



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

**VARIAÇÕES PALINOFACIOLÓGICAS NO INTERVALO PALEOCENO
SUPERIOR – EOCENO INFERIOR DA FORMAÇÃO CALUMBI, BACIA
DE SERGIPE-ALAGOAS**

GUILHERME AUGUSTO AMARAL

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, COMO REQUISITO
OBRIGATÓRIO DA DISCIPLINA “TRABALHO FINAL DE CURSO”

RIO DE JANEIRO – RJ – BRASIL
DEZEMBRO DE 2006

VARIAÇÕES PALINOFACIOLÓGICAS NO INTERVALO PALEOCENO
SUPERIOR – EOCENO INFERIOR DA FORMAÇÃO CALUMBI, BACIA
DE SERGIPE-ALAGOAS

GUILHERME AUGUSTO AMARAL

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, COMO REQUISITO
OBRIGATÓRIO DA DISCIPLINA “TRABALHO FINAL DE CURSO”.

SETOR: Geologia Regional e Econômica

ORIENTADOR: Prof. Dr. João Graciano Mendonça Filho
CO - ORIENTADORA: Dr.^a Elizabete Pedrão Ferreira

APROVADA POR:

Dr. Marcelo de Araújo Carvalho e Igor Viegas Alves Fernandes de Souza

FICHA CATALOGRÁFICA

AMARAL, GUILHERME AUGUSTO

Variações Palinofaciológicas no Intervalo Paleoceno Superior – Eoceno Inferior da Formação Calumbi, Bacia de Sergipe-Alagoas. [Rio de Janeiro] 2006.

21p., 1 estampa 29,7 cm (Instituto de Geociências – UFRJ, *B.Sc.*, Curso de Graduação em Geologia, 2006).

Monografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro, realizada no Instituto de Geociências.

1. Palinofácies. 2. Paleoceno. 3. Eoceno. 4. Bacia de Sergipe-Alagoas. 5. Formação Calumbi.

I – IGEO/UFRJ

II – Título (série)

**VARIAÇÕES PALINOFACIOLÓGICAS NO INTERVALO PALEOCENO
SUPERIOR – EOCENO INFERIOR DA FORMAÇÃO CALUMBI, POÇO SE-2,
BACIA DE SERGIPE-ALAGOAS**

Nº de Figuras	4
SUMÁRIO	
RESUMO	1
ABSTRACT	2
1 Introdução	3
1.1 Objetivos	3
2 Localização e Material de Estudo	3
2.1 Síntese da Geologia Regional e Local	5
3. Métodos de Estudo	7
3.1 Amostragem	7
3.2 Processamento e Tratamento das Amostras	7
3.3 Análise das Lâminas Organopalinológicas	8
3.3.1 Palinofácies	8
3.3.1 Contagem dos Componentes Orgânicos	9
3.4 Tratamento dos Dados	11
4. Resultados	11
4.1 Qualitativos	11
4.2 Caracterização Paleoambiental	15
5. Conclusão	19
6. Agradecimentos	20
7. Referências Bibliográficas	20

FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização da Bacia de Sergipe-Alagoas e do poço estudado 4
(Modificado de Ferreira, 2004).

Figura 2: Carta estratigráfica da Bacia de Sergipe (Modificada de Feijó, 1994) e
seção estudada do poço SE-2 com as profundidades amostradas (Modificada de 5
Ferreira, 2004).

Figura 3: Diagrama ternário com as amostras estudadas plotadas (modificado 15
Tyson, 1993; 1995).

Figura 4: Distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos de 17
componentes da matéria orgânica em relação ao total de matéria orgânica com as
divisões dos intervalos determinados pelas tendências proximais – distais.

TABELAS

Tabela 1: Classificação geral dos principais componentes da matéria orgânica
(baseado em Tyson 1995; Mendonça Filho, 1999; Carvalho, 2001; Mendonça
Filho et. al., 2002). 10

Tabela 2: Tabela de ocorrências totais em porcentagens dos grupos e subgrupos
da matéria orgânica em cada amostra analisada. 12

ESTAMPA 14



**VARIAÇÕES PALINOFACIOLÓGICAS NO INTERVALO
PALEOCENO SUPERIOR – EOCENO INFERIOR DA FORMAÇÃO CALUMBI, BACIA
DE SERGIPE-ALAGOAS**

Palynofacies Analysis in Upper Paleocene - Lower Eocene Interval of the Calumbi Formation,
Sergipe-Alagoas Basin

Guilherme Augusto Amaral¹, João Graciano Mendonça Filho², Elizabete Pedrão Ferreira³

^{1,2} Universidade Federal do Rio de Janeiro, CCMN/IGEO, Departamento de Geologia, Cidade Universitária – Ilha do Fundão, 21949-900. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. e-mail: amaralufrj@gmail.com; graciano@geologia.ufrj.br

³ PETROBRAS, CENPES/BPA, Cidade Universitária – Ilha do Fundão, 21941-598. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. e-mail: elizabete@petrobras.com.br

Resumo

O objetivo principal foi realizar um estudo organofaciológico da seção siliciclástica da Formação Calumbi, Bacia de Sergipe-Alagoas. Este estudo visou determinar as variações dos parâmetros palinofaciológicos com o intuito de realizar uma caracterização paleoambiental na transição do Paleoceno-Eoceno através da técnica de palinofácies. A análise revelou um predomínio de matéria orgânica amorfa, seguido do grupo dos fitoclastos, representado principalmente por fitoclastos opacos, e em menor quantidade o grupo dos palinomorfos.

Os palinomorfos são representados por palinomorfos continentais e marinhos, onde os de origem marinha são predominantes. A matéria orgânica amorfa apresenta fluorescência laranja médio predominante, variando a uma coloração castanha em menor proporção. As rochas da Formação Calumbi, na seção Paleoceno Superior – Eoceno Inferior, foram caracterizadas organofaciologicamente como pertencentes a um ambiente marinho, evoluindo de uma sedimentação com caráter de plataforma proximal óxica (heterolítica) para uma sedimentação com caráter de bacia distal subóxica – anóxica. As amostras em geral se apresentaram com excelentes qualidades e diversidade de matéria orgânica.

Palavras chaves: 1. Palinofácies. 2. Paleoceno. 3. Eoceno. 4. Bacia de Sergipe-Alagoas. 5. Formação Calumbi.

Abstract

The main objective was to carry through a palynofacies analysis of the siliciclastic section of the Calumbi Formation, Basin of Sergipe-Alagoas. This study it aimed at to determine the variations of the organic facies parameters with intention to carry through a paleoenvironmental characterization in the transistion of Paleoceno-Eocene through the technique of palinofacies. The analysis disclosed a predominance of amorphous organic matter (A.O.M.), followed of the group of the phytoclasts, represented mainly for cloudy phytoclasts, and in lesser amount the group of the palynomorphs. The palynomorphs are represented by continental and marine palynomorphs, where of marine origin they are predominant. The amorphous organic matter presents fluorescence predominant average orange, varying to a chestnut coloration in lesser ratio. The rocks of the Calumbi Formation, in Upper Paleocene - Lower Eocene, had been characterized as organic facies parameters pertaining to a marine environment, evolving of a sedimentation with character from a proximal oxidizing environment to a distal dysoxic environment. The samples had in general presented with excellent qualities and diversity of organic matter.

