

# Aplicação da faciologia orgânica no modelo sedimentológico-estratigráfico do Oligo-Mioceno e Mioceno da Bacia de Campos

*Application of organic facies in sedimentological-stratigraphical model of the Oligo-Miocene and Miocene of the Campos Basin*

João Graciano Mendonça Filho | Taíssa Rêgo Menezes | Joalice de Oliveira Mendonça | Antonio Donizeti de Oliveira | Jaqueline Torres de Souza | Viviane Sampaio Santiago dos Santos | Luci Maria Arienti

## resumo

Este trabalho apresenta a integração da análise de palinofácies com o modelo estratigráfico e sedimentológico dos depósitos siliciclásticos do intervalo estratigráfico da plataforma rasa até o talude/bacia do Oligo-Mioceno/Mioceno da Bacia de Campos. O principal objetivo da palinofácies foi caracterizar a matéria orgânica sedimentar particulada de 158 amostras de testemunhos coletadas em 29 poços de nove campos produtores (Albacora, Barracuda, Marlim Sul, Marlim, Voador, Marlim Leste, Moréia e Albacora Leste). Essa técnica fornece informações sobre a relação proximal-distal e as condições paleo-ambientais de deposição e preservação de matéria orgânica sedimentar, permitindo avaliar e comparar as associações de componentes orgânicos particulados. Assim, a técnica palinofácies pode ser usada como mais uma ferramenta na caracterização de sistemas deposicionais, com base na distribuição espacial e temporal dos intervalos sedimentares. No geral, as associações palinofaciológicas mostraram o predomínio do Grupo Fitoclasto (matéria orgânica terrestre)

em vários estágios de degradação em função do processo de preservação seletiva diagnosticado nas amostras estudadas. Algumas amostras apresentaram elevados percentuais de dinocistos indicativos de condições deposicionais de caráter transgressivo. De acordo com os dados obtidos, foi possível caracterizar as sequências estratigráficas de acordo com a distribuição do conteúdo orgânico particulado (e.g. influência de sistemas flúvio-deltaicos, regime de oxigênio, tendências regressiva-transgressiva de cada sequência). Análises adicionais de Carbono Orgânico Total (COT% em peso) mostraram o controle dos componentes particulados do Grupo Fitoclasto no conteúdo de COT (% em peso), sugerindo que a curva de variação do nível relativo do mar pode ser traçada inversamente à curva de variação dos teores de COT ao longo das sequências, uma vez que a progradação siliciclástica tem sempre uma correlação positiva com a abundância absoluta de matéria orgânica terrestre.

**Palavras-chave:** Bacia de Campos | Oligo-Mioceno | palinofácies | estratigrafia | sedimentologia

## abstract

*This study integrates palynofacies analyses and the sedimentological and stratigraphic model of the Oligo-Miocene/Miocene siliciclastic deposits from the stratigraphic interval of the shallow continental platform up to the slope/basin of the Oligo-Miocene/Miocene of the Campos Basin proposed. The main objective of the palynofacies study was to characterize the particulate sedimentary organic matter to obtain information about the proximal-distal relationship and the sedimentary organic matter preservation and depositional environmental conditions. The 158 core samples collected in 29 wells of the 9 oil production fields (Albacora, Barracuda, Marlim Sul, Marlim, Voador, Marlim Leste, Moréia and Albacora Leste), were studied. This technique provides information about the proximal-distal relationship and the paleoenvironmental conditions of deposition and preservation of sedimentary organic matter, to facilitate the evaluation and comparisons between the associations of particulate organic components. Thus, the palynofacies technique can be used as another tool in the characterization of depositional systems, based on the spatial and temporal distribution of sedimentary intervals. In general the palynofacies assemblages showed the predominance of the Phytoclast Group (terrestrial derived organic matter) at various degradation stages due to the selective preservation process diagnosed in the studied samples. Some samples, revealed high dinocysts percentages indicative of transgressive depositional conditions. From the obtained data, it was possible to characterize the stratigraphic sequences according to the distribution of particulate organic content (e.g. influence of fluvio-deltaic systems, oxygen system, regressive-transgressive tendencies of each sequence). Additional analyses of Total Organic Carbon (% wt) showed the control of the particulate components from the Phytoclast Group on the TOC (% wt) content, suggesting that the relative sea-level variation curves can be drawn inversely to the TOC content variation curves along the sequences, since siliciclastic progradation always presents a correlation with the absolute abundance of the terrestrial organic matter.*

*(Expanded abstract available at the end of the paper).*

**Keywords:** Campos Basin | Oligo-Miocene | palynofacies | stratigraphy | sedimentology

## introdução

Este trabalho apresenta a integração da análise de palinofácies com o modelo estratigráfico e sedimentológico dos depósitos siliciclásticos do Oligo-Mioceno/Mioceno da Bacia de Campos. Os dados de palinofácies foram gerados no Laboratório de Palinofácies e Fácies Orgânica do Departamento de Geologia/ Instituto de Geociências/Universidade Federal do Rio de Janeiro. O estudo foi realizado através do projeto UFRJ/Petrobras (Rede de Sedimentologia) intitulado “Análise de Palinofácies do Terciário da Bacia de Campos” segundo Mendonça Filho, para ser integrado ao Projeto Modelo Sedimentológico Estratigráfico do Oligo-Mioceno e Mioceno da Bacia de Campos, coordenado pela consultora técnica Luci Maria Arienti.

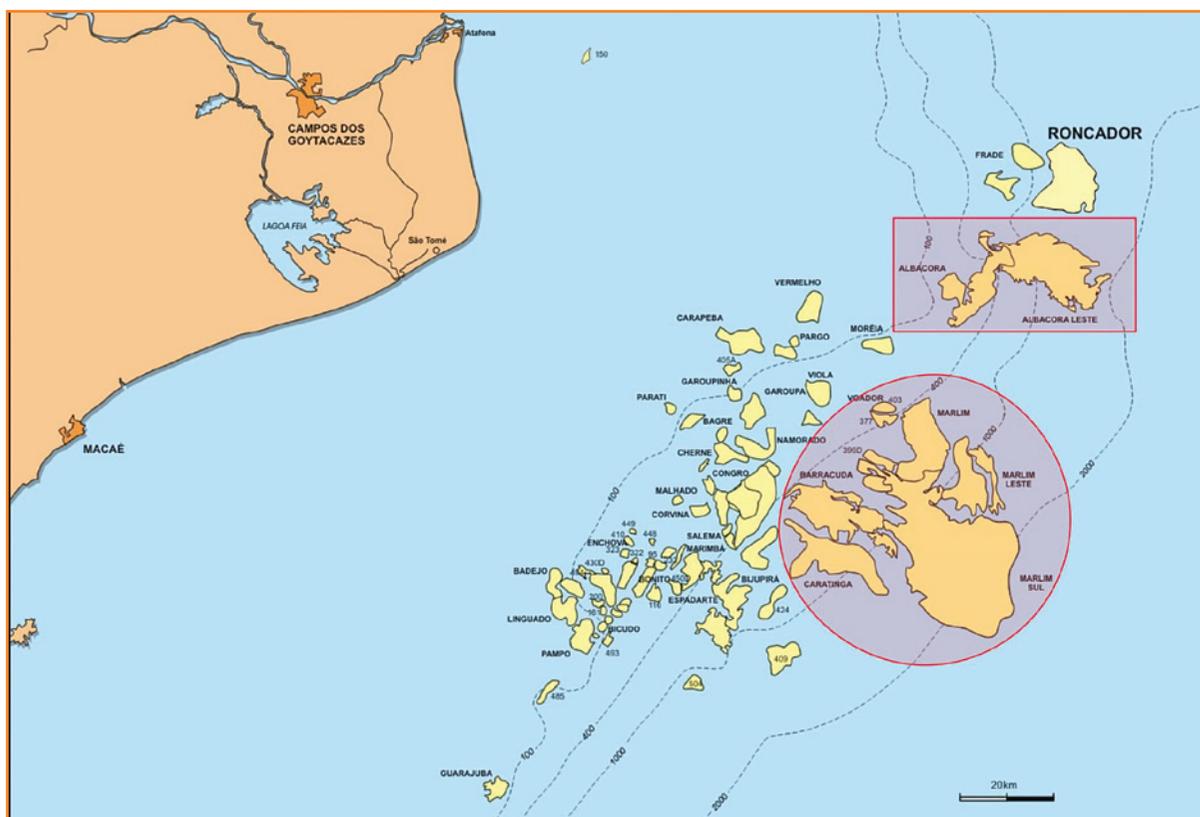
O principal objetivo da aplicação da palinofácies foi caracterizar a matéria orgânica sedimentar particulada para obter informações da relação proximal-distal e das condições paleoambientais de deposição e de preservação da matéria orgânica sedimentar. A partir da distribuição dos componentes orgânicos particulados, esse estudo permitiu avaliar e comparar as associações de palinofácies descritas para as amostras dos Campos de Albacora, Barracuda, Marlim Sul, Marlim, Voador, Marlim Leste, Moréia e Albacora Leste, visando utilizar a palinofácies como mais uma ferramenta para auxiliar na integração de todos os sistemas deposicionais de parte do Oligoceno Inferior, Oligoceno Superior e Mioceno da Bacia de Campos, com base na distribuição espacial e temporal dos intervalos estudados.

Foram disponibilizadas para a UFRJ 158 amostras de testemunhos, coletadas em 29 poços dos nove campos produtores. O intervalo estratigráfico representa desde a plataforma rasa até o talude/bacia (fig. 1) e foram identificadas cinco sequências deposicionais de 3ª ordem e marcos estratigráficos representando superfícies de afogamentos regionais.

## análise de palinofácies

### procedimento de preparação de amostras

Um total de 158 amostras de testemunhos foi coletado para a análise dos componentes orgânicos particulados (querogênio). Inicialmente, o procedimento analítico teve como objetivo o isolamento da fração



**Figura 1**  
Mapa de localização dos campos gigantes produtores de óleo de idade Oligo-Mioceno e Mioceno da Bacia de Campos, Brasil.

**Figure 1**  
Location map of the Oligocene-Miocene and Miocene aged giant oil production fields in the Campos Basin, Brazil.

particulada da matéria orgânica sedimentar. Foram empregados métodos de maceração ácida seguindo o padrão baseado em Mendonça Filho, (1999), Mendonça Filho *et al.* (2010a), Oliveira (2003) e Oliveira *et al.* (2006).

A maceração ácida utilizou ácido clorídrico (HCl) e fluorídrico (HF) para a eliminação da fração mineral. Posteriormente, foi utilizado cloreto de zinco (ZnCl<sub>2</sub>) com o objetivo de separar por flotação a fração orgânica da fração inorgânica residual. A fração recuperada de querogênio concentrado foi adicionada em laminulas de vidro para montagem em lâminas de vidro para as análises microscópicas.

Vale ressaltar que amostras com presença de fluido de formação apresentaram maior dificuldade no processamento e foi necessária a utilização de metodologias diferenciadas para a recuperação do material orgânico particulado tais como: os métodos extrativos desenvolvidos no Laboratório de Palinofácies e Fácies Orgânica/Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

## palinofácies - conceitos

Como ferramenta de trabalho nas Geociências, a palinofácies apresenta vantagens devido ao caráter multidisciplinar, pois associa palinologia,

sedimentologia, estratigrafia e geoquímica orgânica.

A palinofácies foi conceitualmente introduzida por Combaz (1964) e sua definição pode ser entendida como o “estudo palinológico do total de componentes da matéria orgânica contida em um sedimento após a remoção da matriz sedimentar (mineral) pela acidificação com HCl (ácido clorídrico) e HF (ácido fluorídrico)”. Inicialmente, Combaz determinou as proporções dos fragmentos orgânicos isolados (esporos, grãos de pólen, fragmentos lenhosos, etc) de rochas sedimentares e denominou estes resultados palinofácies.

Segundo Tyson (1995), a análise de palinofácies compreende o estudo de ambientes deposicionais e do potencial de rochas geradoras de hidrocarbonetos com base no conteúdo palinológico presente nas rochas sedimentares. Sendo assim, a palinofácies pode ser definida como “um corpo de sedimento contendo uma assembléia distinta de matéria orgânica palinológica que reflete um grupo específico de condições ambientais, podendo ser associada a um potencial de geração de hidrocarbonetos característico”.

Nos últimos 30 anos, houve um significativo aumento de trabalhos referentes às interpretações de paleoambientes deposicionais utilizando o conteúdo orgânico particulado e, por vezes, aplicando

o termo palinofácies com as mesmas percepções, mas com diferentes propostas (e.g. Hughes e Moody-Stuart, 1967; Quadros, 1975; Batten, 1981, 1982, 1996; Habib, 1982; Tyson, 1993; Traverse, 1994; Mendonça Filho, 1999).

O termo palinofácies se refere ao estudo da matéria orgânica particulada presente nos sedimentos e rochas sedimentares, usando os métodos de isolamento da matéria orgânica para a preparação das amostras (concentração do querogênio) e aplicando técnicas de microscopia como principal ferramenta para aquisição de dados e métodos estatísticos para sua interpretação (Mendonça Filho *et al.*, 2009; 2010a; 2011).

