINS DA SILVA, N.M.; BASTOS, C.T.B.N., 1985. Les diatomées dans l'upwelling de Cabo Frio (Brésil): liste d'espèces et étude écologique. *J. Plankton Res.* 7, 313-337.
- VALENTIN, J.L.; ANDRÉ, D.L.; JACOB, S.A. 1987. Hydrobiology in the Cabo Frio (Brazil) upwelling: two-dimensional structure and variability during a wind cycle. **Continental Shelf Research** 7, 77-88.
- VALENTIN, J.L. 2000. *Ecologia Numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*. 1ed. Rio de Janeiro, **Interciência**. 117p.
- VERLEYE, T.J.; LOUWYER, S. 2010. Recent geographical distribution of organic-walled dinoflagellate cysts in the southeast Pacific (25-53°S) and their relation to the prevailing hydrographical conditions. **Review Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** 298, 319-340.
- 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 Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** 112, 247-286.
- VINK, A. 2004. Calcareous dinoflagellate cysts in South and equatorial Atlantic surface sediments: diversity, distribution, ecology and potential for palaeoenvironmental reconstruction. **Rev. Marine Micropaleontology** 50, 43-88.
- WALL, D.; DALE, B.; LOHMANN, G.P.; SMITH, W.K. 1977. The environmental 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.
- WILEY, E. O. 1981. **Phylogenetics: Theory and practice of phylogenetic systematics**. Nova York, J. Wiley and Sons. 439p.

- ZONNEVELD, K.A.F.; VERSTEEGH, G.J.M.; LANGE, G.J. 1997. Preservation of organic-walled dinoflagellate cysts in different oxygen regimes: a 10,000 year natural experiment. **Marine Micropaleontology** 29, 393-405.
- ZONNEVELD, K.A.F.; BRUMMER, G.J.A. 2000. (Palaeo-)ecological significance, transport and preservation of organic-walled dinoflagellate cysts in the Somali Basin, NW Arabian Sea. **Deep-Sea Research II** 47, 2229-2256.
- ZONNEVELD, K.A.F.; VERSTEEGH, G.J.M.; LANGE G.J. 2001. Paleoproductivity and post-depositional aerobic organic matter decay reflected by dinoflagellate cyst of the eastern Mediterranean S1 sapropel. **Rev. Marine Geology** 172, 181–195.
- ZONNEVELD, K.A.F.; SUSEK, E. 2007. Effects of temperature, light and salinity on cyst production and morphology of *Tuberculodinium vancampoae* (the resting cyst of *Pyrophacus steinii*). **Review of Palaeobotany and Palynology** 145, 77 – 88.

13 ANEXOS

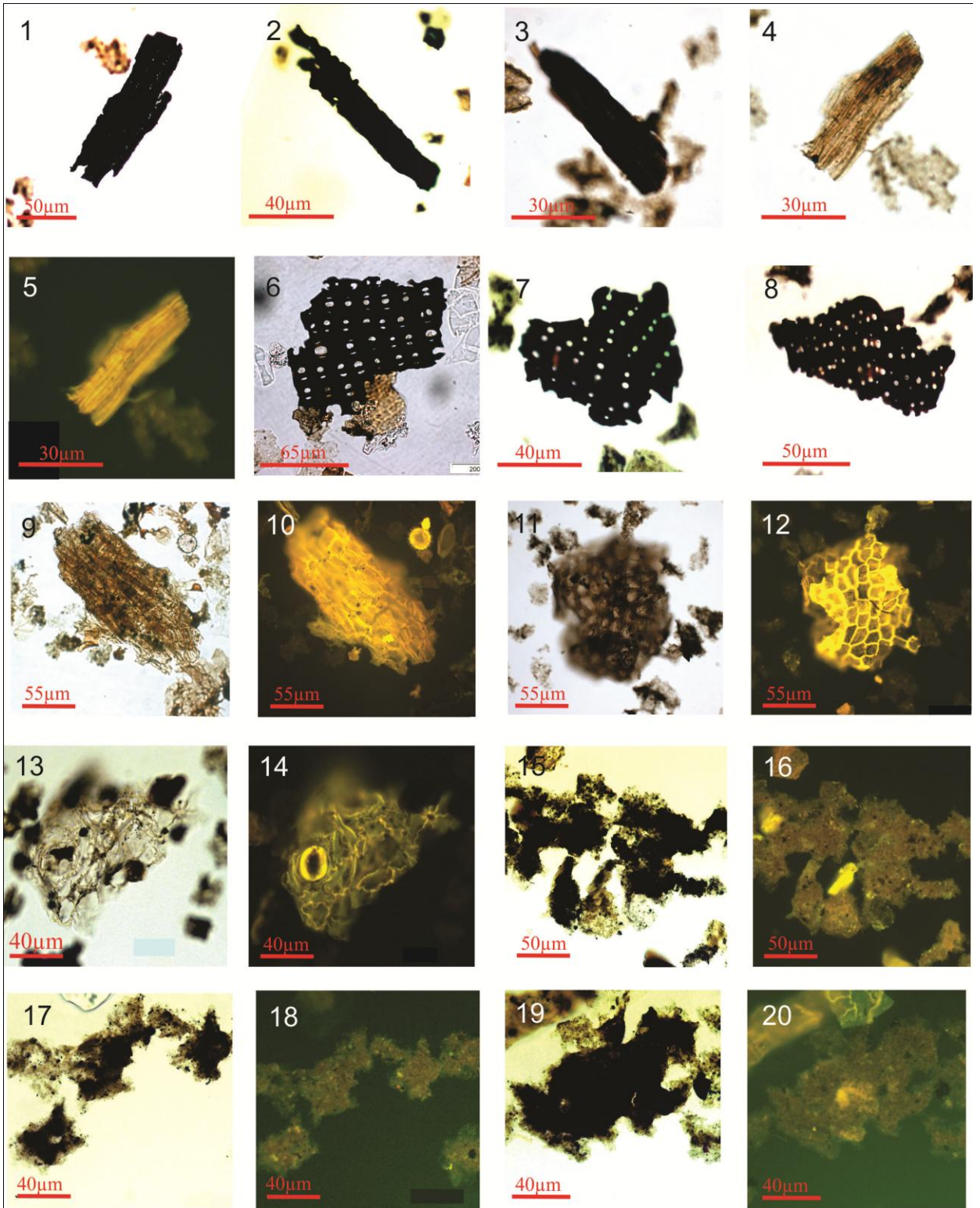
Estampa 1.....	185
Estampa 2.....	187
Estampa 3.....	189
Estampa 4.....	191
Estampa 5.....	193
Estampa 6.....	195
Estampa 7.....	197
Estampa 8.....	199