Key words: 1. Palynofacies. 2. Paleocene. 3. Eocene. 4. Sergipe-Alagoas Basin. 5. Calumbi Formation.

1 - INTRODUÇÃO

Um crescente número de trabalhos multidisciplinares sobre o Paleógeno vem proporcionando uma melhor compreensão dos mecanismos controladores das grandes variações paleoclimáticas e paleoceanográficas, em especial do Evento Máximo Termal do Paleoceno-Eoceno (MTPE, Zachos *et al.*, 1993) em regiões de baixa latitude. Este evento termal global vem sendo identificado com base em microfósseis através da extinção global dos foraminíferos bentônicos remanescentes do Cretáceo e do acme do dinoflagelado *Apectodinium*.

O estudo de palinofácies vem se mostrando uma valiosa ferramenta nas interpretações paleoambientais, que envolve o estudo palinológico do total de componentes da matéria orgânica contida em um sedimento após a remoção da matriz sedimentar (mineral) pela acidificação com ácidos clorídrico e fluorídrico (Combaz, 1964; Tyson, 1995). O estudo de palinofácies será aplicado de forma inédita na seção Paleoceno-Eoceno, visando a caracterização de intervalos paleoambientais com base nos componentes orgânicos e sua dinâmica temporal através do MTPE.

1.1 - OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi determinar os parâmetros palinofaciológicos (identificação e quantificação dos componentes particulados da matéria orgânica) e as variações detectadas nos seus grupos e subgrupos ao longo do intervalo sedimentar do Paleoceno-Eoceno, da Bacia de Sergipe-Alagoas, para uma caracterização paleoambiental e paleoceanográfica.

2 - LOCALIZAÇÃO E MATERIAL DE ESTUDO

A Bacia Sergipe-Alagoas consiste em quatro sub-bacias, as sub-bacias do Jacuípe, de Sergipe, de Alagoas e do Cabo (Figura 1), com diferentes histórias tectono-sedimentares e preenchimentos distintos. Em geral, a denominação “Bacia de Sergipe-Alagoas” refere-se *sensu stricto*, às sub-bacias de Sergipe e de Alagoas e é neste sentido que a estaremos focalizando neste estudo. As 15 amostras estudadas são provenientes da seção Paleoceno Superior – Eoceno Inferior

do poço SE-2, perfurado pela PETROBRAS – S.A, o qual foi estudado por Ferreira (2004) onde foram definidas as biozonas e as respectivas datações relativas.

O poço localiza-se na parte submersa sul da Bacia de Sergipe-Alagoas, a qual está localizada na região nordeste brasileira ao longo da costa dos estados de Sergipe e Alagoas, entre as latitudes 9° e 11°30' Sul e longitudes 37°30' a 35° Oeste (Figura 1). A bacia apresenta uma forma alongada de aproximadamente 350 km de extensão e 35 km de largura, disposta na direção N45°E. Ao norte, o lineamento de Pernambuco separa a Bacia de Sergipe-Alagoas da Bacia de Pernambuco-Paraíba, e ao sul, a falha de Itapuã a separa da Bacia de Camamu (Lana, 1985; Cainelli, 1992; Feijó, 1994; Souza-Lima *et al.*, 2002). O intervalo estudado é constituído de folhelhos e siltitos cinzas a esverdeados contendo intercalações de arenitos finos a grossos e conglomerados pertencentes à Formação Calumbi (Feijó, 1994) (Figura 2).

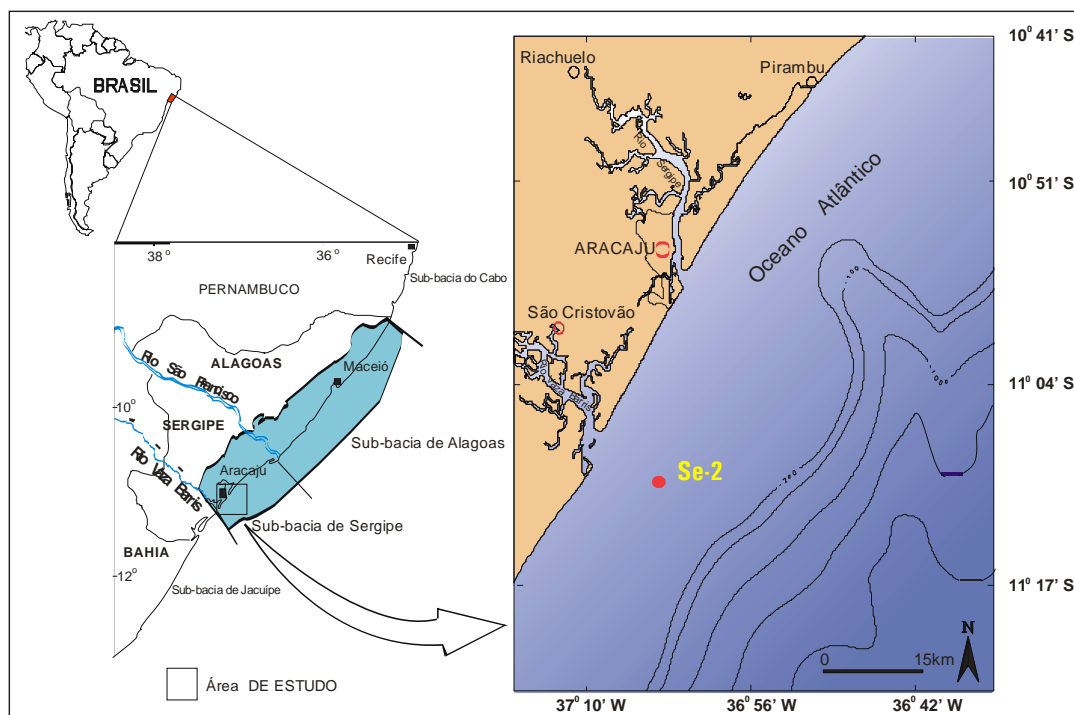


Figura 1: Mapa de localização da Bacia de Sergipe-Alagoas e do poço estudado (Modificado de Ferreira, 2004).