Nas análises das associações palinofaciológicas, o objetivo consiste em integrar todos os aspectos do querogênio (matéria orgânica particulada) como: a) identificar os componentes palinológicos individuais; b) classificar os grupos e subgrupos do querogênio e c) determinar as proporções relativas, atentando particularmente ao seu tamanho, forma e estado de preservação. Cabe ressaltar que na literatura existem diferentes classificações para os tipos de querogênio, utilizando tanto a terminologia sistemática da petrografia orgânica em luz branca refletida para classificação dos macerais como a identificação dos componentes orgânicos particulados em luz branca transmitida (Staplin, 1969; Correia, 1971; Burgess, 1974; Hart, 1979; Combaz, 1980; Masran e Pocock, 1981; Whitaker, 1984; Tyson, 1984).

É importante obedecer a um sistema de classificação dos grupos e subgrupos do querogênio que forneça o máximo de informação sobre as variáveis envolvidas, ou seja, o sistema de classificação também deve realçar os fatores mais relevantes para os objetivos do estudo em particular (Mendonça Filho *et al.*, 2010a). Para tal estudo, foi realizado um exame qualitativo e quantitativo em lâminas de concentrado de querogênio, utilizando-se técnicas de microscopia de luz branca transmitida e fluorescência. A identificação da matéria orgânica particulada obedeceu à classificação geral proposta por Tyson (1993, 1995), Vicent, 1995, Mendonça Filho (1999), Mendonça Filho *et al.* (2002), Menezes *et al.* (2008) e Mendonça Filho *et al.* (2010a, 2010b, 2011), indicando o uso apropriado da nomenclatura para observação do querogênio sob luz branca transmitida, sendo o querogênio dividido em três grupos principais (tabelas 1, 2 e 3):

- matéria orgânica amorfa (M.O.A.): corresponde ao componente orgânico derivado de bactérias, fitoplâncton e agregados orgânicos

degradados (Tyson, 1993; Mendonça Filho, 1999; Mendonça Filho *et al.*, 2010a, 2010b; 2011). Outros materiais amorfos podem ser produtos de material de vegetais superiores (Bustin, 1988), porém, este tipo de material não é considerado matéria orgânica amorfa no seu *sensu* usual (Tyson, 1995);

- palinomorfo: refere-se a todo componente de parede orgânica resistente ao ataque com HCL (ácido clorídrico) e HF (ácido fluorídrico), sendo dividido em: esporomorfos; microplâncton de parede orgânica (marinho e água doce) e zoomorfos;
- fitoclasto: corresponde aos fragmentos de tecidos derivados de macrófitas terrestres. Primeiramente, os fitoclastos são divididos em não-opacos (coloração amarelada a marrom escuro) e opacos (pretos).

Os dados de contagem (300 partículas por lâmina, Mendonça Filho, 1999) dos componentes orgânicos particulados foram registrados manualmente em folhas de contagem e todas as partículas foram contadas, exceto aquelas com tamanho inferior a 10µm (retículo graduado) ou contendo qualquer contaminante, sendo que os fragmentos de palinomorfos não identificáveis (com menos da metade da forma e tamanho original) foram ignorados. No caso dos palinomorfos com tamanho inferior a 10µm (retículo graduado), não foi realizada qualquer contagem diferenciada, sendo que tais partículas são consideradas equivalentes àquelas com tamanho igual ou superior a 10µm. Após a contagem dos componentes orgânicos particulados, os valores absolutos foram recalculados para valores percentuais e normalizados a 100%.

A variável mais importante que controla os parâmetros de tendência na distribuição dos grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica é a proximalidade (tendência proximal-distal). Esse conceito utilizado em palinofácies envolve os seguintes fatores: proximidade do ponto de origem de sedimentos siliclásticos flúvio-deltaicos e matéria orgânica terrestre (fitoclastos); magnitude do ponto de origem flúvio-deltaico; magnitude e natureza da produtividade primária terrestre na área fonte do sedimento; duração relativa total do processo de transporte (intermitente ou contínuo) entre a área-fonte das partículas e o seu sítio final de deposição e gradiente paleoambiental entre a área-fonte e o sítio final de deposição.

Grupo	Subgrupo	Descrição	
Matéria orgânica amorfa	<b>"MOA"</b> Material orgânico de origem de fitoplâncton ou bactéria derivado de ataque microbiológico.	Material não estruturado e com formato variado; cor: amarela-laranja-vermelho; laranja-marrom; cinza, algumas vezes com inclusões de palinomorfo, fitoclasto, pirta. Pode exibir ou não colorações de fluorescência.	
	<b>Resina</b> Derivada de vegetais superiores terrestres de florestas tropicais e subtropicais.	Partícula não estruturada, hialina, usualmente arredondada, homogênea, fluorescente ou não-fluorescente.	
	<b>Produtos Amorfizados</b>	<b>Produtos de Macrófitas Terrestres</b>	<i>Pseudoamorfo Amorfizado</i> Contornos difusos, sob luz branca transmitida pode ter coloração amarelo, caramelo, marrom, marrom escuro. Semelhante a MOA <i>sensu strictu</i> , exibe aspecto homogêneo (relevo "chapado"), geralmente sem inclusões. Pode ter colorações de fluorescência fraca a intensa dependendo da origem do tecido vegetal.
		<b>Bacteriana Derivada de Bactérias Autotróficas (Substância Polimérica Extracelular)</b>	Material amorfo não estruturado (placa mucilaginosa). Pode ter colorações amarelo pálido, caramelo a marrom escuro e cinza. Apresenta coloração de fluorescência amarelo intensa. Pode ser fina, "pelicular" (Combaz, 1980) com impressões de "crateras" pela dissolução de minerais carbonáticos da matriz inorgânica no processo de isolamento por maceração ácida.
<b>Bacteriana Retrabalhada em Esteiras Microbiais</b>		Apresenta-se sob forma de placas densas, compactas, com contornos angulares, por vezes exibindo estratificações. Sob luz branca transmitida pode exibir colorações amarelo, caramelo e marrom e pode apresentar intensas colorações de fluorescência amarelo e laranja. Consiste predominantemente do maceral lamalginita quando observada sob luz branca refletida.	

Tabela 1

Classificação da matéria orgânica particulada - GRUPO MOA – (Tyson, 1993, 1995; Mendonça Filho 1999; Mendonça Filho *et al.*, 2002; Menezes *et al.* 2008; e Mendonça Filho *et al.* 2010a, 2010b, 2011).

Table 1

Particulate organic matter classification– AOM Group - (Tyson, 1993; 1995; Mendonça Filho 1999; Mendonça Filho *et al.*, 2002; Menezes *et al.* 2008; Mendonça Filho *et al.* 2010a, 2010b, 2011).

No presente estudo, foi importante observar o padrão deposicional do Grupo Fitoclasto (fig. 2), devido à resposta do controle do processo de preservação seletiva dos fitoclastos em função das mudanças das proporções dos diferentes subgrupos de fitoclastos ao longo de uma seção transversal proximal-distal (Tyson, 1995, Mendonça Filho *et al.*, 2010a, 2011).

De acordo com a preservação seletiva dos fitoclastos, sabe-se que as partículas não-opacas são mais bem subdivididas devido à sua morfologia, presença ou ausência de elementos estruturais e diferenças no estado de preservação.

Para exemplificar, em regiões próximas de fontes fluvio-deltaicas, a abundância relativa de fitoclastos não-opacos é mais elevada onde tais partículas diluem

qualquer tipo de fitoclasto opaco, palinomorfo ou matéria orgânica amorfa presentes. Contudo, em alguns casos nota-se que um elevado percentual de fitoclastos pode indicar condições oxidantes, onde somente o material mais refratário é preservado (Tyson, 1989).

Como as condições oxidantes de preservação e de transporte mudam em direção a sítios deposicionais mais distais, a área-fonte e os fitoclastos não-opacos tornam-se mais degradados, ocorrendo, finalmente, a diminuição de sua abundância relativa em detrimento de um material refratário residual (tecidos traqueídicos e fitoclastos opacos). Os tecidos esclerenquimáticos carbonizados, originados por processos de carbonização pré-deposicionais, ocorrem em baixa abundância relativa e seu transporte é feito pelo vento até o sítio

Tabela 2

Classificação da matéria orgânica particulada - GRUPO FITOCLASTO - (Tyson, 1993, 1995; Vicent, 1995, Mendonça Filho 1999; Mendonça Filho *et al.*, 2002; Menezes *et al.* 2008; e Mendonça Filho *et al.* 2010a, 2010b, 2011).

Table 2

Particulate organic matter classification - Phytoclast Group - (Tyson, 1993; 1995; Vicent, 1995, Mendonça Filho 1999; Mendonça Filho *et al.*, 2002; Menezes *et al.* 2008; and Mendonça Filho *et al.* 2010a, 2010b, 2011).

		Grupos & Subgrupos	Descrição	
Fitoclasto	Derivado de Vegetais Superiores Terrestres ou Fungos	Opaco	Equidimensional	Partícula de cor preta de forma quadrática, sem bioestruturas internas.
			Alongado	Partícula de cor preta de forma alongada, comprimento três vezes maior que a largura, usualmente não apresenta estrutura interna porém, os de forma alongada podem, ocasionalmente, apresentar perfurações.
			Corroído	Partícula de cor preta com contornos difusos e irregulares.
		Não-opaco	Hifas de Fungo	Elemento filamentoso individual que forma o micélio da fase vegetativa dos fungos.
			Não-bioestruturado	Partícula de cor marrom não-bioestruturada.
			Cutícula	Partículas cor amarelo-pálido a marrom claro, delgadas, com estrutura celular, em alguns casos, com estômatos visíveis. Ocasionalmente, podem ocorrer tecidos cuticulares mais espessos, nesse caso, a cutícula está associada às camadas mais internas do vegetal, como córtex ou epiderme.
	Membrana			Partículas de cor amarelo-pálido, comumente transparentes, sem estrutura celular.
	Esclereídeos	<p><b>Não-degradado</b> contorno nítido, pode ser levemente irregular, ou mesmo, lascado. ou <b>Degradado</b> contorno irregular e difuso, lascado. ou <b>Pseudoamorfo</b> contorno difuso, não exibe coloração de fluorescência, altamente degradado. ou <b>Amorfizado</b> contorno difuso, exibe coloração de fluorescência, oriundo de retrabalhamento microbiológico. ou <b>Em decomposição "Altamente preservado"</b> contorno irregular sob luz branca transmitida, exibe coloração de fluorescência. As características petrográficas indicam elevado grau de preservação química, que só é possível, devido a condições específicas.</p>	Bioestruturado	Partícula de cor marrom bioestruturada Estriado Listrado Bandado Perfurado
				Células que formam o tecido esclerenquimático, com parede secundária espessada e impregnadas de lignina. Encontradas em diferentes partes do vegetal (raiz, caule e 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.

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 ( <i>Azolla</i> ), aglomerados e tétrades.
		Grão de Pólen	Palinomorfo terrestre produzido por gimnospermas e angiospermas.	Palinomorfo com morfologia complexa a simples, usualmente esférico a subesférico; 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 2.000µm, algumas vezes com vários lóbulos; laranja-marrom. Ordoviciano-Recente.
		<i>Pediastrum</i>		Algas verdes coloniais, radialmente simétricas; tamanho 30-200µm em diâmetro com dois chifres no anel mais externo das células. Células internas podem ser de forma irregular com espaços entre elas ou compactadas. Jurássico (?) - Recente.
	Microplâncton marinho	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 do cisto em placas retangulares ou poligonais separadas por suturas. Três morfologias principais: proximados, cavados e corados. 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 2.000µm. 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 150µm). Possuem simetria, forma, estrutura e tipo de desenvolvimento da ornamentação bem variados. Surgiram no Pré-Cambriano, com auge no Ord. - Dev. No Meso-Cenozóico 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 e marrom escuro. Principais morfogrupos: simples, unisseriais, bisseriais, espiralados e compostos.
		Escolecodonte	Elementos dispersos do aparelho bucal de anelídeos poliquetas.	Peça bucais, compostas por quitina. Ordoviciano inferior - Recente.
		Quitinozóario	Vesículas em formato de frascos ou pequenas garrafas ocas (30 a 2.000µm), afinidade incerta.	Constituem um grupo extinto de organismos marinhos dotados de testas orgânicas de quitina. Ordoviciano - Devoniano.
Outros	Zooclastos ( <i>Graptólitos</i> , Ovos de copépodes); <i>Spongiophyton</i> .			