LEGENDA DA ESTAMPA 1

- 1 - Fitoclasto Opaco Alongado** – Testemunho CF-10-01 – Profundidade de 2,45m-Objetiva de 20x. Luz branca transmitida.
- 2 - Fitoclasto Opaco Alongado** – Testemunho CF-10-01 – Profundidade de 1,05m- Objetiva de 20x. Luz branca transmitida.
- 3. - Fitoclasto Não Opaco Listrado** – Testemunho CF-10-01 – Profundidade de 3,55m - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 4 e 5 - Fitoclasto Não Opaco Estriado** – Testemunho CF-10-01 – Profundidade de 2,55m - Objetiva de 40x; 4) Luz branca transmitida; 5) Fluorescência.
- 6 - Fitoclasto Não Opaco Perfurado** – Testemunho CF-10-01 – Profundidade de 3,35m - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 7 - Fitoclasto Não Opaco Perfurado** – Testemunho CF-10-01 – Profundidade de 1,05m - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 8 - Fitoclasto Não Opaco Perfurado** – Testemunho CF-10-01 – Profundidade de 1,05m - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 9 e 10 - Cutícula com Fitoclasto Associado** – Testemunho CF-10-01 – Profundidade de 1,05m - Objetiva de 20x. 9) luz branca transmitida; 10) Fluorescência.
- 11 e 12 - Cutícula com Fitoclasto Associado** – Testemunho CF-10-01 – Profundidade de 0,65m - Objetiva de 20x. 11) Luz branca transmitida; 12) Fluorescência.
- 13 e 14. Cutícula Degradada** – Testemunho CF-10-01 –Profundidade de 2,75m - Objetiva de 40x; 13) luz branca transmitida; 14) fluorescência.
- 15 e 16 – Matéria Orgânica Amorfa Homogênea Fluorescente** – Testemunho CF-10-01 – Profundidade de 2,45m - Objetiva de 40x. 15) luz branca transmitida; 16) Fluorescência.
- 17 e 18 - Matéria Orgânica Amorfa Homogênea Fluorescente** – Testemunho CF-10-01 – Profundidade de 2,15m - Objetiva de 40x. 17) luz branca transmitida; 18) Fluorescência.
- 19 e 20 - Matéria Orgânica Amorfa Homogênea Fluorescente** – Testemunho CF-10-01 – Profundidade de 0,55m - Objetiva de 40x. 19) luz branca transmitida; 20) Fluorescência.

ESTAMPA 1

CF - 10 - 01



LEGENDA DA ESTAMPA 2

1 e 2 - Fitoclasto Opaco Corroído - Testemunho CF-10-15- Profundidade de 1,15m. Objetiva de 40x. Luz Branca Transmitida.

3- Fitoclasto Não-Opaco Bioestruturado Listrado - Testemunho CF-10-15- Profundidade de 0,85m. Objetiva de 40x. Luz Branca Transmitida.

4- Fitoclasto Não-Opaco Bioestruturado Perfurado - Testemunho CF-10-15- Profundidade de 1,05m. Objetiva de 40x. Luz Branca Transmitida.

5 e 6 - Fitoclasto Não-Opaco Bioestruturado Estriado - Testemunho CF-10-15- Profundidade de 1,25m. Objetiva de 40x. 5) Luz Branca Transmitida; 6) Fluorescência.

7 e 8 - Fitoclasto Não-Opaco Bioestruturado Estriado - Testemunho CF-10-15- Profundidade de 0,75m. Objetiva de 40x. 7) Luz Branca Transmitida; 8) Fluorescência.

9 e 10 - Cutícula - Testemunho CF-10-15- Profundidade de 1,25m. Objetiva de 40x; 9) Luz Branca Transmitida; 10) Fluorescência.

11 e 12 - Cutícula Degradada com Pirita Impregnada - Testemunho CF-10-15- Profundidade de 1,25m. Objetiva de 40x. 11) Luz Branca Transmitida; 12) Fluorescência.

13 e 14 - Cutícula Degradada com Pirita Impregnada - Testemunho CF-10-15- Profundidade de 1,25m. Objetiva de 20x. 13) Luz Branca Transmitida; 14) Fluorescência.