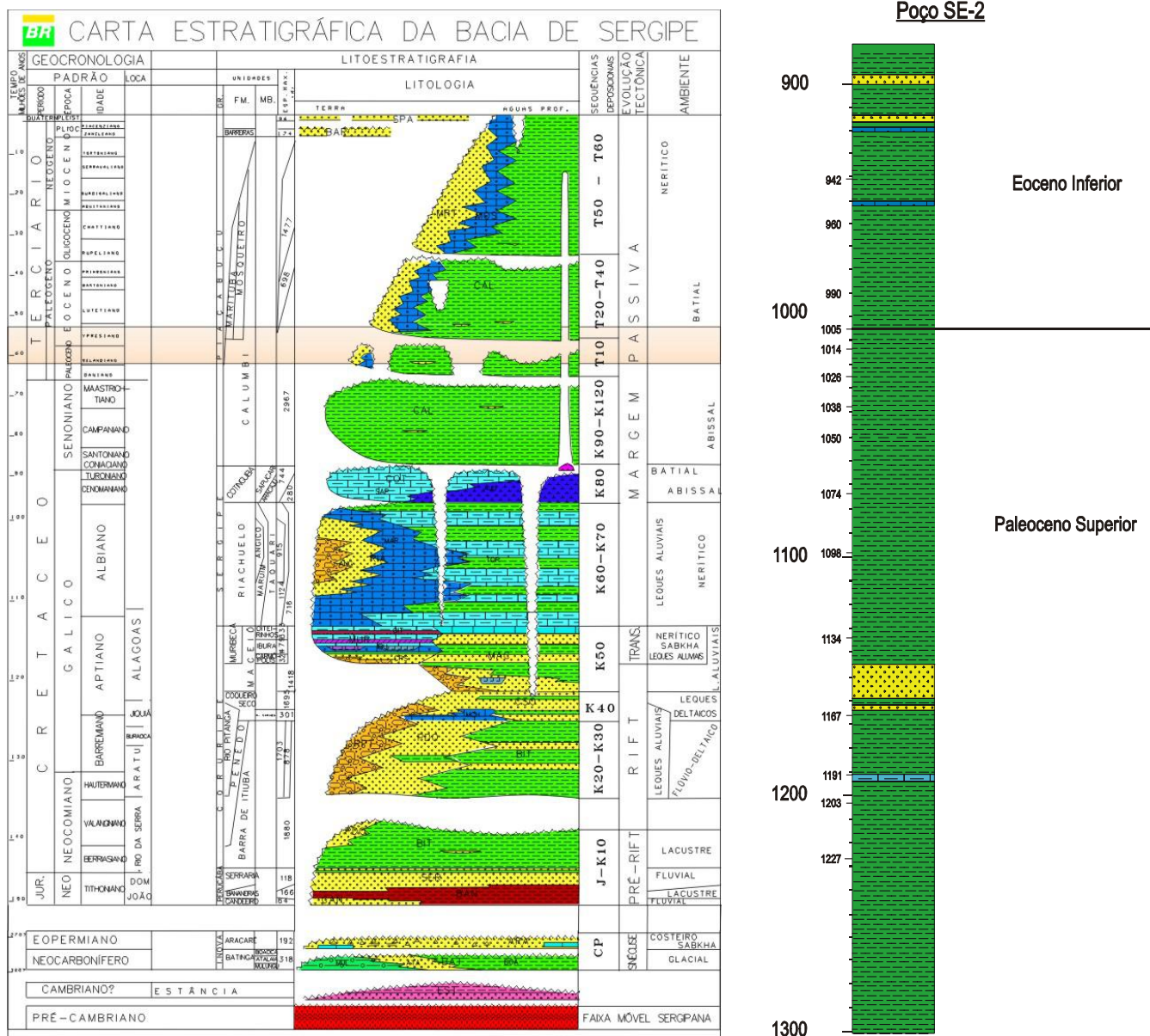


Figura 2: Carta estratigráfica da Bacia de Sergipe (Modificada de Feijó, 1994) e seção estudada do poço SE-2 com as profundidades amostradas (Modificada de Ferreira, 2004).

2.1 SÍNTESE DA GEOLOGIA REGIONAL E LOCAL

A gênese da Bacia de Sergipe-Alagoas, bem como das demais bacias do litoral brasileiro, está diretamente relacionada à fragmentação do Gondwana e conseqüente abertura do Oceano Atlântico Sul durante o Mesozóico (Cainelli & Mohriak, 1999).

Entre todas as bacias brasileiras, a Bacia de Sergipe-Alagoas é a que provavelmente possui o mais completo registro tectono-sedimentar (Mendes, 1994), apresentando depósitos de todos os seus estágios evolutivos: sinéclise, *pré-rift*, *rifto*, transicional e *drift* (Ojeda, 1982) (Figura 2).

De acordo com Souza-Lima *et al.*(2002) “os limites entre os estágios evolutivos foram

graduais, refletindo modificações no estilo tectônico predominante que afetou as seqüências sedimentares”.

Na bacia são reconhecidas cinco fases tectônicas. A primeira corresponde à fase de sinéclise que ocorreu entre o neocarbonífero e o eopermiano e está representado pelas rochas siliciclásticas da Formação Batinga, de provável origem glacial, e pelos arenitos eólicos, folhelhos e laminitos algais lacustres da Formação Aracaré.

A segunda corresponde à fase *pré-rift* que foi iniciada no neojurássico, quando um soerguimento crustal criou uma série de depressões periféricas ("depressão Afrobrasileira"). Estas depressões foram preenchidas por sedimentos fluviais e lacustres, representados na bacia de Sergipe-Alagoas pelas formações Candeeiro, Bananeiras e Serraria.

A terceira corresponde à fase *rift* que preencheu com um sistema alúvio-flúvio-deltaico as depressões criadas na fase *pré-rift*, representada pelas formações Rio Pitanga, Penedo, Barra de Itiúba e Coqueiro Seco.

Uma regressão regional ao fim do estágio *rift* causou uma grande discordância, denominada "Pré-neo-Alagoas" (Bacellar & Costa, 1993), seguida pela deposição dos sedimentos conglomeráticos e areias do Membro Carmópolis, da Formação Muribeca.

A quarta fase, transicional, teria sido iniciada a partir do eoaptiano, quando os primeiros sedimentos marinhos foram depositados, os evaporitos Paripueira. A influência tectônica do estágio *rift* continuou, contudo, ainda evidente. Uma seqüência progradante, composta por clásticos alúvio-flúvio-deltaicos, separa esta seqüência do ciclo evaporítico seguinte (ciclo Ibura), relacionado a uma nova transgressão marinha no Neoaptiano.

A quinta corresponde a fase *drift* que começou no Eo- a Mesoalbiano e se estende até o recente; a sedimentação marinha, contudo, já havia sido estabelecida desde o Neoaptiano (Formação Riachuelo). A fase *drift* caracterizou-se pela instalação de uma ampla e rasa plataforma carbonática. No Cenomaniano iniciou-se um grande evento transgressivo cujo ápice ocorreu no

Eoturoniano. Este evento causou o afogamento do sistema plataformal da Formação Riachuelo e o subsequente desenvolvimento da rampa carbonática da Formação Cotinguiba. A deposição prosseguiu até o Mesoconiaciano, alcançando possivelmente o Santoniano no depocentro da bacia.

Um novo evento transgressivo iniciado no Neoconiaciano resultou na deposição dos sedimentos siliciclásticos de talude e bacia oceânica, principalmente argilas (Formação Calumbi), sobre os carbonatos Cotinguiba. Este evento provavelmente registra a ruptura final entre a África e a América do Sul. Mudanças climáticas relacionadas à expansão do Atlântico Sul levaram a uma significativa redução na deposição carbonática. Apenas após o Neopaleoceno outra plataforma carbonática seria desenvolvida.

No Plioceno, sedimentos siliciclásticos do Grupo Barreiras foram depositados sobre grande parte da atual porção emersa da bacia.

3 - MÉTODOS DE ESTUDO

Para as análises palinofaciológicas foram confeccionadas e analisadas 15 lâminas organopalinológicas do poço SE-2, Formação Calumbi, da Bacia de Sergipe-Alagoas. O processamento e a análise foram realizados no Laboratório de Palinofácies e Fácies Orgânica, Departamento de Geologia, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ onde as mesmas estão depositadas.

3.1 - AMOSTRAGEM

O material estudado são amostras de calha compostas de intervalos (12x12 ou 15x15m) com uma maior concentração na passagem do Paleoceno para o Eoceno, bem como, nos intervalos onde ocorriam mudanças faciológicas.