Tabela 3

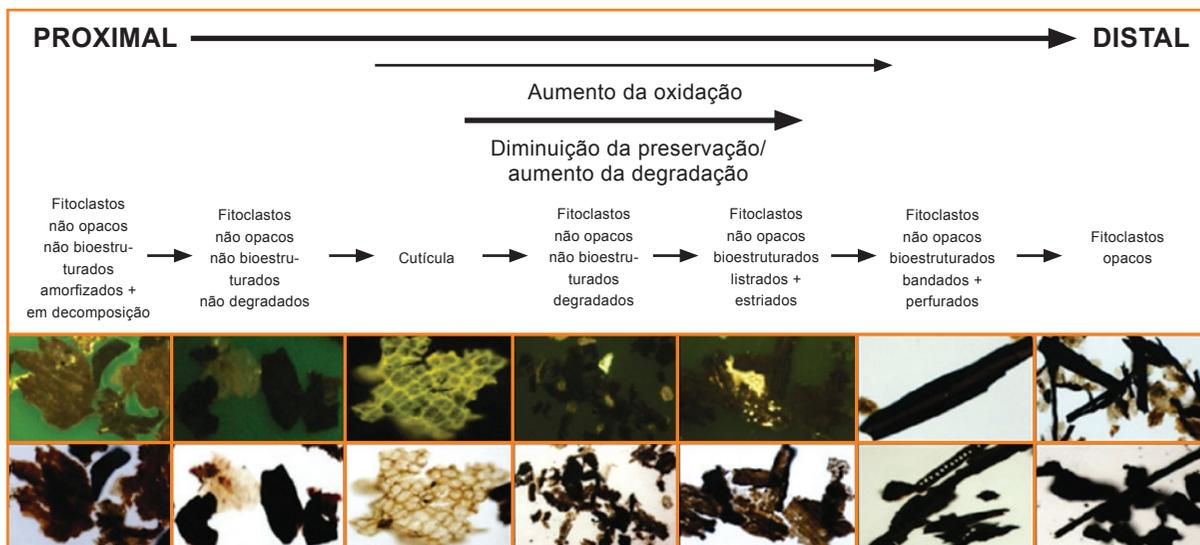
Classificação da matéria orgânica particulada - GRUPO PALINOMORFO - (Tyson, 1993, 1995; Mendonça Filho 1999; Mendonça Filho et al., 2002; Menezes et al. 2008; e Mendonça Filho et al. 2010a, 2010b, 2011).

Table 3

Particulate organic matter classification - Palynomorph Group - (Tyson, 1993; 1995; Mendonça Filho 1999; Mendonça Filho et al., 2002; Menezes et al. 2008; and Mendonça Filho et al. 2010a, 2010b, 2011).

**Figura 2**  
Tendência de preservação dos fitoclastos com o aumento do processo de preservação seletiva (modificado de Tyson, 1995 e Mendonça Filho, 1999; Mendonça Filho *et al.*, 2010a).

**Figure 2**  
Preservation trend of the phytoclasts based on the increase of the selective preservation process (modified from Tyson, 1995 and Mendonça Filho, 1999; Mendonça Filho *et al.*, 2010a).



de deposição, ou seja, esse componente pode ocorrer tanto *in situ*, em regiões próximas a área-fonte, quanto em porções mais distais da bacia (Mendonça Filho *et al.*, 2007; Mendonça *et al.*, 2007).

Aparentemente, qualquer processo de preservação seletiva também pode ter ocorrido de maneira parcial no ambiente terrestre (como por exemplo, antes da fração fitoclasto entrar em um sistema marinho). Isto ocorre devido aos processos de degradação subaérea durante a ocorrência de flutuações sazonais na coluna d'água (Tyson, 1995). Provavelmente, a maioria das subseqüentes mudanças nas assembléias de fitoclastos ocorre devido a um processo de transporte seletivo.

Para uma melhor caracterização das condições deposicionais da matéria orgânica particulada, foi empregado o diagrama ternário modificado de Tyson

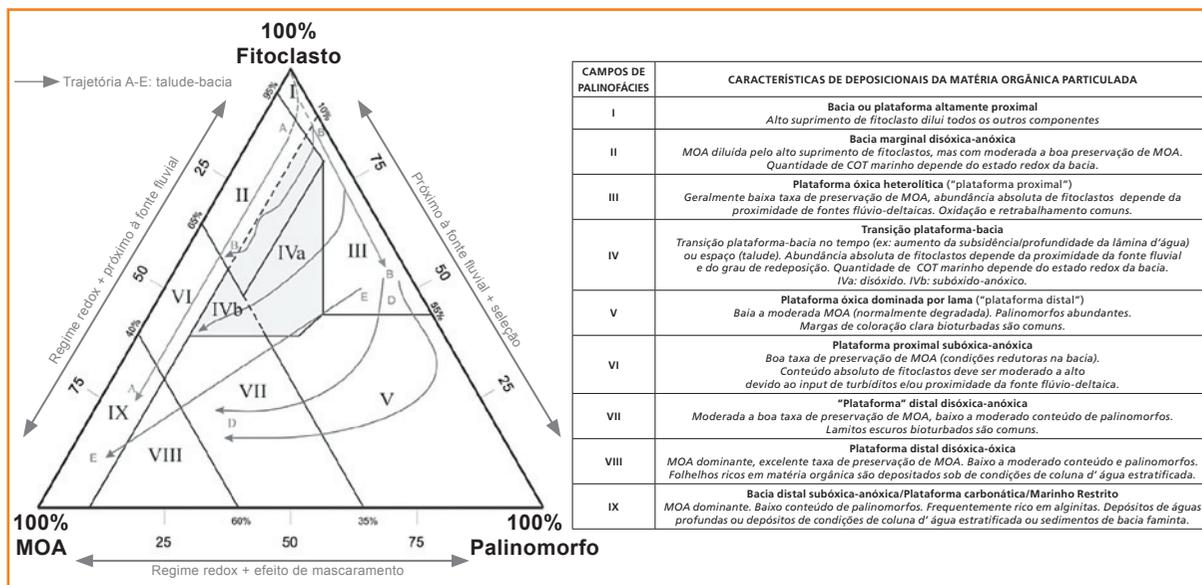
(1993), Menezes *et al.* (2008) e Mendonça Filho *et al.* (2010a), o qual utiliza os dados percentuais dos três principais grupos de componentes da matéria orgânica, onde há nove campos de palinofácies marinhas com seus respectivos paleoambientes (fig. 3).

## carbono orgânico total

Para auxiliar na interpretação da tendência proximal-distal, foram realizadas análises de carbono orgânico total (COT % em peso, Jarvie, 1991) no Laboratório de Carbono Orgânico Total (Departamento de Geologia/Universidade Federal do Rio de Janeiro). As amostras foram pulverizadas e acidificadas com ácido clorídrico para eliminação da fração carbonática mineral e, posteriormente, o procedimento analítico

**Figura 3**  
Diagrama ternário Fitoclasto-MOA-Palinomorfo utilizado na definição de palinofácies em seções marinhas com os respectivos campos de paleoambiente correspondentes à deposição de matéria orgânica (modificado de Tyson, 1993, Menezes *et al.*, 2008a, Mendonça Filho *et al.*, 2010a, 2010b).

**Figure 3**  
Ternary AOM-Phytoclast-Palynomorph kerogen plot based on the palynofacies definition in marine sections with their respective paleoenvironmental fields corresponding to the deposition of organic matter. (modified from Tyson, 1993, Menezes *et al.*, 2008a, Mendonça Filho *et al.*, 2010a, 2010b).



compreendeu a combustão em um analisador Leco com detector de raios infravermelho.

O aporte sedimentar, a granulometria do sedimento e o clima são os fatores controladores das variações de COT, principalmente em ambientes óxicos (Tyson, 1987). Em ambientes óxicos, geralmente os sedimentos com valores de COT inferiores a 2-3% tendem a ser dominados por matéria orgânica terrestre, os quais controlam a abundância absoluta do conteúdo de carbono. Correlações entre o conteúdo de COT e o tamanho dos grãos de sedimento são parcialmente dependentes da natureza predominante da matéria orgânica. Existe uma boa correlação entre a matéria orgânica presente em frações sedimentares de granulação mais fina (silte e argila) e as observações registradas sobre a equivalência de palinomorfos (Tyson, 1995).

A correlação feita entre o tamanho do grão do sedimento, o tipo de matéria orgânica e o conteúdo de COT podem produzir uma distribuição distintamente bimodal de COT, com um máximo relativo ocorrendo nos sedimentos mais finos, especialmente naqueles ambientes com significativo suprimento de fitoclastos. Em ambientes plataformais siliciclásticos, os valores de COT inferiores a 2-3% são usualmente associados com assembléias de matéria orgânica dominadas por fitoclastos, onde o conteúdo de COT é determinado pelas variações na abundância absoluta desses fitoclastos, considerando os fatores aporte + diluição. Sedimentos com COT superior a 2-3% são frequentemente dominados por matéria orgânica amorfa derivada do fitoplâncton, sendo o COT determinado pela combinação de fatores tais como: preservação, diluição e produtividade orgânica. Usualmente, os valores máximos de COT ocorrem em ambientes lagunares/estuarinos sobre plataforma interna. Os valores de COT em regiões de talude superior e plataforma externa normalmente não excedem 5% e 3%, respectivamente, a não ser que condições anóxicas tenham sido desenvolvidas nesses ambientes (Tyson, 1995).

## resultados e discussões

### palinofácies - Sequência 1

Um total de seis amostras foi selecionado para a caracterização palinofaciológica da Sequência 1.

A associação de palinofácies se caracterizou pelo predomínio de fitoclastos não-opacos, indicativa de uma forte influência de sistemas flúvio-deltaicos ativos, bem como um caráter de deposição proximal, regressivo e típico de condições óxicas e de alta energia (fig. 4, estampa 1).

Foram observadas pequenas variações no conteúdo orgânico que permitiram inferir variações nas associações de palinofácies das três amostras mais profundas e das três amostras mais rasas: a palinofácies correspondente ao intervalo mais profundo apresentou características mais proximais de deposição, com a presença de percentuais mais elevados de tecidos cuticulares, que dentro da escala de preservação seletiva do Grupo Fitoclasto deposita-se em sítios mais proximais, além de contribuir com informações sobre a maior influência de entrada de água doce no sistema (fig. 2).

A utilização do diagrama ternário para a caracterização paleoambiental de palinofácies em sedimentos marinhos sumarizou essa pequena variação entre os dois intervalos (figs. 5 e 6). Apesar de o elevado suprimento de fitoclastos não-opacos diluir os demais componentes da matéria orgânica, a análise qualitativa da matéria orgânica revela a presença de tecidos cuticulares bem preservados.

Os tecidos cuticulares indicam uma tendência de preservação seletiva em sítios mais proximais em ambientes de alta energia, particularmente através de leques submarinos. Quantidades significativas de cutículas podem atingir áreas mais profundas da bacia a partir da deposição de cânions (Habib, 1982). Boulter e Riddick (1986) observaram que cutículas são relativamente mais abundantes em regiões de

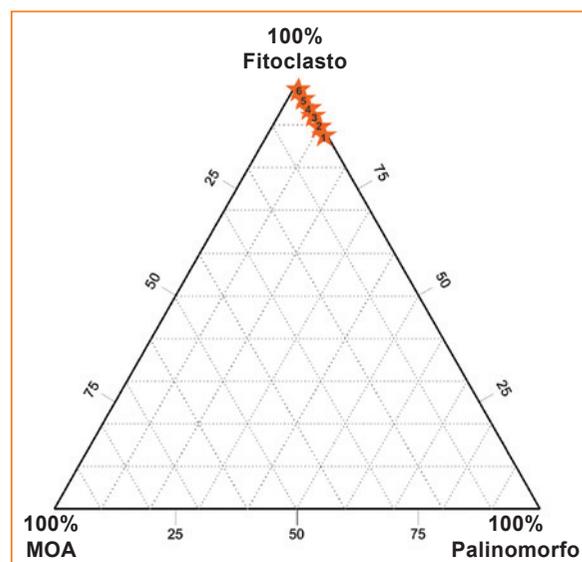


Figura 4  
Diagrama ternário ilustrando os valores percentuais dos três grupos principais do querogênio da Sequência 1.

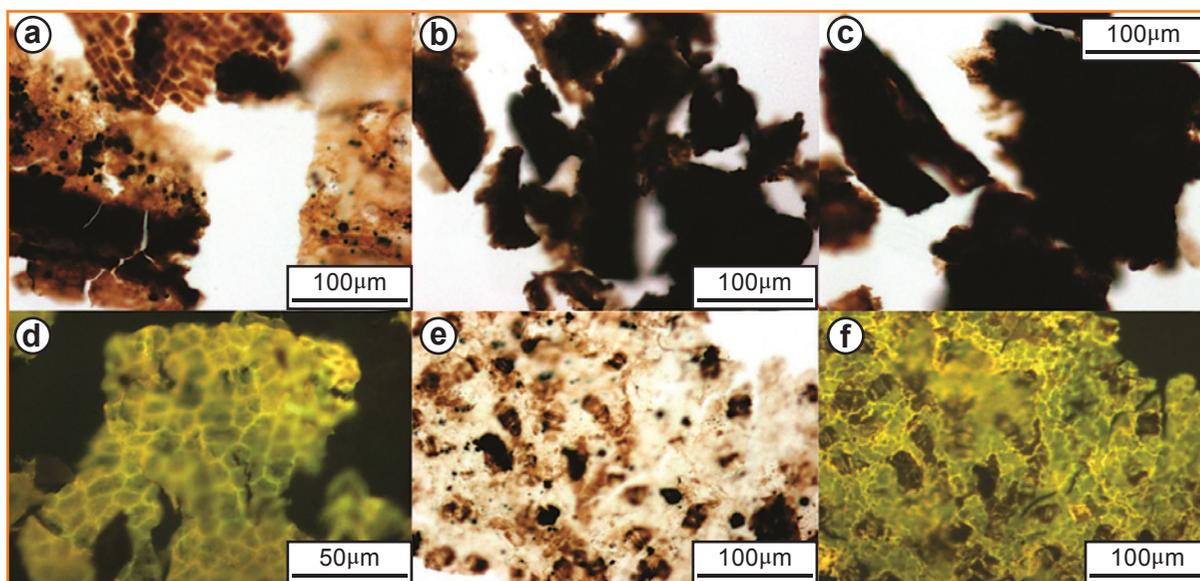
Figure 4  
Ternary diagram illustrating the percentage values of the three main kerogen groups in Sequence 1.