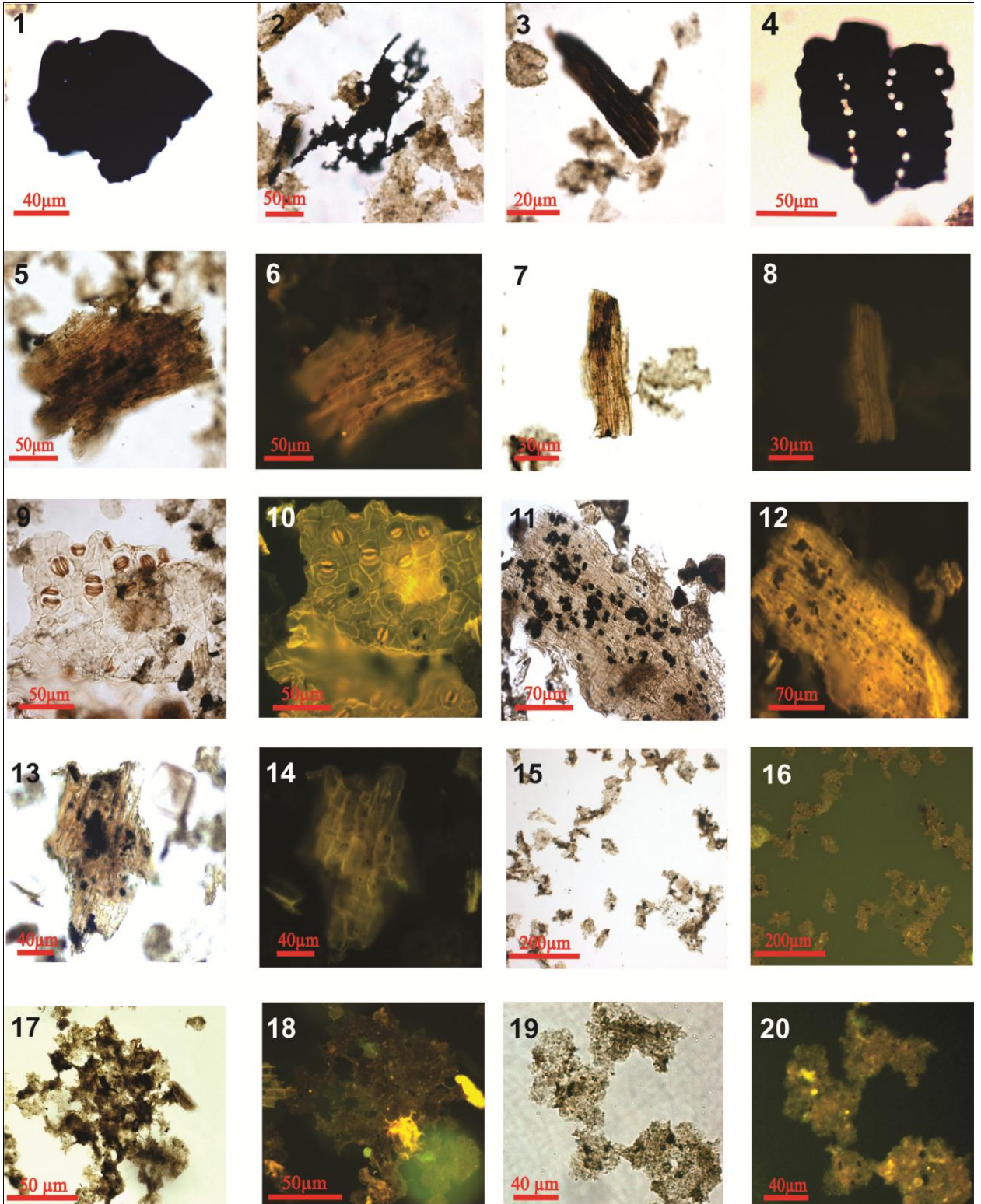
15 e 16 - Matéria Orgânica Amorfa - Testemunho CF-10-15 - Profundidade de 2,35m. Objetiva de 10x. 15) Luz Branca Transmitida; 16) Fluorescência.

17 e 18 - Matéria Orgânica Amorfa - Testemunho CF-10-15 - Profundidade de 1,85m. Objetiva de 40x. 17) Luz Branca Transmitida; 18) Fluorescência.

19 e 20 - Matéria Orgânica Amorfa - Testemunho CF-10-15 - Profundidade de 0,05m. Objetiva de 20x. 19) Luz Branca Transmitida; 20) Fluorescência.

ESTAMPA 2

CF - 10 - 15



LEGENDA DA ESTAMPA 3

1 e 2 - Grão de pólen – Testemunho CF-10-01 – Profundidade de 1,55m - Objetiva de 100x.

1) Luz branca transmitida; 2) Fluorescência.

3 e 4 - Esporo – Testemunho CF-10-01 – Profundidade de 2,25m- Objetiva de 40x. 3) Luz branca transmitida; 4) Fluorescência.

5 e 6 - Esporo – Testemunho CF-10-01 – Profundidade de 1,95m- Objetiva de 40x. 5) Luz branca transmitida; 6) Fluorescência.

7 e 8 - Esporo – Testemunho CF-10-01 – Profundidade de 0,05m- Objetiva de 40x. 7) Luz branca transmitida; 8) Fluorescência.

9 e 10 - *Botryococcus* – Testemunho CF-10-01 – Profundidade de 2,95m - Objetiva de 40x. 9) Luz branca transmitida; 10) Fluorescência.

11 e 12 - *Botryococcus* – Testemunho CF-10-01 – Profundidade de 0,85m - Objetiva de 40x. 11) Luz branca transmitida; 12) Fluorescência.

13 - Palinoforaminífero – Testemunho CF-10-01 – Profundidade de 3,15m - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida

14 e 15 - Palinoforaminífero – Testemunho CF-10-01 – Profundidade de 2,35m - Objetiva de 40x. 14) Luz branca transmitida; 15) Fluorescência.

16 - Palinoforaminífero – Testemunho CF-10-01 – Profundidade de 1,75m - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida

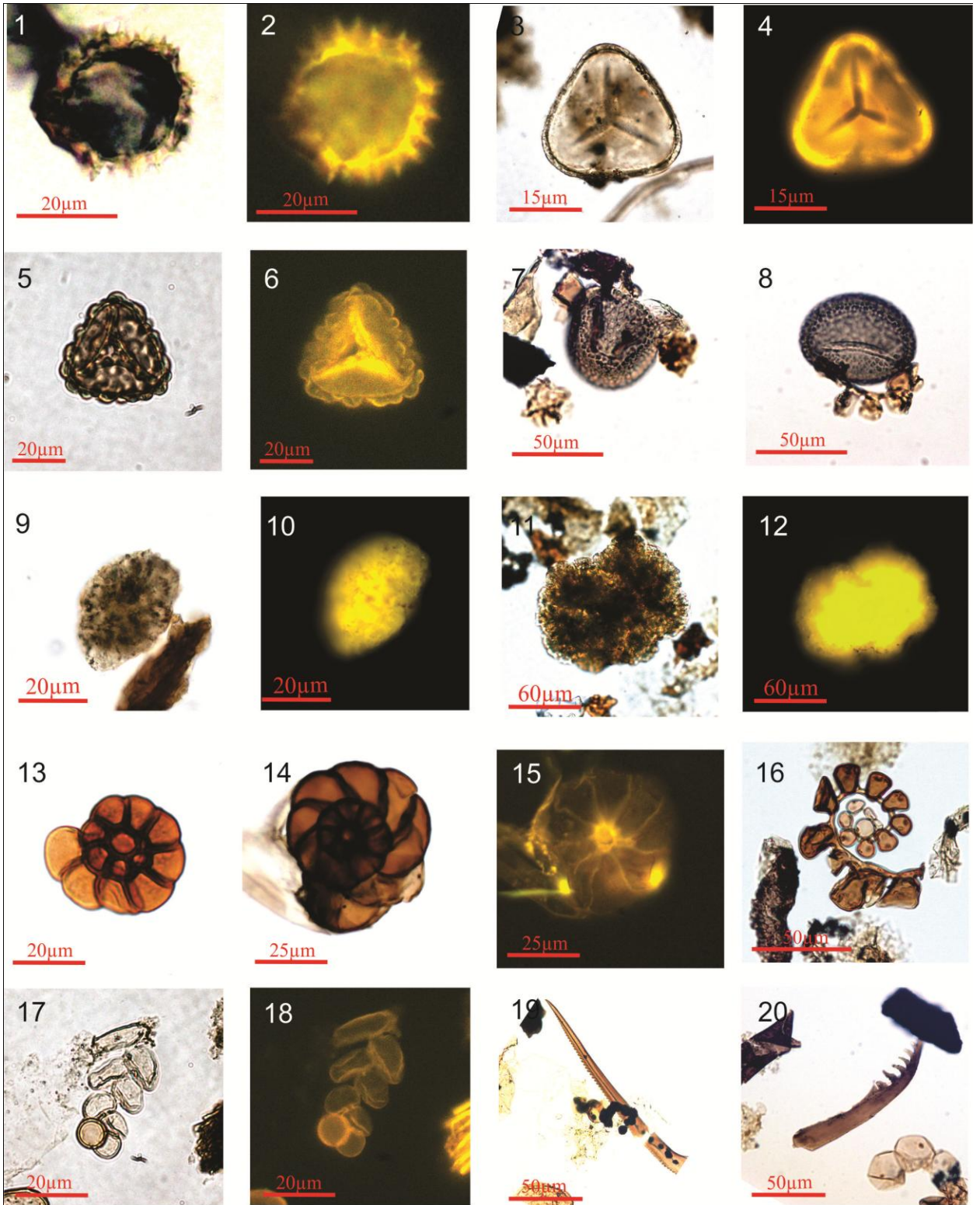
17 e 18 - Palinoforaminífero – Testemunho CF-10-01 – Profundidade de 0,45m - Objetiva de 40x. 17) Luz branca transmitida; 18) Fluorescência.

19 - Escolecodonte – Testemunho CF-10-01 – Profundidade de 2,05m - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.

20 - Escolecodonte – Testemunho CF-10-01 – Profundidade de 0,95m - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.

ESTAMPA 3

CF - 10 - 01



LEGENDA DA ESTAMPA 4

1 e 2 - Grão de Pólen Bissacado com Pirita Impregnada – Testemunho CF-10-15 – Profundidade 3,95m - Objetiva de 40x. 1) Luz branca transmitida; 2) Fluorescência.

3 e 4 - Esporo – Testemunho CF-10-15 – Profundidade 1,95m - Objetiva de 20x. 3) Luz branca transmitida; 4) Fluorescência.

5 e 6 - Esporo – Testemunho CF-10-15 – Profundidade 1,15m - Objetiva de 20x. 5) Luz branca transmitida; 6) Fluorescência.

7 a 10 - Botryococcus – Testemunho CF-10-15 – Profundidade 1,05m - Objetiva de 40x. 8 e 9) Luz branca transmitida; 7 e 10) Fluorescência.

11 a 12 - Palinoforaminífero – Testemunho CF-10-15 – Profundidade 3,85m - Objetiva de 40x. 11) Luz branca transmitida 12) Fluorescência.

13 - Palinoforaminífero – Testemunho CF-10-15 – Profundidade 2,45M - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.

14 - Palinoforaminífero – Testemunho CF-10-15 – Profundidade 2,05m - Objetiva de 100x. Luz branca transmitida.

15 - Palinoforaminífero – Testemunho CF-10-15 – Profundidade 2,05m - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.

16 - Palinoforaminífero – Testemunho CF-10-15 – Profundidade .1,15m - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.