3.2 - PROCESSAMENTO E TRATAMENTO DAS AMOSTRAS

A metodologia no tratamento de amostras sedimentares compreende desde a chegada do material ao laboratório até a obtenção do resíduo palinológico. Na primeira etapa, a amostra é

submetida à lavagem, secagem, desagregação, peneiramento e pesagem. Na segunda, as amostras são submetidas a tratamento químico, objetivando eliminar os constituintes mineralógicos por meio de reagentes químicos (ácido clorídrico e fluorídrico), dissolvendo-os ou separando-os por meio físico. A concentração da matéria orgânica e a confecção das lâminas organopalinológicas foram realizadas utilizando os procedimentos palinológicos não oxidativos padrões descritos por Tyson, (1995), Mendonça Filho (1999) e Oliveira *et al.* (2004, 2006).

3.3 – ANÁLISE DAS LÂMINAS ORGANOPALINOLÓGICAS

A técnica de palinofácies envolveu o exame qualitativo (identificação) dos componentes orgânicos particulados, os quais são derivados de diversos grupos que compõe a matéria orgânica (amorfa, fitoclastos e palinomorfos).

3.3.1 - PALINOFÁCIES

Na análise de palinofácies foi utilizada a microscopia em luz branca transmitida para a identificação dos componentes orgânicos particulados (por exemplo, amorfa, fitoclastos e palinomorfos continentais e marinhos). O material também foi analisado sob fluorescência (luz azul incidente) para identificação dos componentes lipídicos, bem como na determinação do estado de preservação da matéria orgânica.

Os principais objetivos da utilização da microscopia, seja ela realizada em luz branca transmitida ou em luz azul incidente (fluorescência), fundamentam-se na caracterização da origem da matéria orgânica (precursores botânicos), na determinação das frequências relativas e do estado de preservação dos diferentes componentes da matéria orgânica total. A combinação do procedimento de reconhecimento visual dos componentes orgânicos particulados em luz branca transmitida com a identificação por fluorescência é importante para facilitar a individualização dos palinomorfos, os quais geralmente apresentam como característica uma elevada fluorescência.

Para a análise microscópica foram utilizados os microscópios Zeiss modelos Axioskop 2 plus e Axio Imager A1, ambos com fonte de fluorescência (lâmpada de mercúrio HBO – 100W) e oculares com aumento de 10x e objetivas de 10, 20, 40 e 100x. O registro fotomicrográfico dos componentes orgânicos foi realizado pelo software AnalySIS Five da SIS com a câmera Color View 2 acoplada nos microscópios.

3.3.2 – CONTAGEM DOS COMPONENTES ORGÂNICOS

Foram realizadas contagens de no mínimo 300 e no máximo 500 partículas em cada lâmina para os grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica (Tabelas 1 e 2). Os valores absolutos obtidos da contagem foram transformados em valores percentuais, obedecendo à classificação dos principais componentes da matéria orgânica proposta na Tabela 1.

Tabela 1: Classificação geral dos principais componentes da matéria orgânica (adaptado de Tyson 1995; Mendonça Filho, 1999; Carvalho, 2001; Mendonça Filho *et. al.*, 2002).

Grupos & Subgrupos		Origem	Descrição	
Matéria Orgânica Amorfa	"M.O.A."	Material orgânico derivado de ataque microbiológico	Material não estruturado e com formato variado; cor: amarelo-laranja-vermelho; laranja-marrom; cinza, algumas vezes inclusões como palinomorfos, fitoclastos, pirta, etc; fluorescente a não-fluorescente.	
	Resina	Derivado de vegetais terrestres superiores de florestas tropicais e subtropicais	Partícula não estruturada, hialina, usualmente arredondada, homogênea, fluorescente a não-fluorescente.	
Fitoclastos	Opaco	Equidimensional	Partícula de cor preta de forma quadrática. Sem bioestruturas internas.	
		Alongado	Partícula de cor preta de forma alongada. Eixo longo três vezes mais do que o eixo curto. Sem bioestrutura interna.	
	Não Opaco	Não bioestruturados	Derivado de tecidos lenhosos de vegetais superiores ou fungos	Partícula de cor marrom não bioestruturada
		Bioestruturados		Partícula de cor marrom bioestruturada (estriada, listrada, bandada, perfurada)
		Cutículas		Partículas de cor amarelo-pálido a marrom claro, delgadas, com estrutura celular, em alguns casos com estômatos visíveis.
		Membranas		Partículas de cor amarelo-pálido, comumente transparentes, sem estrutura celular.
		Hifas de Fungo		Filamentos individuais do micélio da fase vegetativa dos fungos.
Palinomorfos	Esporomorfo	Esporo	Palinomorfo terrestre produzido por pteridófitas, briófitas e fungos.	
		Grão de Pólen	Palinomorfo terrestre produzido por gimnospermas e angiospermas	
	Microplâncton de água doce	<i>Botryococcus</i>	Alga Chlorococcale	Colônias globular irregular; tamanho 30 a 2000 µm, algumas vezes com vários lóbulos; laranja-marrom. Carbonífero-Recente.
		<i>Pediastrum</i>		Algas verdes coloniais, radialmente simétricas; tamanho 30-200µm em diâmetro e com um dois chifres no anel mais externo das células. Células internas podem ser de forma irregular com espaços entre elas ou compactadas. Jurássico?-Recente.
	Microplâncton marinho	Dinoflagelados	Restos de cistos produzidos durante a parte sexual do ciclo de vida da Classe Dinophyceae	Principal característica é a paratabulação que divide a teca do cisto em placas retangulares ou poligonal separadas por suturas. Três morfologias principais: proximados, cavados e corados. Muitas vezes com uma abertura (arqueópilo). Através da qual ocorre o encistamento. Jurássico- Recente.
		Prasinófitas	Microfóssies produzidos por pequenas algas quadriflageladas (Divisão Pyhophyta)	Maioria, como <i>Tasmanites</i> , são esféricas; diâmetro 50 à 2000 µm. Pré-Cambriano-Recente.
Zoomorfo	Palinoforaminífero*	Película interna que reveste a carapaça de foraminíferos	Parede interna quitinosa; marrom; câmaras menores muitas vezes mais escuras.	

* Este termo é aqui utilizado somente para descrever restos orgânicos de microforaminíferos que se mantêm após o tratamento com ácido clorídrico e não em alusão à classificação formal de palinoforaminíferos, ainda não totalmente aceita na comunidade científica.

As contagens foram realizadas a partir da cobertura da lâmina através de seções transversais verticais. Foram contadas todas as partículas que caíram sobre o retículo graduado, exceto aquelas com tamanho inferior a 10 µm e qualquer contaminante (reconhecidos pela cor, relevo ou forma). Os fragmentos de palinomorfos não identificáveis ou com menos da metade da forma e tamanho original, foram descartados. Os palinomorfos com tamanho inferior a 10 µm foram considerados equivalentes àquelas com tamanho igual ou superior a 10 µm, os quais também foram incluídos na

contagem. A contagem dos palinomorfos foi realizada no sistema de contagem combinada (Mendonça Filho, 1999), o qual utiliza luz transmitida e azul incidente (fluorescência), com contagem de todos os componentes do campo visual do microscópio.