### Estampa 1

Predomínio do Grupo Fitoclasto e cutículas bem preservadas. Fotomicrografias 1A, 1B e 1C em luz branca transmitida. Fotomicrografias 1D, 1E e 1F em fluorescência.

### Plate 1

*Predominance of Phytoclast Group and well-preserved cuticles. Photomicrographs 1A, 1B and 1C were taken under transmitted white light. Photomicrographs 1D, 1E and 1F were taken in fluorescence mode.*

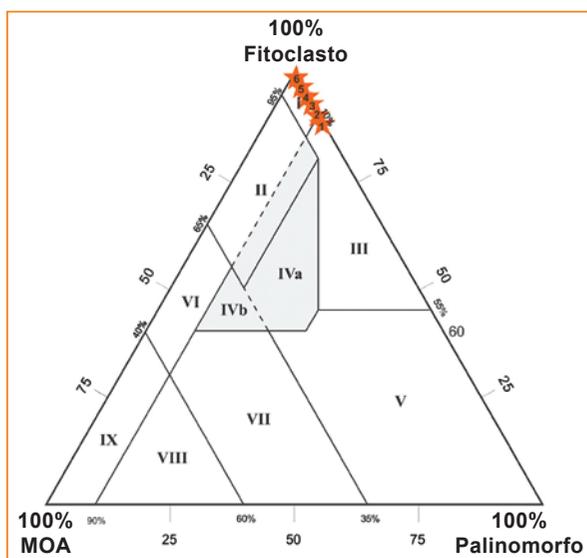


### Figura 5

Diagrama ternário com os campos de palinofácies definidos pelos valores percentuais dos 3 grupos principais da Matéria Orgânica para a Sequência 1.

### Figure 5

*Ternary diagram with the palynofacies fields defined by the percentage values of the 3 major groups of organic matter for sequence 1.*



alta energia em leques submarinos, especialmente nos canais arenosos. Os autores sugerem que esse material flutuante passe normalmente pelos leques, sendo trapeado pela rápida sedimentação durante deposição de areias por fluxos gravitacionais. Acrescenta-se ainda que o campo de palinofácies das amostras plotadas no Campo III (plataforma proximal) do diagrama ternário pode indicar a ocorrência de processos de retrabalhamento e/ou oxidação (figs. 5 e 6).

## palinofácies - Sequência 2

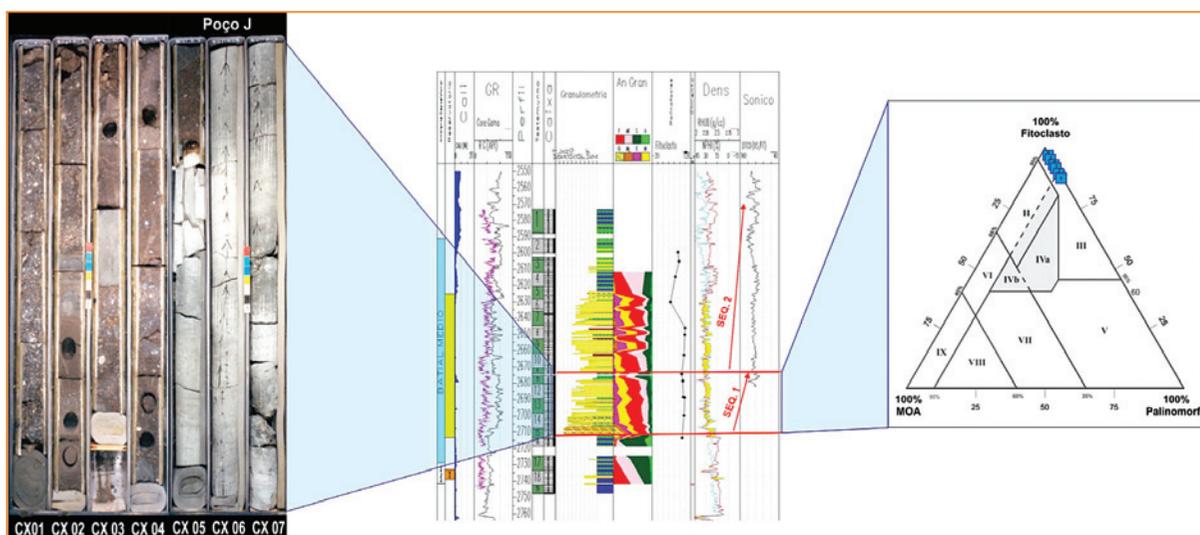
Interpreta-se para esta sequência duas fontes de sedimentos, condicionando dois depocentros distintos com características faciológicas e geométricas

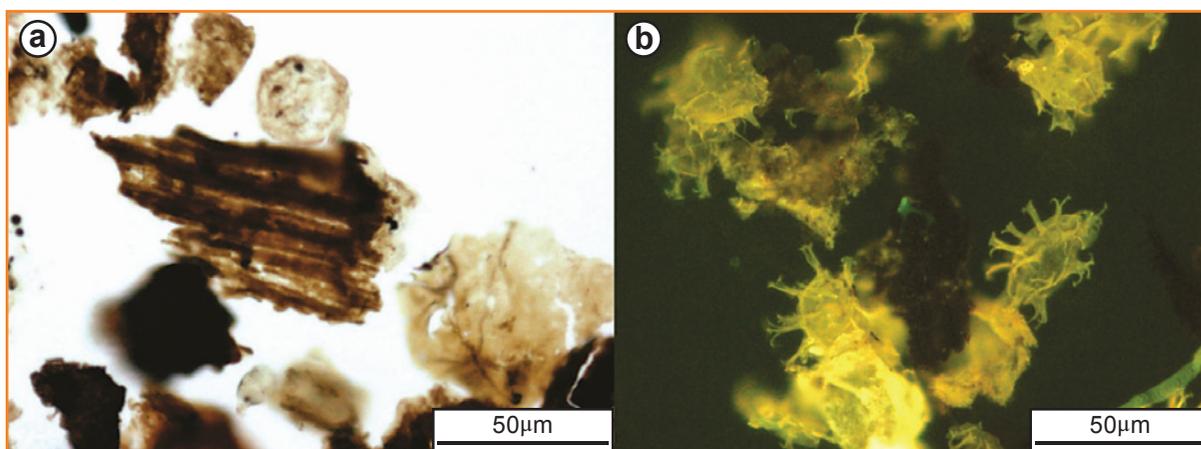
### Figura 6

Padrão de perfil de raios-gama dos depósitos, com foto de testemunho e resultado da análise de palinofácies com os campos de palinofácies definidos pelos valores percentuais dos 3 grupos principais da Matéria Orgânica para a Sequência 1.

### Figure 6

*Profile of gamma-ray deposit log pattern, with core photographs and palynofacies ternary plot with palynofacies fields defined by the percentage values of the 3 major groups of organic matter for Sequence 1.*





## Estampa 2

Palinofácies do Depocentro Albacora. Fotomicrografia 2A em luz branca transmitida. Fotomicrografia 2B em fluorescência.

## Plate 2

*Palynofacies of the Albacora Depocenter. Photomicrograph 2A was taken under transmitted white light. Photomicrograph 2B was taken in fluorescence mode.*

contrastantes: Depocentro de Albacora, que se manteve com o mesmo padrão de empilhamento da Sequência 1 e os depocentros de Caratinga, Barracuda e Marlim Sul, que se ampliaram expressivamente em relação à Sequência 1. A análise de palinofácies para a Sequência 2 foi realizada em 50 amostras de nove poços.

No geral, o conteúdo orgânico particulado indicou condições transgressivas marcadas pelo predomínio de microplâncton marinho e por percentuais moderados dos subgrupos fitoclastos bioestruturados (mais resistentes à degradação mecânica durante o processo de transporte). Ou seja, observou-se uma tendência de preservação seletiva dos componentes lenhosos em sítios deposicionais mais distais à área-fonte flúvio-deltaica.

## palinofácies do Depocentro de Albacora

Os resultados de palinofácies indicaram o predomínio de componentes lenhosos não-bioestruturados, porém, com moderado a elevado conteúdo de fitoclasto do tipo bioestruturado, relacionado a um padrão deposicional em porções mais distais da bacia devido ao processo de preservação seletiva. O caráter transgressivo foi marcado pelo incremento significativo de dinocistos (fig. 7, estampa 2).

Como exemplo desse caráter transgressivo, a palinofácies de uma amostra de um dos poços estudados apresentou predomínio de *Oligosphaeridium* (dinocisto), o que indica uma breve mudança para uma tendência transgressiva (Brideaux, 1971) e condições de mar aberto (Lister e Batten, 1988; Wilpshaar e Leereveld, 1994). Segundo Van Mourik *et al.* (2001) e Ramirez (2004), esse gênero desenvolve-se em regiões neríticas/oceânicas.

A mudança do padrão deposicional em relação às amostras desse intervalo pertencentes à Sequência 2 é bem ilustrado pelo diagrama ternário (fig. 8),

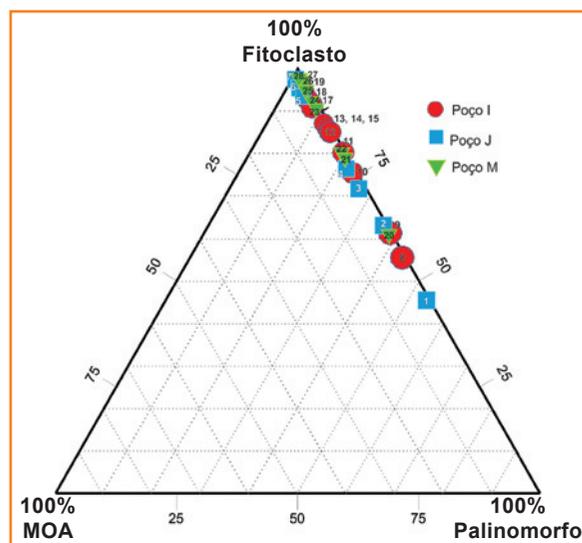


Figura 7

Diagrama ternário com os campos de palinofácies definidos pelos valores percentuais dos 3 grupos principais da Matéria Orgânica para a Sequência 2 - Depocentro Albacora.

Figure 7

*Ternary AOM-Phytoclast-Palynomorph kerogen plot with palynofacies fields defined by the percentage values of the 3 major groups of organic matter for Sequence 2 - Albacora Depocenter.*

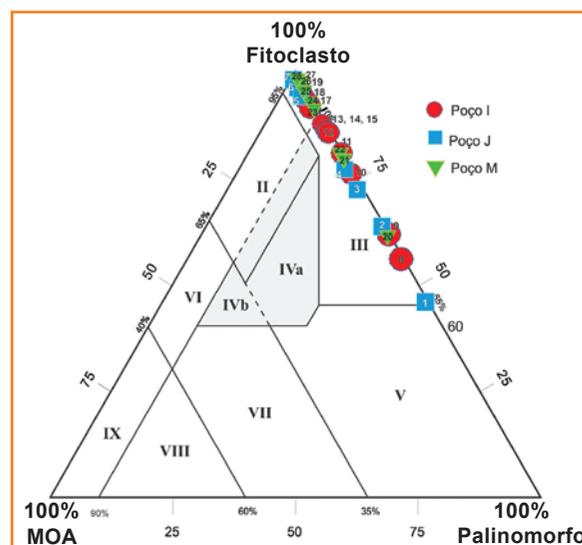


Figura 8

Diagrama ternário com os campos de palinofácies definidos pelos valores percentuais dos 3 grupos principais da Matéria Orgânica para a Sequência 2 - Depocentro Albacora.