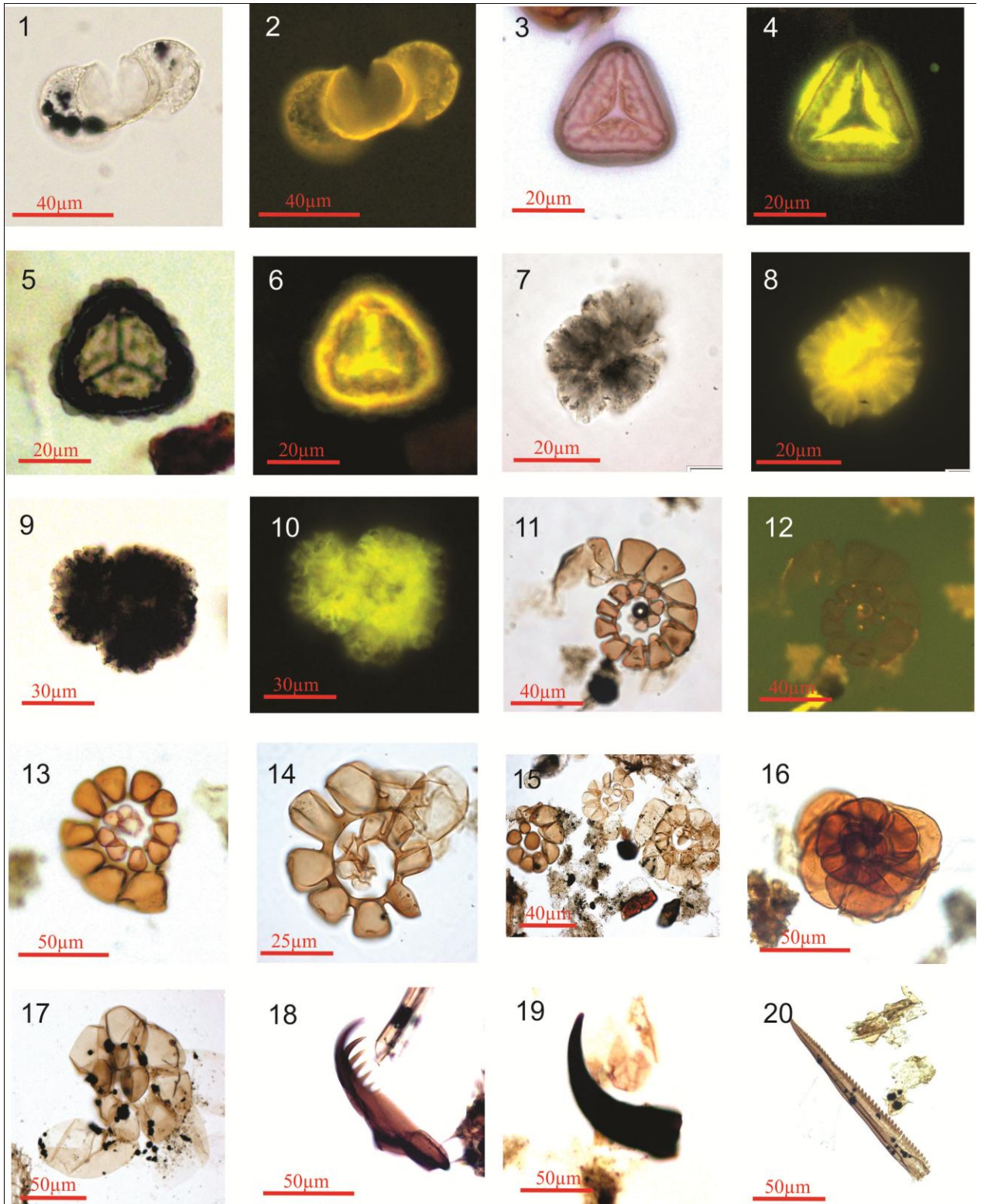
17 - Palinoforaminífero com Pirita Impregnada – Testemunho CF - 10 - 15 – Profundidade 1,15m - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.

18 e 1 - Escolecodonte – Testemunho CF-10-15 – Profundidade 3,75m - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.

20 - Escolecodonte – Testemunho CF-10-15 – Profundidade 2,55m - Objetiva de 20x. Luz branca transmitida.