3.4 – TRATAMENTO DOS DADOS

Com base na tabela de dados de leitura das lâminas organopalinológicas (Tabela 2) aplicou-se o aplicativo de Mineralogia Minpet 2.0 (Richard, 2002) onde foi gerado um diagrama ternário baseado nos valores percentuais dos três principais grupos da matéria orgânica particulada, normalizados a 100% (Tyson, 1993; 1995) e também foram confeccionadas representações gráficas dos grupos e subgrupos da matéria orgânica.

4 – RESULTADOS

4.1 – QUALITATIVOS

A análise organopalinológica mostrou, de modo geral, o predomínio de matéria orgânica amorfa (M.O.A.), com 45,97% em valores médios, seguidos dos fitoclastos com 32,27% e palinomorfos com 21,76% em relação ao total da matéria orgânica (Tabela 2).

Tabela 2: Tabela de valores percentuais dos grupos e subgrupos da matéria orgânica.

AMOSTRAS / LÂMINAS	PROFUNDIDADES EM METROS	MOA		Fitoclasto										Palinóforos						
				Opaco			Não Opaco							Palinóforos Continentais		Palinóforos Marinhos				
		% MOA	% Resina/Hialina	% Equidimensional	% Alongado	% Corridoio/Pseudoamorfo	% Perfurado	% Bandado	Bioestruturado			Não Bioestruturado				% Esporóforos	% Clorófitas (<i>Botryococcus + Pediastrum</i>)	% Dinocistos	% Prasinófitas	% Palinóforaminíferos*
									%	%	%	%	%	%	%					
1	942 - 951	94,70	-	0,66	0,66	1,32	-	-	-	-	-	1,32	0,66	-	0,33	-	0,33	-	-	
2	960 - 972	94,68	-	1,00	0,33	1,33	-	-	-	-	0,33	-	0,66	-	0,33	0,66	0,66	-	-	
3	990 - 999	94,39	-	1,65	0,66	0,99	-	-	-	-	-	-	0,99	0,33	-	-	0,99	-	-	
4	1005 - 1011	89,67	-	-	0,67	3,67	0,33	-	-	-	-	0,33	0,33	-	0,67	1,00	2,67	0,33	0,33	
5	1014 - 1023	75,00	2,33	2,67	1,67	3,67	0,33	0,33	-	-	-	3,00	4,67	-	4,00	-	2,33	-	-	
6	1026 - 1035	54,22	0,65	2,27	2,60	6,17	0,65	-	0,65	-	-	4,55	13,96	0,32	3,90	1,62	8,18	-	0,32	
7	1038 - 1047	28,81	5,96	4,64	2,98	26,16	-	-	-	-	-	2,32	15,23	0,99	3,97	1,66	7,28	-	-	
8	1050 - 1059	3,58	-	8,79	1,95	2,93	0,65	1,63	1,30	0,33	-	12,70	22,48	0,65	3,91	1,30	36,15	-	1,63	
9	1074 - 1083	11,58	-	4,18	4,18	17,68	0,64	0,64	0,32	-	0,32	1,29	8,04	5,79	4,50	6,11	33,76	0,64	0,32	
10	1098 - 1107	21,67	2,00	1,67	3,00	21,33	1,00	0,33	0,33	-	1,00	0,67	4,00	5,67	4,33	4,67	27,34	-	1,00	
11	1134 - 1143	31,56	1,00	1,33	1,00	2,33	1,00	1,33	1,00	0,33	2,66	3,32	11,30	6,64	1,99	3,65	28,24	-	1,33	
12	1167 - 1176	17,48	3,07	5,83	1,84	19,63	1,84	0,92	0,61	-	3,37	2,15	12,58	2,15	5,52	3,68	17,79	0,31	1,23	
13	1191 - 1200	18,89	1,30	3,91	0,33	0,98	1,63	0,65	0,65	-	3,26	15,96	14,01	5,54	3,58	1,30	25,41	1,30	1,30	
14	1203 - 1212	11,39	0,95	5,38	0,95	4,43	0,95	1,58	0,63	0,95	5,06	12,03	21,20	1,90	4,11	2,22	25,00	-	1,27	
15	1227 - 1236	23,00	1,67	6,67	2,33	18,33	0,67	0,67	0,67	-	2,33	3,67	9,00	1,00	7,00	3,67	16,67	-	2,67	
% MÉDIA TOTAL		44,71	1,26	3,38	1,68	8,73	0,65	0,54	0,41	0,11	1,22	4,22	9,27	2,07	3,21	2,10	15,52	0,17	0,76	

AMOSTRAS / LÂMINAS	PROFUNDIDADES EM METROS	% TOTAL DE MOA	% TOTAL DE Fitoclastos	% TOTAL DE Fitoclastos Opacos	% TOTAL DE Fitoclastos Não Opacos	% TOTAL DE Palinóforos	% TOTAL DE Palinófor. Continentais	% TOTAL DE Palinófor. Marinhos
1	942 - 951	94,70	4,64	2,65	1,99	0,66	0,33	0,33
2	960 - 972	94,68	3,65	2,66	1,00	1,66	1,00	0,66
3	990 - 999	94,39	4,62	3,30	1,32	0,99	-	0,99
4	1005 - 1011	89,67	5,33	4,33	1,00	5,00	1,67	3,33
5	1014 - 1023	77,33	16,33	8,00	8,33	6,33	4,00	2,33
6	1026 - 1035	54,87	31,17	11,04	20,13	13,96	5,52	8,44
7	1038 - 1047	34,77	52,32	33,77	18,54	12,91	5,63	7,28
8	1050 - 1059	3,58	53,42	13,68	39,74	43,00	5,21	37,79
9	1074 - 1083	11,58	43,09	26,05	17,04	45,34	10,61	34,73
10	1098 - 1107	23,67	39,00	26,00	13,00	37,33	9,00	28,33
11	1134 - 1143	32,56	32,23	4,65	27,57	35,22	5,65	29,57
12	1167 - 1176	20,55	50,92	27,30	23,62	28,53	9,20	19,33
13	1191 - 1200	20,20	46,91	5,21	41,69	32,90	4,89	28,01
14	1203 - 1212	12,34	55,06	10,76	44,30	32,59	6,33	26,27
15	1227 - 1236	24,67	45,33	27,33	18,00	30,00	10,67	19,33
% MÉDIA TOTAL		45,97	32,27	13,78	18,49	21,76	5,31	16,45