Figure 8

*Ternary AOM-Phytoclast-Palynomorph kerogen plot with palynofacies fields defined by the percentage values of the 3 major groups of organic matter for Sequence 2 - Albacora Depocenter.*

onde a deposição da matéria orgânica sedimentar da Sequência 2 corresponde ao Campo III/V (transicional entre uma plataforma óxica heterolítica e uma plataforma óxica dominada por lama). Nas amostras

subsequentes, a deposição da matéria orgânica sedimentar ainda indica condições de nível relativo do mar mais elevado, porém, há uma redução do percentual do microplâncton marinho com as associações palinofaciológicas, com predomínio de componentes terrestres. É importante destacar que sedimentos turbidíticos de águas profundas podem conter associações de palinofácies com proporções significativas de dinocistos + matéria orgânica lenhosa, devido à frequência de processos de redeposição sedimentar.

Já em dois outros poços, as associações palinofaciológicas também apresentaram moderados percentuais de dinocistos associados à matéria orgânica terrestre. Entretanto, foi observado que os valores percentuais de microplâncton marinho são ora moderados ora baixos. Esses pulsos “transgressivo-regressivos” podem estar relacionados a fases de ativação e desativação dos sistemas fluviais (cheias fluviais), a variações do *runoff* na área-fonte, à disponibilidade de nutrientes ou, simplesmente, a uma mudança litológica que proporciona o controle hidrodinâmico da partícula orgânica a ser depositada.

Nas assembléias de componentes orgânicos presentes nas amostras que indicaram os “pulsos regressivos” há a ocorrência de microplâncton de água doce (*Pediastrum* e *Botryococcus*), associada ao aumento percentual de tecidos cuticulares que indicam aporte de água doce no ambiente marinho e uma maior proximidade da área-fonte.

Algumas amostras apresentaram moderados percentuais do taxa *nearshore Polysphaeridium*. Esse gênero está relacionado a ambientes neríticos internos (marinhos restritos) e pode representar a fase final de um trato de sistema de mar alto. A moderada abundância de *Polysphaeridium* com as raras ocorrências de

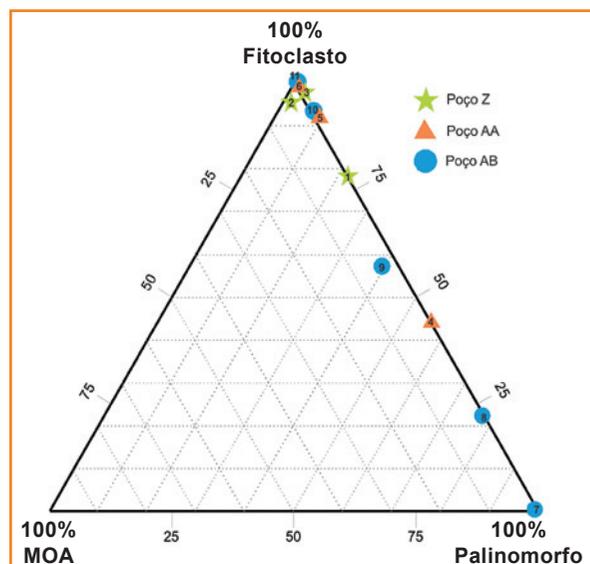
*Glaphyrocysta*, *Spiniferites* e *Homotryblum* sugerem um deslocamento de porções marginais para porções de mar aberto. Isto é, introdução de massas d’água de ambiente nerítico interno em ambiente marinho aberto, expressando uma rápida queda do nível relativo do mar e aumentando o transporte sedimentar através da plataforma em direção a bacia.

Essa situação foi corroborada pelo predomínio dos componentes lenhosos nas amostras mais rasas, exibindo a instalação de um trato de sistema de mar baixo. A ativação dos sistemas fluviais foi bem registrada em um dos intervalos de profundidade através do aumento significativo de tecidos cuticulares associado às ocorrências do dinocisto do gênero *Operculodinium*. Esse gênero pode indicar o aumento do efeito da pluma fluvial no ambiente marinho, ainda que seja nos sedimentos mais finos (atuação de fluxos hipopícnais). Ou seja, o registro da associação palinofaciológica marca a antecipação dos fluxos homopícnais e hiperpícnais (máxima descarga dos rios) (Torricelli *et al.*, 2006). Vale ressaltar que o sinal de instabilidade do ambiente criado pelas plumas fluviais também é bem correlacionado com a ocorrência da espécie do gênero *Operculodinium centrocarpum*.

Segundo Van Mourik *et al.* (2001) e Ramirez (2004), o gênero *Polysphaeridium* desenvolve-se em condições típicas de ambientes mais proximais, mas o desenvolvimento desse táxon está preferencialmente relacionado à ocorrência de correntes de turbidez diluídas, ao invés do aumento da produtividade primária somente. Sendo assim, o posicionamento de amostras no Campo V do diagrama ternário (plataforma óxica dominada por lama - plataforma distal, fig. 8) pode representar uma mistura de cistos transportados pelas correntes oceânicas que se acumularam em uma determinada porção do substrato em algum momento do tempo geológico.

**Figura 9**  
Diagrama ternário com os campos de palinofácies definidos pelos valores percentuais dos 3 grupos principais da Matéria Orgânica para a Sequência 2 - Depocentro Caratinga/Barracuda.

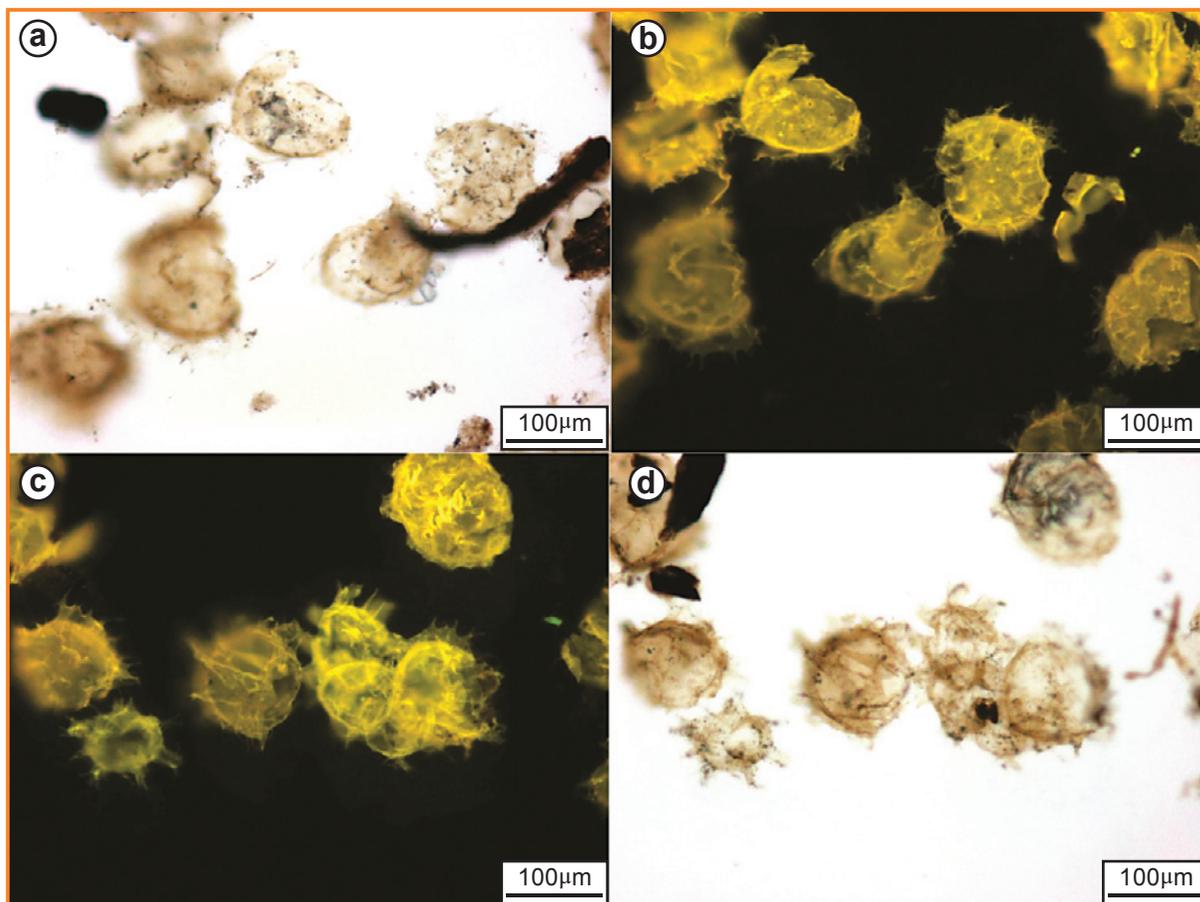
**Figure 9**  
Ternary AOM-Phytoclast-Palynomorph kerogen plot with palynofacies fields defined by the percentage values of the 3 major groups of organic matter for Sequence 2 – Caratinga Barracuda Depocenter.



### palinofácies do Depocentro de Caratinga/Barracuda e Marlim Sul

A região de Caratinga/Barracuda e Marlim Sul é constituída por um trato de sistema de mar baixo com a deposição das areias nos depocentros e por um trato de sistema transgressivo representado pelo marco vermelho, constituído por um pacote de 15m de espessura de margas ricas em foraminíferos planctônicos.

Como descrito para o Depocentro Albacora, essa palinofácies foi caracterizada por moderados e elevados percentuais de cistos de dinoflagelados e de fitoclastos, com destaque para os valores percentuais mais elevados de fitoclastos bioestruturados (figs. 9 e 10, estampa 3).



### Estampa 3

Palinofácies com predomínio de dinocistos característica do Depocentro Caratinga/Barracuda e Marlim Sul. Fotomicrografias 3A e 3B em luz branca transmitida. Fotomicrografias 3C e 3D em fluorescência.

### Plate 3

Palynofacies with predominance of dinocysts characteristic of the Caratinga/Barracuda and Marlim Sul Depocenters. Photomicrographs 3A and 3B were taken under transmitted white light. Photomicrographs 3C and 3D were taken in fluorescence mode.

Os elevados percentuais de dinocistos, principalmente dos gêneros *Spiniferites* e *Glaphyrocysta*, além de um aumento significativo do conteúdo fitoclasto bioestruturado (preservação seletiva em fácies mais distais), evidenciaram a tendência transgressiva nas seções analisadas. Elevados percentuais do gênero *Spiniferites*, típico de massas d'água neríticas oxigenadas e de mar aberto, registraram condições oligotróficas durante a deposição e também a mínima influência das plumas fluviais no ecossistema marinho (Zonneveld, 1989; Below e Kirsch, 1997).

Outra propriedade relevante referiu-se ao grande número de cistos de *Glaphyrocysta*, que podem indicar o transporte de material nerítico para o talude (Crouch *et al.*, 2003). Essa informação, agregada às associações palinofaciológicas com proporções significativas de dinocistos associados à matéria orgânica terrestre, sugere a deposição em águas profundas em função de processos de redeposição sedimentar. Também foi identificada a espécie do gênero *Gonyaulacysta cassidata*, indicando presença de retrabalhamento do Cretáceo.

De acordo com as palinofácies descritas no Depocentro Caratinga/Barracuda e Marlim Sul e

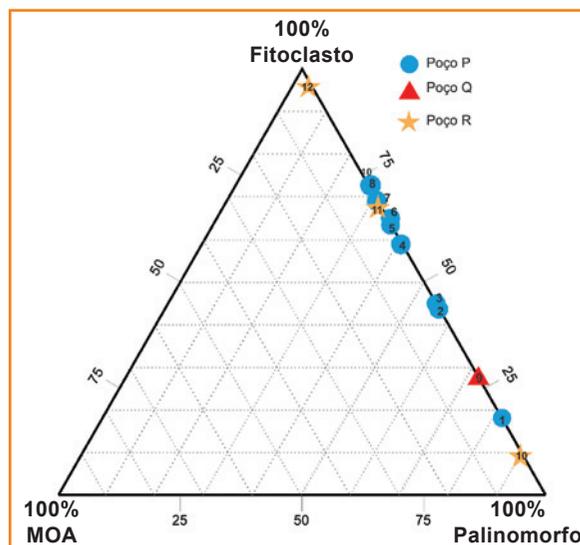


Figura 10

Diagrama ternário com os campos de palinofácies definidos pelos valores percentuais dos 3 grupos principais da Matéria Orgânica para a Sequência 2 - Depocentro Marlim Sul.

Figure 10

Ternary AOM-Phytoclast-Palynomorph kerogen plot with palynofacies fields defined by the percentage values of the 3 major groups of organic matter for Sequence 2 - Marlim Sul Depocenter.

no Depocentro de Albacora, a matéria orgânica sedimentar particulada do Depocentro Albacora sugeriu um caráter mais proximal em relação ao Depocentro Caratinga/Barracuda e Marlim Sul (figs. 11, 12 e 13): a) amostras do Depocentro Albacora apresentaram percentuais mais elevados de componentes terrestres. Essa característica da

Figura 11

Diagrama ternário com os campos de palinofácies definidos pelos valores percentuais dos 3 grupos principais da Matéria Orgânica para a Sequência 2 – Caratinga/Barracuda e Marlim Sul.

Figure 11

Ternary AOM-Phytoclast-Palynomorph kerogen plot with palynofacies fields defined by the percentage values of the 3 major groups of organic matter for Sequence 2 – Caratingal Barracuda and Marlim Sul Depocenters.