ESTAMPA 4

CF - 10 - 15

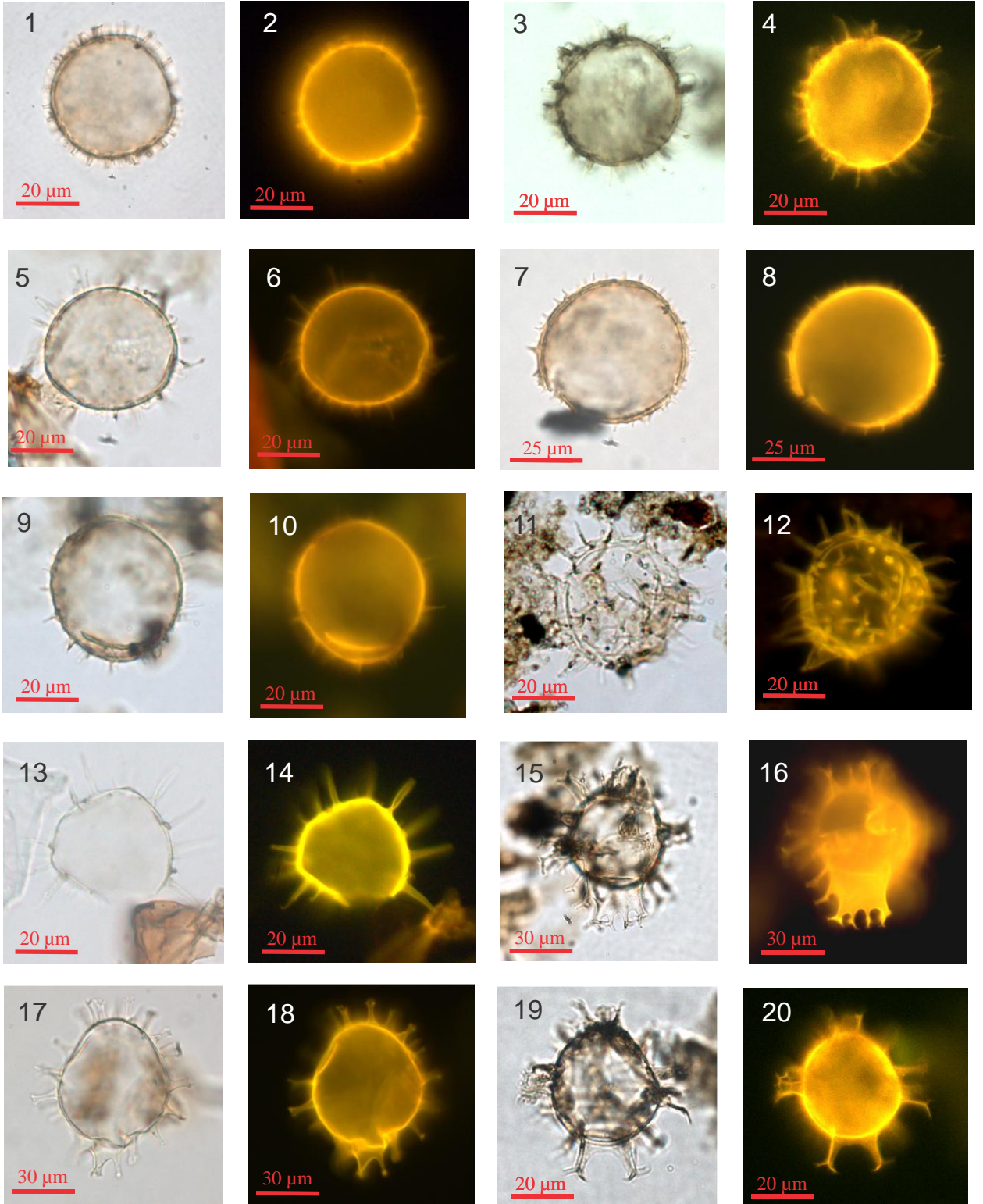


LEGENDA DA ESTAMPA 5

- 1 e 2** – *Operculodinium centrocarpum* – Testemunho CF-10-01 Profundidade de 2,15m - Objetiva de 40x. 1) Luz branca transmitida; 2) Fluorescência.
- 3 e 4** – *Operculodinium centrocarpum* – Testemunho CF-10-01 Profundidade de 0,75m - Objetiva de 40x. 3) Luz branca transmitida; 4) Fluorescência.
- 5 e 6** – *Operculodinium centrocarpum* – Testemunho CF-10-01 Profundidade de 0,45m - Objetiva de 40x. 5) Luz branca transmitida; 6) Fluorescência.
- 7 e 8** – *Operculodinium israelianum* – Testemunho CF-10-01 Profundidade de 2,15m - Objetiva de 40x. 7) Luz branca transmitida; 8) Fluorescência.
- 9 e 10** – *Operculodinium israelianum* – Testemunho CF-10-01 Profundidade de 0,05m - Objetiva de 40x. 9) Luz branca transmitida; 10) Fluorescência.
- 11 e 12** – *Lingulodinium machaerophorum* – Testemunho CF-10-01 - Profundidade de 1,85m - Objetiva de 40x. 11) Luz branca transmitida; 12) Fluorescência.
- 13 e 14** – *Lingulodinium machaerophorum* – Testemunho CF-10-01 - Profundidade de 0,95m - Objetiva de 40x. 13) Luz branca transmitida; 14) Fluorescência.
- 15 e 16** – *Spiniferites mirabilis* – Testemunho CF-10-01 - Profundidade de 1,05m - Objetiva de 40x. 15) Luz branca transmitida; 16) Fluorescência.
- 17 e 18** – *Spiniferites bulloideus* – Testemunho CF-10-01 - Profundidade de 3,05m - Objetiva de 40x. 17) Luz branca transmitida; 18) Fluorescência.
- 19 e 20** – *Spiniferites bulloideus* – Testemunho CF-10-01 - Profundidade de 1,75m - Objetiva de 40x. 19) Luz branca transmitida; 20) Fluorescência.

ESTAMPA 5

CF - 10 - 01



LEGENDA DA ESTAMPA 6

1 e 2 – *Operculodinium centrocarpum* – Testemunho CF-10-15 - Profundidade de 4,25m - Objetiva de 40x. 1) Luz branca transmitida; 2) Fluorescência.

3 e 4 – *Operculodinium centrocarpum* – Testemunho CF-10-15 - Profundidade de 2,95m - Objetiva de 40x. 3) Luz branca transmitida; 4) Fluorescência.

5 e 6 – *Operculodinium centrocarpum* – Testemunho CF-10-15 - Profundidade de 2,05m - Objetiva de 40x. 5) Luz branca transmitida; 6) Fluorescência.

7 e 8 – *Operculodinium israelianum* – Testemunho CF-10-15 - Profundidade de 1,95m - Objetiva de 40x. 7) Luz branca transmitida; 8) Fluorescência.

9 e 10 – *Lingulodinium machaerophorum* – Testemunho CF-10-15 - Profundidade de 2,45m - Objetiva de 40x. 9) Luz branca transmitida; 10) Fluorescência.

11 e 12 – *Lingulodinium machaerophorum* – Testemunho CF-10-15 - Profundidade de 2,35m - Objetiva de 40x. 11) Luz branca transmitida; 12) Fluorescência.

13 e 14 – *Spiniferites mirabilis* – Testemunho CF-10-15 - Profundidade de 2,45m - Objetiva de 40x. 13) Luz branca transmitida; 14) Fluorescência.