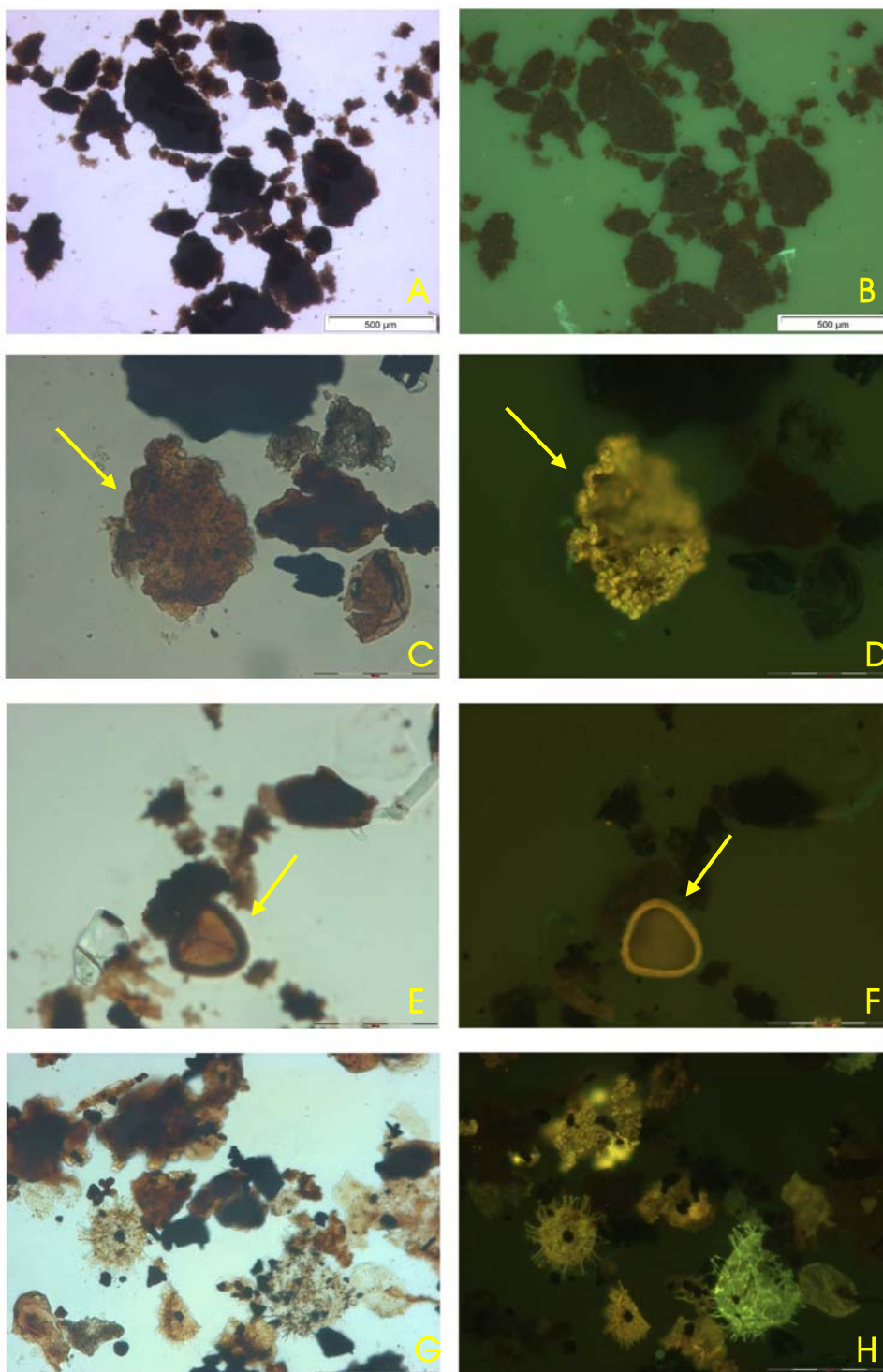
*Este termo é aqui utilizado somente para descrever restos orgânicos de microforaminíferos que se mantêm após o tratamento com ácido clorídrico e não em alusão à classificação formal de palinóforaminíferos, ainda não totalmente aceita na comunidade científica.

A M.O.A. sob luz branca transmitida apresenta-se em grumos com uma coloração amarronzada e sob fluorescência exibe uma coloração predominantemente laranja médio, variando a uma coloração castanha em menor proporção (Estampa 1, fotos A e B).

O material lenhoso é composto predominantemente de fitoclastos pequenos, não opacos degradados, seguidos por fitoclastos opacos corroídos (Estampa 1, foto G).

Os palinomorfos em luz branca transmitida apresentam coloração amarela a laranja e em fluorescência variam de amarelo intenso a castanho claro (Estampa 1, fotos C-H). Dentre os palinomorfos, predominam os dinoflagelados com valores médios percentuais de 15,52%, seguido dos esporomorfos com 3,21% e das algas clorófitas (*Botryococcus* + *Pediastrum*) com 2,10% em relação ao total da matéria orgânica (Tabela 2).

ESTAMPA 1



- A - Matéria orgânica amorfa grumosa em luz branca transmitida. Objetiva 10 X, Escala: 500µm (Lâmina 2).
B - Mesma visada da figura A, mostrando a intensidade da fluorescência da M.O.A.
C - *Botryococcus* em luz branca transmitida. Objetiva 20 X, Escala: 100µm (Lâmina 15).
D - Mesma visada da figura C, mostrando a intensidade da fluorescência do *Botryococcus*.
E - Esporo em luz branca transmitida. Objetiva 20 X, Escala: 100µm (Lâmina 10).
F - Mesma visada da figura E, mostrando a intensidade da fluorescência do Esporo.
G - Vista geral da lâmina 8 em luz branca transmitida. Objetiva 20 X, Escala: 100µm (Lâmina 8).
H - Mesma visada da figura G, mostrando a intensidade da fluorescência.

4.2 - CARACTERIZAÇÃO PALEOAMBIENTAL

A caracterização paleoambiental foi obtida baseando-se em tendências proximais-distais verificadas na variação dos percentuais dos grupos e subgrupos de matéria orgânica (Figura 4). Esses resultados foram integrados com aqueles obtidos através do diagrama ternário (Figura 3).