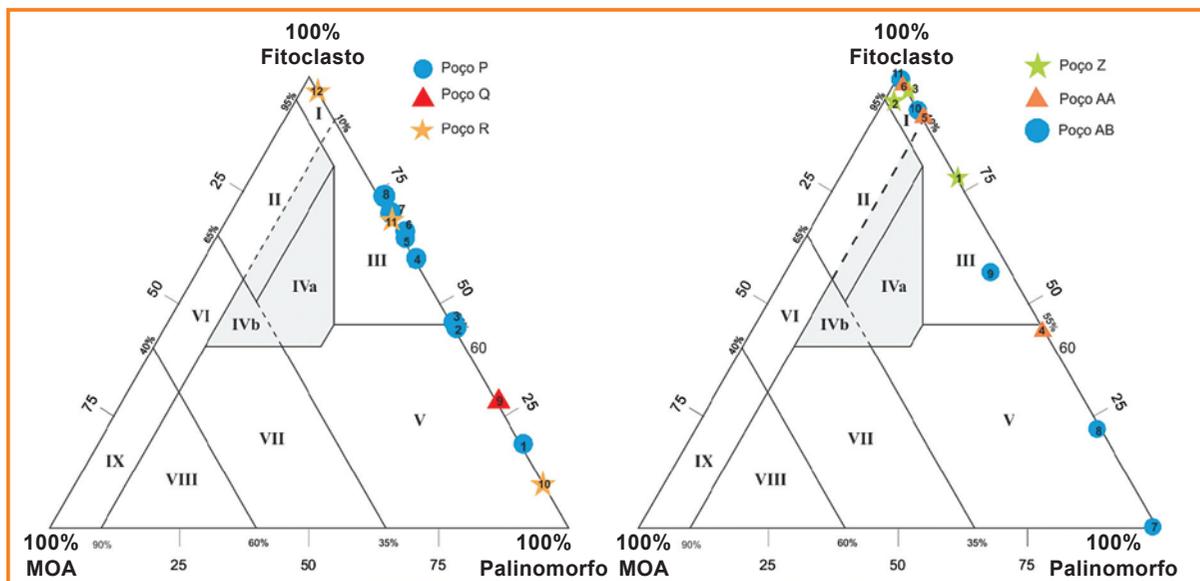


Figura 12

Perfil de raios-gama dos depósitos, com foto de testemunho e resultado da análise de palinofácies. A seta indica a amostra com 100% de palinomorfos e a sua posição no testemunho, posicionada dentro dos depósitos pelágicos/hemipelágicos baciais.

Figure 12

Gamma-ray log of the deposits, with core photographs and palynofacies ternary plot. The arrow indicates the sample with 100% of palynomorphs and its position in the core within the pelagic/hemipelagic deposits.

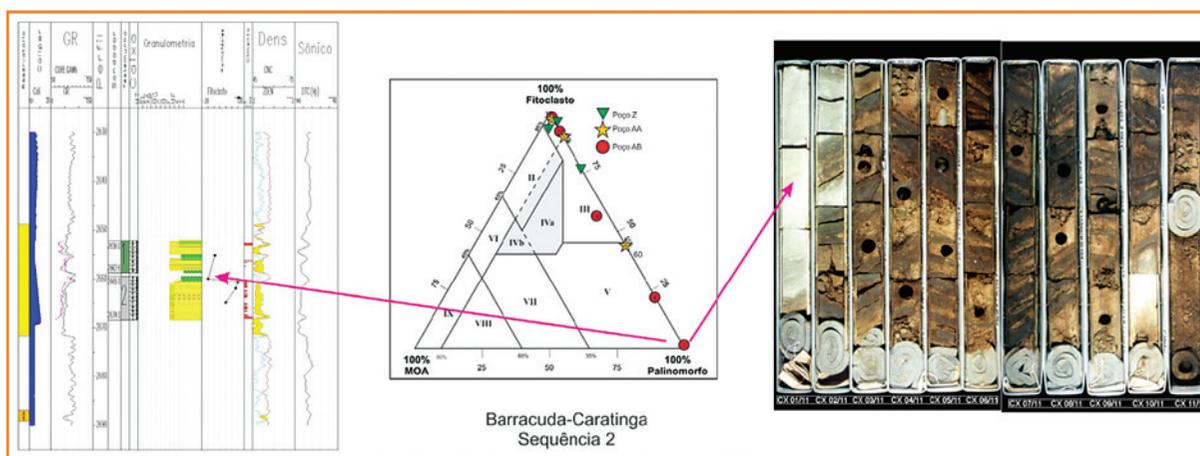
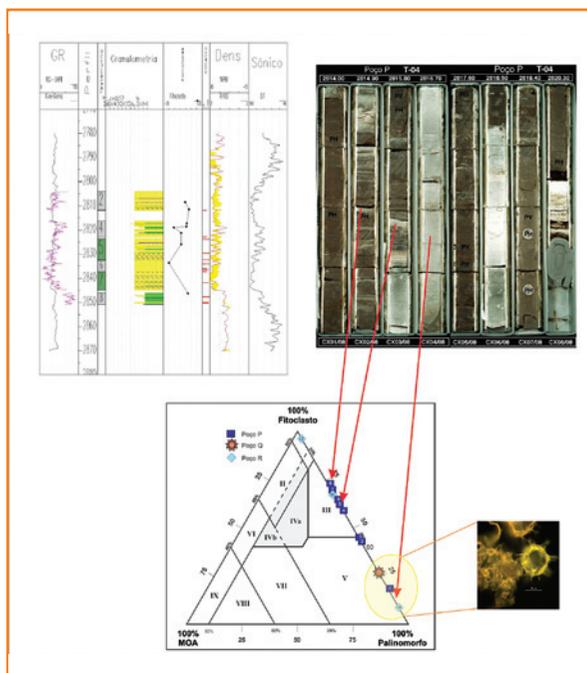


Figura 13

Perfil de raios-gama dos depósitos, com foto de detalhe de testemunho e resultado da análise palinofácies em Marlim Sul. Fotomicrografia mostra predomínio de dinocistos.

Figure 13

Gamma-ray log of the deposits, with core photographs and palynofacies ternary plot for Marlim Sul Depocenter. The photomicrograph shows the predominance of dinocysts.



matéria orgânica particulada também está em função do efeito de equivalência hidrodinâmica dos componentes orgânicos com a granulometria do sedimento. Ou seja, os fragmentos lenhosos, em comparação com os dinocistos, são partículas orgânicas relativamente grandes e densas e são frequentemente concentradas em sedimentos mais grossos; b) no geral, as associações de dinocistos do Depocentro Caratinga/Barracuda e Marlim Sul indicaram a deposição da matéria orgânica sedimentar em massas d'água mais profundas, como a ocorrência do gênero *Impagidinium* (típico de massas d'água nerítica externa-oceânica e oceânica) e c) comparando-se os diagramas ternários de campos de palinofácies para paleoambiente, notou-se que as amostras do Depocentro Caratinga/Barracuda e Marlim Sul estão concentradas nos Campos III e V, enquanto as amostras do Depocentro de Albacora concentraram-se no Campo I.

## palinofácies - Sequência 3

A Sequência 3 inclui depocentros extremamente ricos em areia, gerados durante o trato de sistema de mar baixo (LST) de 3ª ordem, com alto *net to gross* (90%). Os reservatórios ocorrem em depocentros diferenciados: depocentros de Marlim, Voador e Marlim Leste e, mais a nordeste, o Depocentro de Albacora. Essa sequência pode ser subdividida em duas sequências de 4ª ordem. Porém, estas sequências de maior frequência são de difícil separação no mapeamento sísmico no Campo de Marlim Leste, uma vez que o afogamento de 4ª ordem não foi preservado. A Sequência 3 está representada por 72 amostras de 13 poços.

As associações de palinofácies apresentaram o predomínio de fitoclastos não-opacos e não-bioestruturados, além de estriados e cutículas. Observou-se a ocorrência de dinocistos, palinoforaminíferos, microplâncton de água doce (*Pediastrum* e *Botryococcus*) e esclereídeos carbonizados (fig. 14). De acordo com os componentes orgânicos particulados, as associações de palinofácies apresentam características mais proximais de deposição de matéria orgânica em relação às demais sequências (fig. 14, estampa 4). Esse fato é evidenciado pelas dimensões das partículas de fitoclastos (>100µm), presença de aglomerados e tétrades de esporomorfos, ocorrências de algas de água doce associadas a valores percentuais mais elevados de tecidos cuticulares,

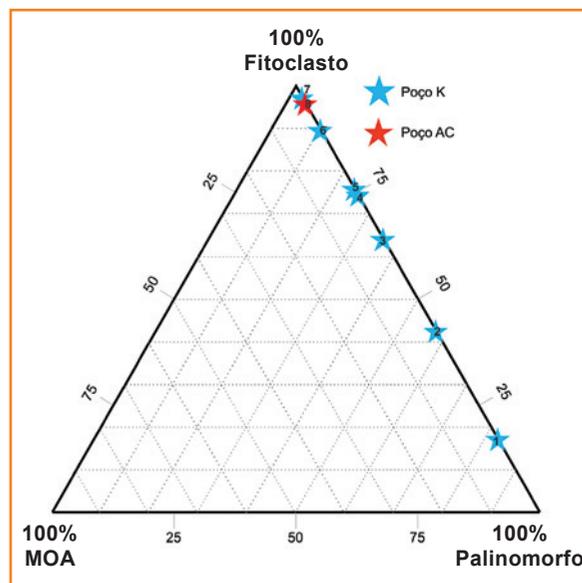
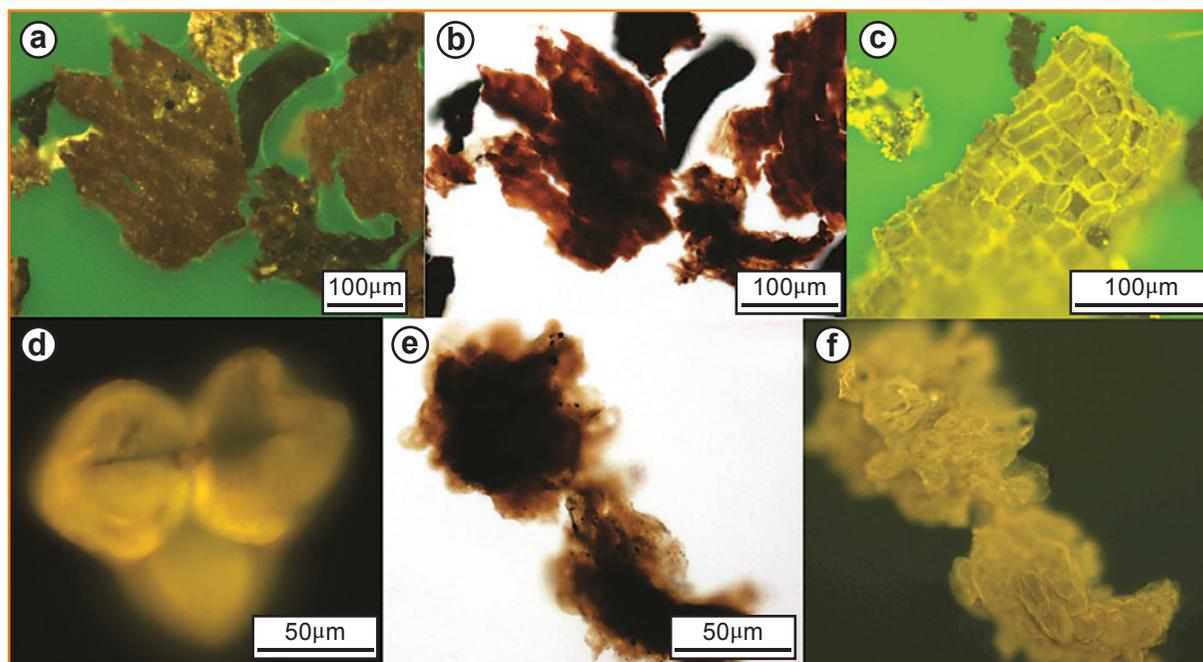


Figura 14 Diagrama ternário com os campos de palinofácies definidos pelos valores percentuais dos 3 grupos principais da Matéria Orgânica para a Sequência 3.

Figure 14 Ternary AOM-Phytoclast-Palynomorph kerogen plot with palynofacies fields defined by the percentage values of the 3 major groups of organic matter for Sequence 3.

indicativos de maior proximidade da área-fonte e influxo de água doce no ambiente marinho.

Em algumas amostras da Sequência 3, foram registrados moderados a elevados percentuais dos componentes marinhos indicativos de condições transgressivas. Geralmente, a palinofácies de caráter transgressivo ocorreu na base desta sequência e representa a deposição de *background* da bacia: percentuais elevados de *Spiniferites* (fig. 15). De acordo com Zonneveld (1989) e Below e Kirsch, (1997), esse gênero de dinocisto é típico de massas d'água neríticas, oxigenadas e de mar aberto, condições



Estampa 4 Palinofácies característica da Sequência 3. Fotomicrografias 4B e 4E em luz branca transmitida. Fotomicrografias 4A, 4C, 4D e 4F em fluorescência.