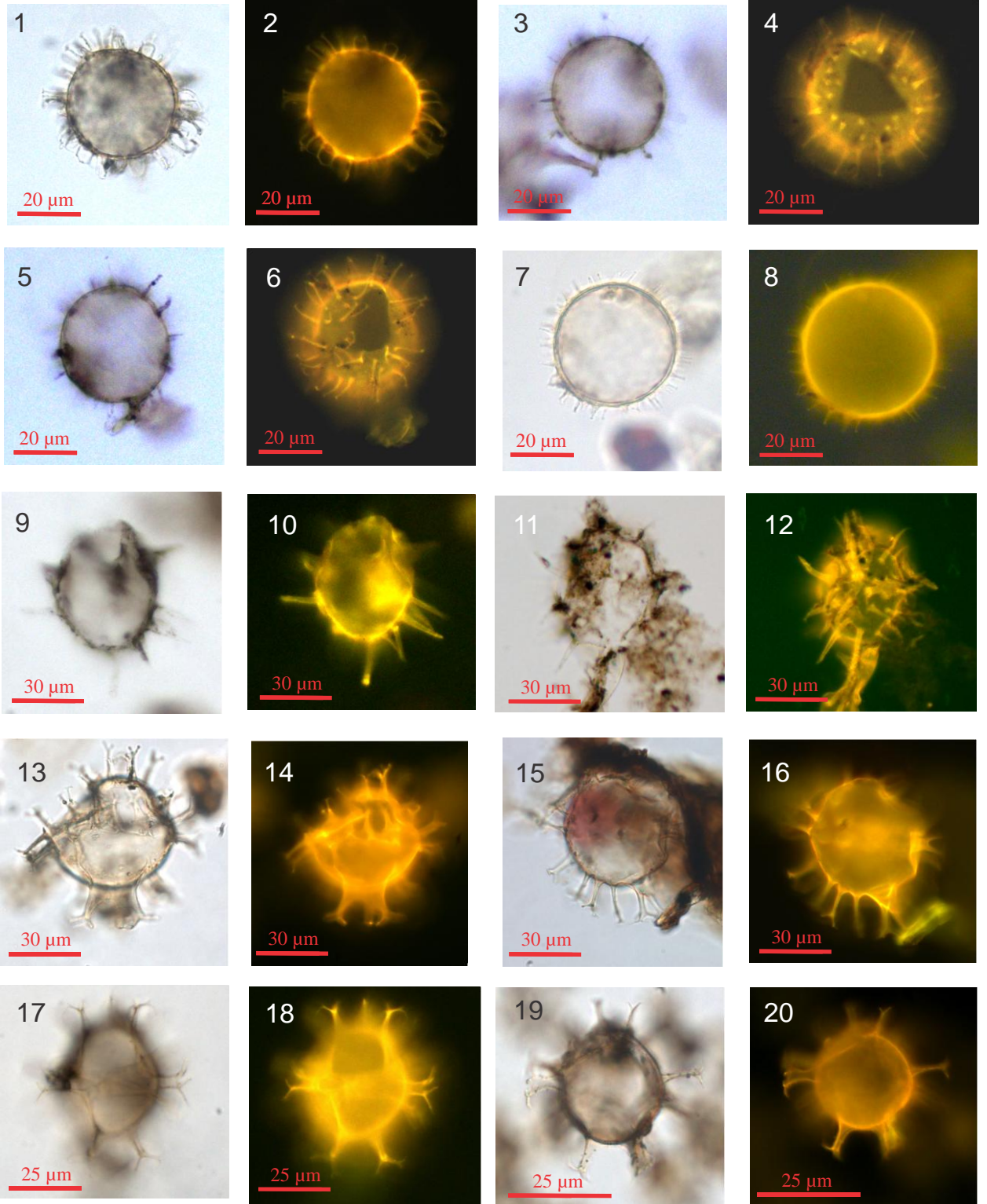
15 e 16 – *Spiniferites hyperacanthus* – Testemunho CF-10-15 - Profundidade de 1,05m - Objetiva de 40x. 15) Luz branca transmitida; 16) Fluorescência.

17 e 18 – *Spiniferites bulloideus* – Testemunho CF-10-15 - Profundidade de 1,05m - Objetiva de 40x. 17) Luz branca transmitida; 18) Fluorescência.

19 e 20 – *Spiniferites bulloideus* – Testemunho CF-10-15 - Profundidade de 0,35m - Objetiva de 40x. 19) Luz branca transmitida; 20) Fluorescência.