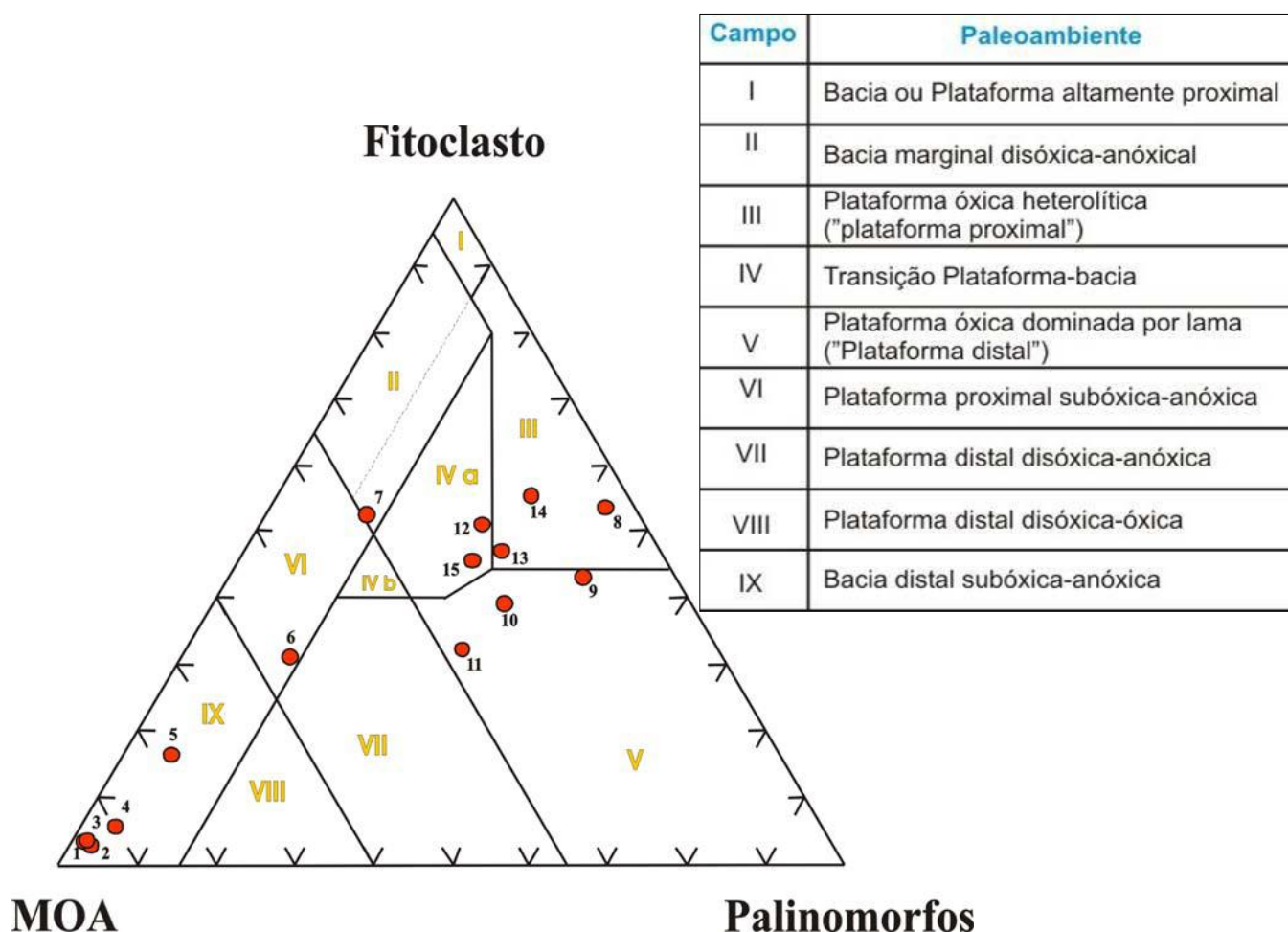
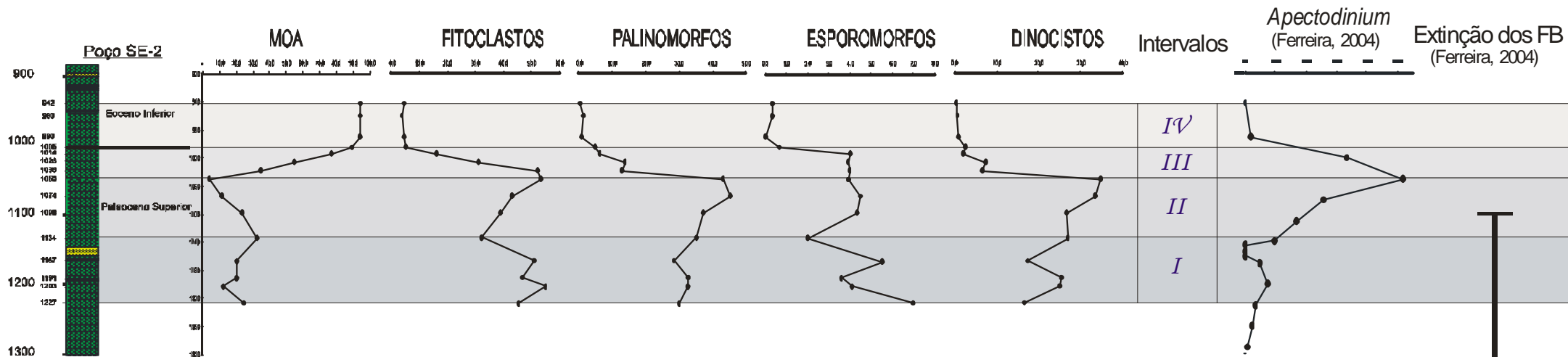


Figura 3 - Diagrama ternário com as amostras estudadas plotadas (modificado Tyson, 1993; 1995).

De acordo com a figura 3, as 15 amostras analisadas da seção estudada concentram-se sobre os campos II (amostra 7), III (amostras 8, 14 e 13), IVa (amostras 12 e 15), V (amostras 9, 10 e 11), VI (amostra 6) e IX (amostras 1, 2, 3, 4 e 5), o que representa uma variação de paleoambientes deposicionais ao longo da seção estudada. Concluiu-se que durante o Neopaleoceno, há uma tendência evolutiva de uma sedimentação com caráter de plataforma heterolítica sob um regime

óxido (plataforma proximal) (Intervalo I), passando para uma com caráter de plataforma óxica dominada por lama (plataforma distal) (Intervalo II). Essas condições ambientais são substituídas por condições de caráter de plataforma proximal subóxica–anóxica (Intervalo III). No Eoceno inferior, registrou-se condições com caráter de bacia distal sob um regime subóxico–anóxico (Intervalo IV).



FB - Foraminíferos Bentônicos Remanescentes do Cretáceo

INTERVALO I	INTERVALO II	INTERVALO III	INTERVALO IV
Baixos valores de M.O.A Aumento dos dinoflagelados Diminuição dos fitoclastos e esporomorfos	Diminuição dos valores de M.O.A Aumento dos dinoflagelados e fitoclastos	Grande aumento de M.O.A. Grande diminuição dos dinoflagelados e fitoclastos	Mantem altos valores de M.O.A Mantem baixos valores de dinoflagelados e fitoclastos

Figura 4: Distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica em relação ao total de matéria orgânica com as divisões dos intervalos determinados pelas tendências proximais – distais.

Os dinoflagelados dominam a assembléia de palinomorfos e sua relação com os esporomorfos (pouco freqüentes) constituiu um parâmetro importante para avaliar tendências proximais–distais.

Através da integração do diagrama ternário (Figura 3) com as representações gráficas dos componentes da matéria orgânica (Figura 4), foi possível individualizar em 4 intervalos paleoambientais a seção estudada, os quais são descritos abaixo.

O intervalo I, Neopaleoceno, é caracterizado pelo baixo valor de M.O.A, aumento dos dinoflagelados, diminuição dos fitoclastos e esporomorfos. Esse intervalo corresponde a uma deposição de caráter proximal. Segundo as informações paleobatimétricas obtidas através de associações de foraminíferos bentônicos, este intervalo foi depositado em ambiente batial superior (Ferreira, 2004). Os resultados aqui verificados podem ser interpretados como entrada de fluxo de terrígenos e de águas marinhas rasas em ambientes profundos.

O intervalo II, Neopaleoceno, é caracterizado pela diminuição de M.O.A, aumento dos dinoflagelados e fitoclastos. Esse intervalo corresponde a uma deposição de caráter mais proximal do que verificado no Intervalo I. Apesar das condições paleobatimétricas, batial superior, permanecerem como no Intervalo I, os dados obtidos com base na palinofácies sugerem uma mudança nas condições ambientais (pequena entrada de fluxo de terrígeno), disponibilidade de nutrientes e melhoria das condições de oxigenação na camada superficial do mar. Sugere-se uma mudança nas condições climáticas da região, com um aumento de pluviometria no continente. Segundo Ferreira (2004) nesse intervalo ocorre um aumento do gênero *Apectodinium*, dinoflagelado indicador termal do MTPE. Dentro do Intervalo II também ocorre a extinção global dos foraminíferos bentônicos remanescentes do Cretáceo (profundidade de 1098m; Ferreira, 2004), atribuída a um aumento da temperatura das águas de fundo. Esses dois bioeventos são considerados uma resposta ao MTPE, tendo como uma das principais causas à liberação do gás de hidrato de

metano, cujo escape foi rápido o suficiente para exaurir o oxigênio das águas de fundo e influir no aquecimento global na transição do Paleoceno-Eoceno (Dickens *et al.*, 1995).