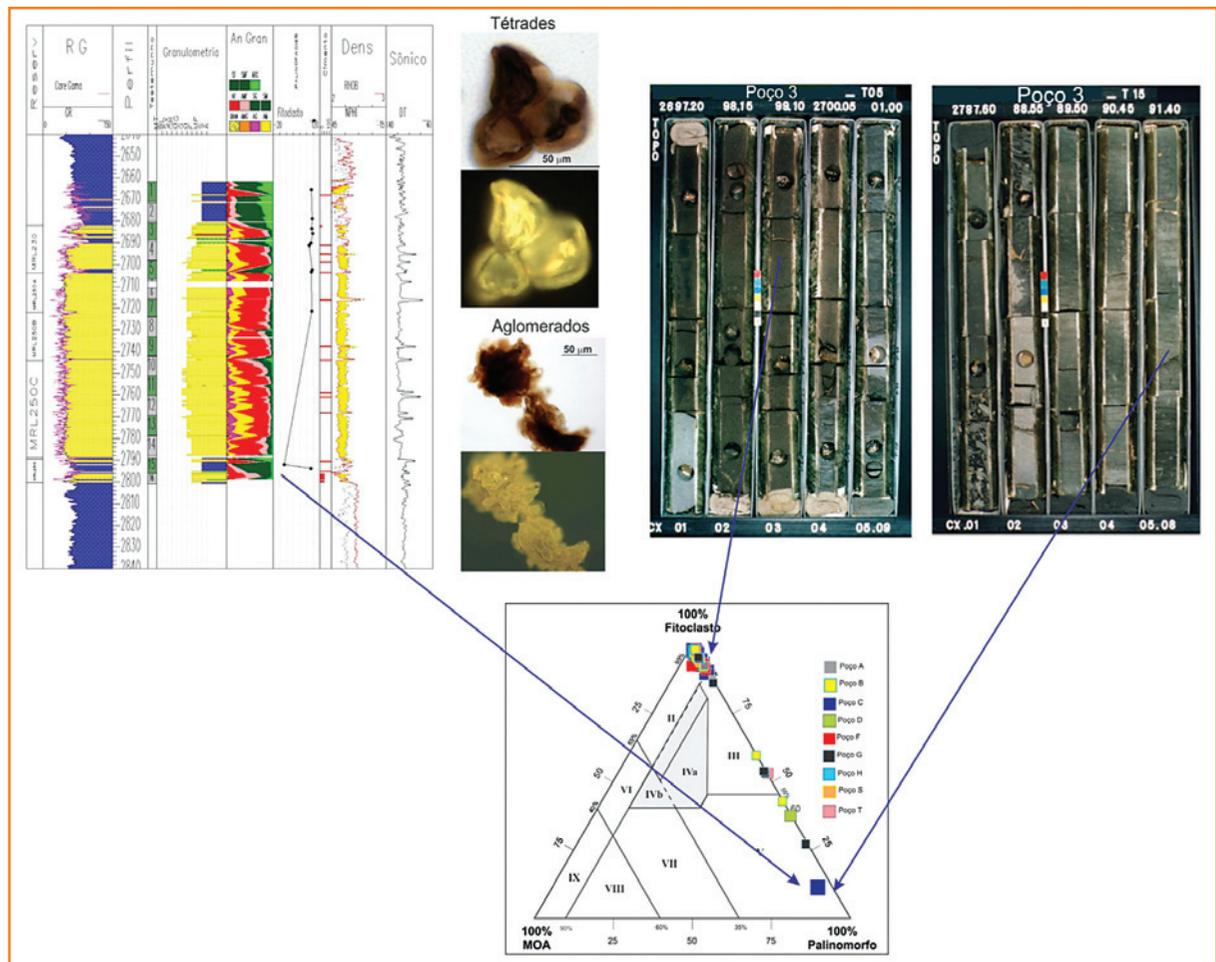
Plate 4 Palynofacies of Sequence 3. Photomicrographs 4B and 4E were taken under transmitted white light. Photomicrographs 4A, 4C, 4D and 4F were taken in fluorescence mode.

Figura 15

Perfil de raios-gama dos depósitos no Campo de Marlim: a litologia, a análise granulométrica e a distribuição no poço das amostras analisadas para palinofácies são apresentadas no diagrama ternário. Presença de tétrades e aglomerados de esporomorfos que indicam uma proximidade de área fonte. A amostra em azul, próximo do vértice do Palinomorfo (predomínio de dinocistos) representa a deposição de *background* da bacia.

Figure 15

Gamma-ray log of the deposits in the Marlim Field: the lithology, the granulometric analysis and the well distribution of the analyzed samples for the palynofacies are presented on the ternary diagram. The presence of tetrad and spore-morph clusters indicate a source proximity. The blue sample close to the palynomorph apex (with a prevalence of dinocysts) represents the background basin deposition.



oligotróficas durante a deposição com mínima influência da carga fluvial no ecossistema marinho.

Posteriormente, há a implantação de uma palinofácies regressiva com predomínio de matéria orgânica terrestre + dinocistos típicos de massas d'água mais rasas (principalmente o gênero *Glaphyrocysta*. Segundo Crouch *et al.* (2003), palinofácies com proporções significativas de dinocistos + matéria orgânica terrestre podem estar relacionadas a processos de redeposição sedimentar. O aspecto palinofaciológico na Sequência 3 é o registro de fases de ativação e desativação dos sistemas fluviais, variações do *runoff* na área-fonte e a disponibilidade de nutrientes para o mar em função do influxo de água doce.

### palinofácies - Sequência 4

Não foram realizadas análises de palinofácies para a Sequência 4, já que não existem poços na área do leque de *ultra deep water*.

### palinofácies - Sequência 5

Os principais reservatórios são representados pelo campo de Albacora Leste. A Sequência 5 na região do depocentro arenoso pode ser interpretada como composta por duas sequências de 4ª ordem, que correspondem às Sequências S6 e S7 de Souza Cruz (1995): uma basal, relativamente confinada, constituída por arenitos predominantemente finos e médios e com grânulos, apresentando espessuras máximas de 30m. A outra sequência é constituída por depósitos de *slumps* / *debris flows* na sua base, recobertos por arenitos finos, médios e com grânulos. Para a análise de palinofácies foram selecionadas dez amostras de cinco poços.

A associação palinofaciológica (estampa 5) caracterizada para a Sequência 5 indicou condições oxidantes e de alta energia, com caráter regressivo e de deposição de caráter proximal.

Os componentes lenhosos degradados predominaram na associação. Contudo, o aspecto degradado dos componentes lenhosos não-opacos e

não-bioestruturados (deposição em fácies mais proximal devido à preservação seletiva) pode indicar um caráter deposicional em fácies mais distais devido à degradação física em função de um maior transporte das partículas orgânicas (fig. 16). Além disso, foram registrados baixos percentuais de fitoclastos dos subgrupos não-opacos não-bioestruturados não-degradados e opacos, cutículas, membranas, dinocistos, palinoforaminíferos, escolecodontes, esporomorfos e *Pediastrum*.

Em um dos poços, a associação de palinofácies de uma amostra apresentou um significativo incremento de dinocistos representados principalmente pelo gênero *Spiniferites* (estampa 5). Esse gênero é indicativo de condições transgressivas de alta energia e águas mais profundas e representa a tendência nerítica-oceânica (Ramirez, 2004; Hultberg e Malmgren, 1986, Köthe, 1990). De acordo com Zonneveld (1989) e Below e Kirsch (1997), esse gênero sugere condições oligotróficas durante a deposição e a mínima influência da carga fluvial no ecossistema marinho.

Além disso, a associação de dinocistos contém organismos dos gêneros *Oligosphaeridium* e *Polysphaeridium*. O gênero *Oligosphaeridium* sugere mudanças para uma tendência transgressiva (Brideaux, 1971),

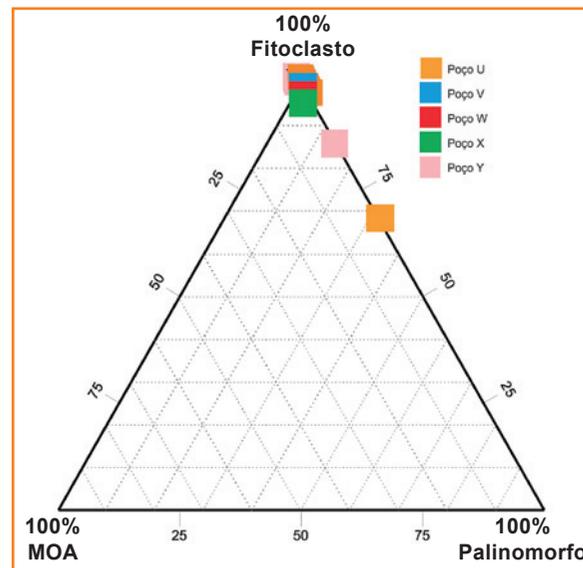
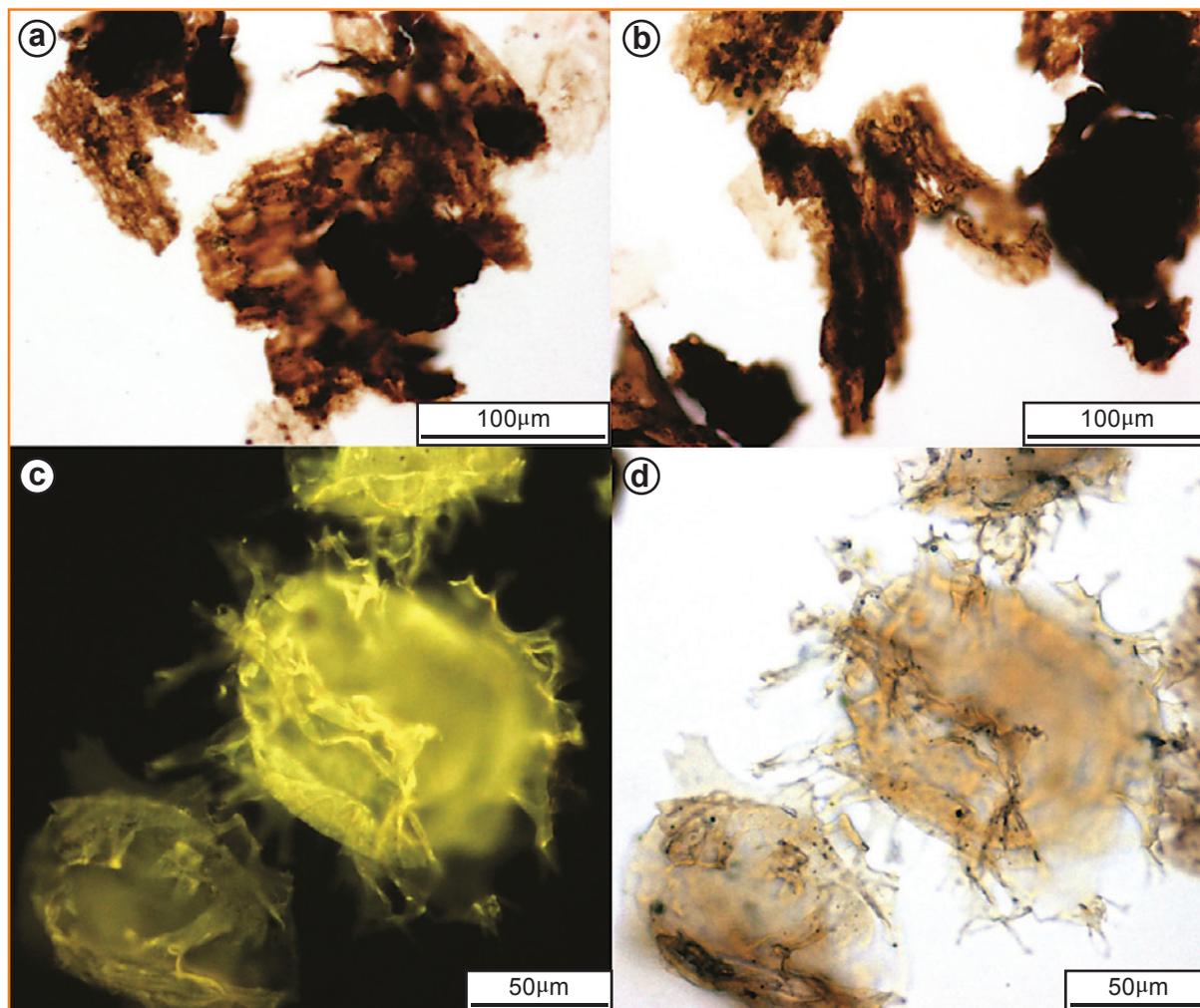


Figura 16

Diagrama ternário com os campos de palinofácies definidos pelos valores percentuais dos 3 grupos principais da Matéria Orgânica para a Sequência 5.