ESTAMPA 6

CF - 10 - 15

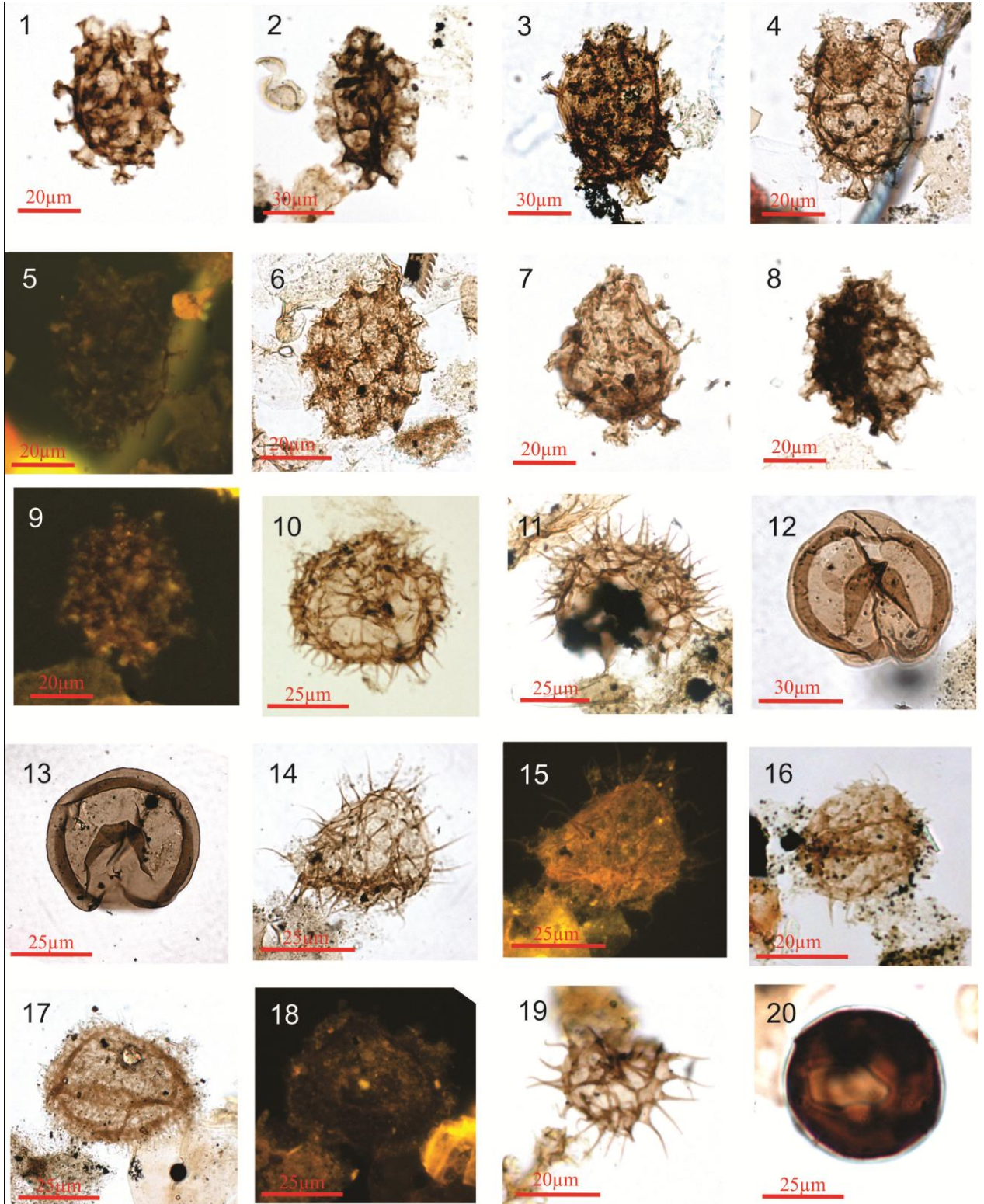


LEGENDA DA ESTAMPA 7

- 1 - *Polykrikos kofoidii*** – Testemunho CF-10-01 - Profundidade de 2,45m - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 2 - *Polykrikos kofoidii*** – Testemunho CF-10-01 - Profundidade de 1,35m - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 3 - *Polykrikos kofoidii*** – Testemunho CF-10-01 - Profundidade de 1,35m - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 4 e 5 *Polykrikos kofoidii*** – Testemunho CF-10-01 Profundidade de 1,15m - Objetiva de 40x. 4) Luz branca transmitida; 5) Fluorescência.
- 6 - *Polykrikos schwartzii*** - Testemunho CF-10-01 - Profundidade de 1,15m – Objetiva 40x. Luz branca transmitida.
- 7 - *Xandarodinium xanthum*** – Testemunho CF-10-01 - Profundidade de 2,25m - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 8.e 9 - *Xandarodinium xanthum*** - Testemunho CF-10-01 - Profundidade de 0,45m - Objetiva de 40x. 8) Luz branca transmitida; 9) Fluorescência.
- 10 - *Selenopemphix quanta*** – Testemunho CF-10-01 - Profundidade de 1,25m - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 11 - *Selenopemphix quanta com Pirita Impregnada*** – Testemunho CF-10-01 - Profundidade de 0,95m - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 12 – *Selenopemphix nephroides*** - Testemunho CF-10-01 - Profundidade de 0,95m - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 13 - *Selenopemphix nephroides***. Testemunho CF-10-01 - Profundidade de 15m - Objetiva de 100x. Luz branca transmitida.
- 14.e 15 - *Echinidinium spp.***- Testemunho CF-10-01 - Profundidade de 0,95m - Objetiva de 100x. 14) Luz branca transmitida; 15) Fluorescência.
- 16 - *Echinidinium spp.*** – Testemunho CF-10-01 - Profundidade de 3,65m - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 17 e 18 - *Echinidinium spp.*** – Testemunho CF-10-01 - Profundidade de 1,15m - Objetiva de 40x. 17) Luz branca transmitida; 18) Fluorescência.
- 19 - *Protoperidinium nudum*** – Testemunho CF-10-01 - Profundidade de 1,85m - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 20 - *Brigantedinium cariacense*** – Testemunho CF-10-01 - Profundidade de 3,45m - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.

ESTAMPA 7

CF - 10 - 01



LEGENDA DA ESTAMPA 8

- 1 e 2 - *Polykrikos kofoidii* com Pirita Impregnada** – Testemunho CF-10–15– Profundidade de 1,45.m - Objetiva de 40x. 1) Luz branca transmitida; 2) Fluorescência
- 3 e 4 - *Polykrikos kofoidii* com Pirita Impregnada** – Testemunho CF-10–15- Profundidade de 1,25m - Objetiva de 40x. 3) Luz branca transmitida; 4) Fluorescência.
- 5 - *Polykrikos kofoidii*** – Testemunho CF-10–15- Profundidade de 0,85m - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 6 - *Xandarodinium xanthum*** – - Testemunho CF-10–15- Profundidade de 2,05m - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 7 e 8 - *Xandarodinium xanthum*** – - Testemunho CF-10–15- Profundidade de 1,05m - Objetiva de 40x. 7) Luz branca transmitida; 8) fluorescência.
- 9 e 10 - *Selenopemphix quanta*** – Testemunho CF-10–15- Profundidade de 1,25m - Objetiva de 100x. 9)Luz branca transmitida; 10) Fluorescência.
- 11 e 12 - *Selenopemphix quanta*** – Testemunho CF-10–15- Profundidade de 0,95m - Objetiva de 40x. 11) Luz branca transmitida; 12) Fluorescência.
- 13 - *Selenopemphix nephroides* com Pirita Impregnada** - Testemunho CF-10–15– Profundidade de 2,65m - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.
- 14 e 15 - *Selenopemphix nephroides*** - Testemunho CF-10–15- Profundidade de 2,65m - Objetiva de 40x. 14) Luz branca transmitida, 15) Fluorescência.
- 16 e 17 - *Echinidinium spp.***- Testemunho CF-10 –15- Profundidade de 0,55m - Objetiva de 100x. 16) Luz branca transmitida; 17) Fluorescência.
- 18 e 19 - *Echinidinium spp.***- Testemunho CF-10–15- Profundidade de 0,35m - Objetiva de 100x. 18) Luz branca transmitida; 19) Fluorescência.
- 20 - *Brigantedinium spp.* com Pirita Impregnada** – Testemunho CF -10–15- Profundidade de 3,65m - Objetiva de 40x. Luz branca transmitida.

ESTAMPA 8

CF - 10 - 15