O intervalo III, Neopaleoceno, é caracterizado por um grande aumento de M.O.A, uma grande diminuição de dinoflagelados (quantitativa e diversidade) e fitoclastos. Esse intervalo corresponde a uma deposição de caráter mais distal que aqueles verificados nos intervalos anteriores (I e II). Essas informações sugerem que provavelmente houve uma subida do nível relativo do mar, caracterizando uma fase transgressiva e/ou então desenvolvimento de ambientes com deficiência em oxigênio.

O intervalo IV, Eoceno, é caracterizado por manter valores elevados de M.O.A (> 85 %) e manter valores baixos de dinoflagelados e fitoclastos. Esse intervalo corresponde à deposição de caráter mais distal em relação aos demais intervalos. No intervalo IV, devido a grande quantidade de M.O.A, interpretou-se o maior grau de anoxia dos paleoambientes na seção estudada.

5 - CONCLUSÃO

Através do estudo dos parâmetros palinofaciológicos foi possível concluir que a seção apresenta excelente qualidade e diversidade de matéria orgânica. O predomínio da matéria orgânica amorfa indica uma forte atividade microbiológica e a intensa coloração de fluorescência nos componentes orgânicos indica uma alta taxa de preservação e baixo teor de oxigênio livre no ambiente deposicional. A relação entre dinoflagelados, palinomorfos e fitoclastos permitiu constatar a entrada de águas doces no sítio deposicional sem que houvesse alteração das condições paleobatimétricas (Batial superior). Durante o Neopaleoceno há uma tendência evolutiva caracterizando um regime transgressivo registrado ao longo da seção estudada e que persiste no Eoceno. Em relação ao MTPE, marcado com base no acme de *Apectodinium* e extinção global dos foraminíferos bentônicos, os resultados da análise de palinofácies marcaram bem a mudança climática ocorrida no intervalo estudado.

6 – AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os colegas do Laboratório de Palinofácies e Faciologia orgânica (UFRJ/IGEO) pelo apoio durante o processamento químico das amostras. Aos geólogos Dr. Marcelo de Araújo Carvalho e Igor Viegas Alves Fernandes de Souza pela leitura crítica desse trabalho.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACELLAR, P. B. & COSTA, M. N. C. 1993. **Expressão sísmica da discordância pré-neo-Alagoas – porção nordeste da sub-bacia terrestre de Alagoas.** In: Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica, 3. Rio de Janeiro. Resumos expandidos. Sociedade Brasileira de Geofísica, 1: 163-167.
- CAINELLI, C. 1992. **Sequence stratigraphy, canyons, and gravity mass-flow deposits in the Piaçabuçu Formation, Sergipe-Alagoas Basin, Brasil.** Austin. University of Texas at Austin. PhD dissertation, 233p.
- CAINELLI, C. & MOHRIAK, W. U. 1999. **Some remarks on the evolution of sedimentary basins along the Eastern Brazilian continental margin.** Episodes, 22(3):206-216.
- CARVALHO, M. A., 2001. **Paleoambiental reconstruction based on palynological and palynofacies analyses of the Aptian-Albian succession in the Sergipe Basin, northeastern Brazil.** Tese de Doutorado, Universität Heidelberg, Geologisch-Paläontologisches Institut - Alemanha. 150p.
- COMBAZ, A. 1964. **Lês palynofacies.** Revue de Micropaléontologie, Paris, 7: 205-218.
- DICKENS, G. R., O'NEIL, J. R., REA, D. K. & OWEN, R. M., 1995. Dissociation of oceanic methane hydrate as a cause of the carbon isotope excursion at the end of the Paleocene. **Paleoceanography**, V. 10, p. 965-971.
- FEIJÓ, F. J. 1994. **Bacias de Sergipe e Alagoas.** Boletim de Geociências da Petrobras, 8(11): 149-161. Rio de Janeiro.
- FERREIRA, E. P. 2004. **Palinoestratigrafia e caracterização de paleoambientes da seção paleocênica-eocênica da Bacia de Sergipe – SE.** Universidade Federal do Rio de Janeiro – RJ. Tese de Doutorado, 2 vol., 253p.
- LANA, M. C. 1985. **Rifteamento na bacia de Sergipe-Alagoas, Brasil.** Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, 124p. Dissertação de Mestrado.
- MENDES, J.M.C., 1994. **Análise estratigráfica da seção neo- aptiana/Eocenomaniana (Fm. Riachuelo) na área do Alto de Aracajú e adjacências – Bacia de Sergipe/Alagoas.** Tese de Doutorado em Geologia - Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 166p.
- MENDONÇA FILHO, J. G. 1999. **Aplicação de estudos de palinofácies e fácies orgânicas em rochas do Paleozóico da Bacia do Paraná, Sul do Brasil.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado, 2 vol., 338p.
- MENDONÇA FILHO, J. G., CARVALHO, M. A. & MENEZES, T. R. 2002. **Palinofácies.** In: Técnicas e procedimentos de trabalho com fósseis e formas modernas comparativas. Ed. Unisinos, São Leopoldo – RS. p. 20-24.

- OJEDA, H. A. O. 1982. **Structural framework, stratigraphy, and evolution of Brazilian marginal basins.** The American Association of Petroleum Geologists Bulletin. 66(6): p. 732-749.
- OLIVEIRA, A. D., MENDONÇA FILHO, J. G., CARVALHO, M. A., MENEZES, T. R., LANA, C. C. & BRENNER, W. W. 2004. **Novo método de preparação palinológica para aumentar a recuperação de dinoflagelados.** Revista Brasileira de Paleontologia, 7(2): 169-175.
- OLIVEIRA, A. D., MENDONÇA FILHO, J. G., CARVALHO, M. A., SANT'ANNA, A. J., SOUZA, J. T., FREITAS, A. G., MENEZES, T. R. 2006. **Inovação no processamento químico para isolamento da matéria orgânica sedimentar.** Anais do XLIII Congresso Brasileiro de Geologia - Aracajú, p.324.
- RICHARD, L. R. 2002. **Minpet for Windows, Version 2.02.** Minpet Geological Software, Gatineau, Quebec.
- SOUZA-LIMA, W., ANDRADE E. J., BENGTON, P. & GALM, P. C. 2002. **A Bacia de Sergipe-Alagoas. Evolução geológica, estratigrafia e conteúdo fóssil.** Ed. Fundação Paleontológica Phoenix.
- TYSON, R.V. 1993. **Palynofacies Analysis.** In: Jenkins, D. J. Ed., Applied Micropaleontology, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. p. 153-191.
- TYSON, R.V. 1995. **Sedimentary Organic matter: Organic facies and palynofacies.** Chapman & Hall. London. 615p.
- ZACHOS, J.C., LOHMANN, K. C., WALKER, J. C. G. & WISE, S. W., 1993. **Abrupt climate change and transient climates during the Paleogene: a marine perspective.** The Journal of Geology, V. 101, p. 191-213.