Figure 16

Ternary AOM-Phytoclast-Palynomorph kerogen plot with palynofacies fields defined by the percentage values of the 3 major groups of organic matter for Sequence 5.



Estampa 5

Palinofácies da Sequência 5: predomínio de fitoclastos (caráter regressivo), incremento de dinocistos (caráter transgressivo). Fotomicrografias 5A, 5B e 5D em luz branca transmitida. Fotomicrografia 5C em fluorescência.

Plate 5

Palynofacies of Sequence 5: phytoclasts predominance (regressive feature), dinocysts increase (transgressive feature). Photomicrographs 5A, 5B and 5D were taken under transmitted white light. Photomicrograph 5C was taken in fluorescence mode.

condições de mar aberto (Lister e Batten, 1988; Wilpshaar e Leereveld, 1994) e *trend* nerítico-oceânico (Van Mourik *et al.*, 2001e Ramirez 2004). O gênero *Polysphaeridium* desenvolve-se em condições típicas de ambientes mais proximais (nerítico-interno), porém, a associação com *Spiniferites* + *Oligosphaeridium* sugere condições de mar aberto, pois o desenvolvimento de organismos do táxon *Polysphaeridium* pode estar relacionado à ocorrência de correntes de turbidez diluídas, ao invés do aumento da produtividade primária simplesmente (Van Mourik *et al.*, 2001; Ramirez, 2004). Sendo assim, o posicionamento da amostra no Campo V do diagrama ternário (fig. 17) pode representar uma mistura de cistos transportados pelas correntes oceânicas que se acumularam em uma determinada porção do substrato em algum momento do tempo geológico.

Por sua vez, as associações de palinofácies das amostras mais rasas marcaram um caráter regressivo. A presença de tecidos cuticulares associada ao predomínio fitoclastos não-opacos indicaram uma maior influência da fonte flúvio-deltaica no sistema marinho.

## carbono orgânico total

Análises adicionais de carbono orgânico total foram realizadas em 33 amostras de seis poços. Foi possível observar o controle do Grupo Fitoclasto sob o conteúdo de COT. Nesse caso de estudo, a curva de variação do nível relativo do mar pode ser traçada inversamente à curva de variação dos teores

de COT ao longo das sequências sedimentares. Isto é, a elevação relativa do nível do mar está relacionada à diminuição do teor de COT e vice-versa, já que a progradação siliciclástica tem sempre uma correlação positiva com a abundância absoluta de matéria orgânica terrestre (fig. 18).

## considerações finais

A aplicação do estudo de palinofácies em testemunhos de poços estratégicos de parte do Oligo-Mioceno e Mioceno da Bacia de Campos corroborou o modelo evolutivo para a área, uma vez que permitiu identificar as tendências de deposição da matéria orgânica particulada em função das variações das associações de palinofácies.

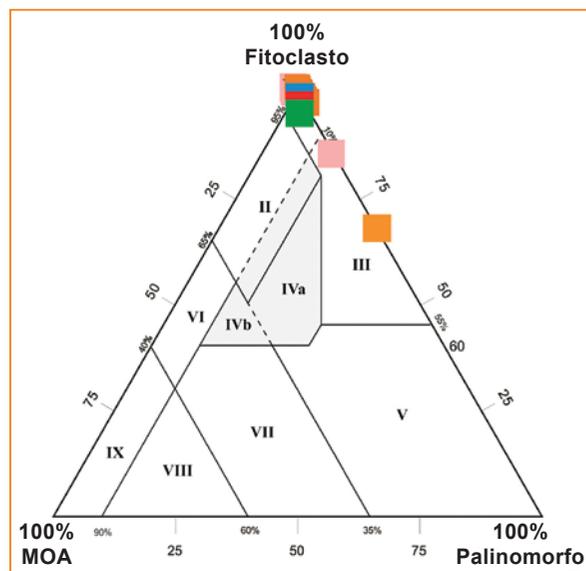
As associações palinofaciológicas descritas mostraram o predomínio de matéria orgânica derivada de vegetais superiores terrestres (Grupo Fitoclasto) e a integração dos dados de palinofácies forneceu uma estimativa mais apurada das condições paleoambientais e de tendências proximal-distal nas seções sedimentares estudadas.

A ocorrência de um elevado percentual de fitoclastos em ambientes marinhos é típica de eventos de caráter regressivo e está fortemente relacionada a condições paleoambientais oxidantes de alta energia com frequência de deposição turbidítica. O transporte e deposição destas partículas orgânicas estão condicionados a áreas com elevada descarga de rios; à proximidade de uma fonte flúvio-deltaica ativa; à presença de uma plataforma estreita e cortada por cânions, onde há alta frequência de correntes de turbidez; à presença de leques submarinos, bem como em decorrência de soerguimentos na área-fonte onde o tectonismo se constitui no principal fator controlador do processo deposicional.

O aumento nos valores percentuais de dinocistos em algumas amostras foi importante para marcar os episódios de caráter transgressivo. A caracterização das condições deposicionais nas seções sedimentares estudadas com as ocorrências de distintas associações de cistos de dinoflagelados possibilitou um melhor entendimento das tendências de proximalidade-distancialidade, uma vez que a implantação do taxa é controlada pelos fatores oceanográficos (luz, temperatura, salinidade, paleobatimetria).

**Figura 17**  
Diagrama ternário com os campos de palinofácies definidos pelos valores percentuais dos 3 grupos principais da Matéria Orgânica para a Sequência 5.

**Figure 17**  
Ternary AOM-Phytoclast-Palynomorph kerogen plot with palynofacies fields defined by the percentage values of the 3 major groups of organic matter for Sequence 5.



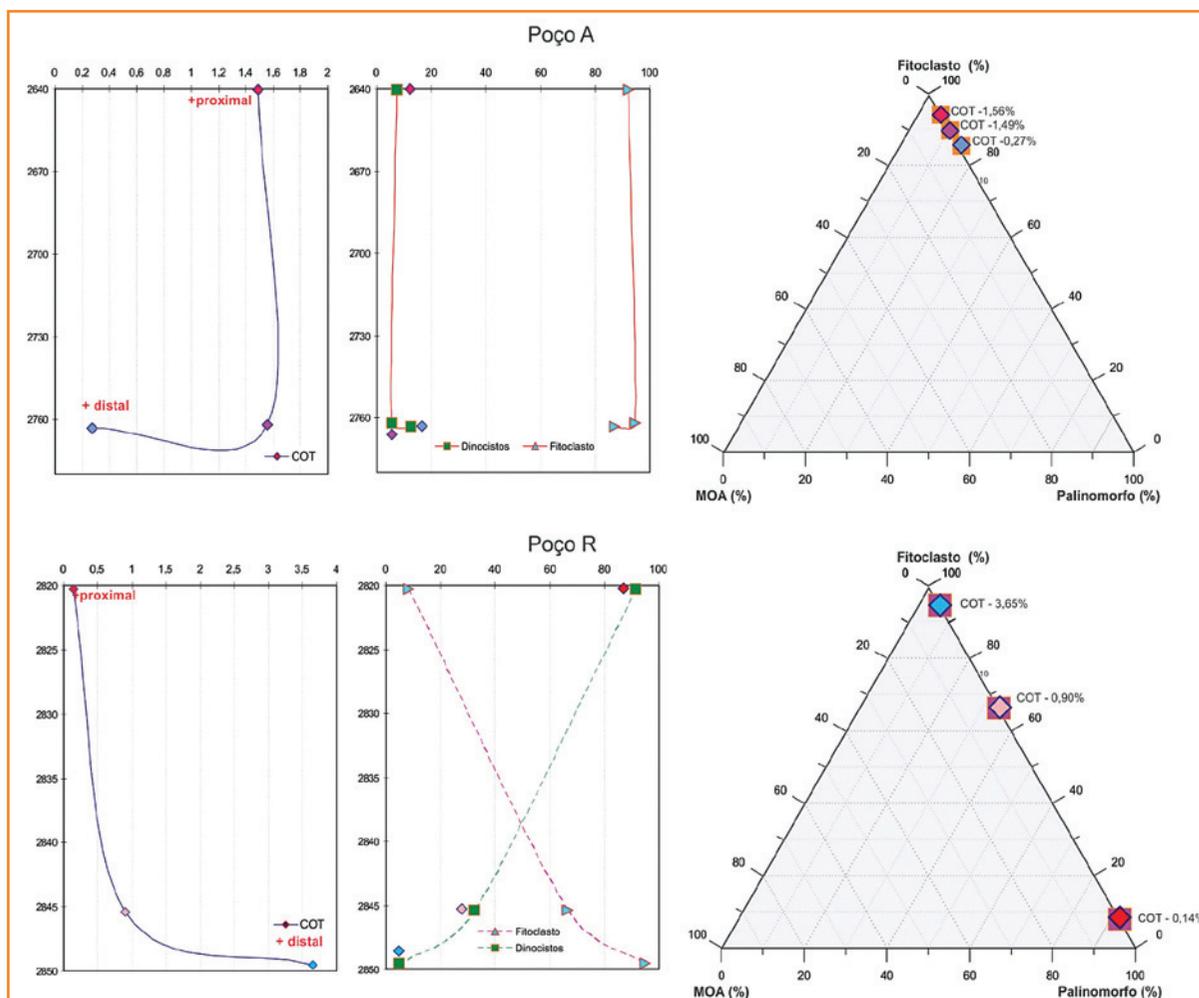


Figura 18

Exemplos do controle do Grupo Fitoclasto no conteúdo de COT. Nesse caso, a curva de variação do nível relativo do mar pode ser traçada inversamente à curva de variação dos teores de COT ao longo das sequências sedimentares: a subida relativa do nível do mar está relacionada à diminuição do teor de COT e vice-versa, já que a progradação siliciclástica tem sempre uma correlação positiva com a abundância absoluta de matéria orgânica terrestre.

Figure 18

Examples to show the Phytoclast Group control on the TOC particulate components. In this case the relative sea level variation curves can be drawn inversely to the TOC content variation curves along the sedimentary sequences: as the siliciclastic progradação always has a positive correlation with the absolute abundance of the terrestrial organic matter.

Comparando-se os dois depocentros da Sequência 2 (região de Caratinga, Barracuda e Marlim Sul), as associações palinofaciológicas apontaram para condições mais distais e/ou com águas relativamente mais profundas (percentuais elevados de dinocistos e fitoclastos bioestruturados estriados). No entanto, no Depocentro de Albacora, distante 80km a NE, observaram-se pulsos transgressivos-regressivos refletindo a ativação e desativação da fonte flúvio-deltaica.

Na Sequência 3 (Marlim, Marlim Sul), a análise de palinofácies revelou características mais proximais em relação às demais sequências de deposição da matéria orgânica: associações de componentes da matéria orgânica particulada com partículas de fitoclastos de maiores tamanhos e bem preservados, presença de aglomerados e tétrades de esporomorfos, ocorrências de algas de água doce associadas a valores percentuais mais elevados de tecidos cuticulares indicativos não só do influxo de água doce no ambiente marinho, mas também da maior proximidade da área.

Análises adicionais de carbono orgânico total mostraram que os componentes particulados do Grupo Fitoclasto controlam os teores de COT. Nesse caso, a curva de variação do nível relativo do mar pode ser traçada inversamente à curva de variação dos teores de COT ao longo das sequências sedimentares. Isto é, a elevação relativa do nível do mar está relacionada à diminuição do teor de COT e vice-versa, já que a progradação siliciclástica tem sempre uma correlação positiva com a abundância absoluta de matéria orgânica terrestre.

A aplicação da palinofácies como mais uma ferramenta de estudo de intervalos rochas reservatórios e sua correlação com resultados de estratigrafia e sedimentologia podem contribuir de forma significativa para uma estratigrafia de alta resolução, proporcionando uma melhor correlação entre os diversos corpos de areias e, por sua vez, melhorando o conhecimento da geologia do campo.

## agradecimentos

Os autores agradecem à Petrobras pela liberação dos dados para publicação e à Rede de Estudos em Sedimentologia e Estratigrafia / Cenpes pela oportunidade de desenvolvimento de pesquisa técnico-científica através de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

## referências bibliográficas

- BATTEN, D. J. Palynofacies, organic maturation and source potential for petroleum. In: BROOKS, J. (Ed.). **Organic Maturation Studies and Fossil Fuel Exploration**. London: Academic Press, 1981. p. 201-224.
- BATTEN, D. J. Palynofacies, palaeoenvironments and petroleum. **Journal of Micropalaeontology**, v. 1, p. 107-114, 1982.
- BATTEN, D. J. Palynofacies and palaeoenvironmental interpretation. In: JANSONIUS, J.; MCGREGOR, D. C. (Ed.). Palynology: principles and applications. **American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation**, v. 3, p.1011-1064, 1996.
- BELOW, R.; KIRSCH, K. H. Die Kerogen-Facies der Tonstein-Blättertonstein Rhythmite des Ober Barrême/Unter Aptim Niedersächsischen Becken (Norddeutschland) am Beispielder Bohrung Hoheneggelsen KB 50. **Palaeontographica Abt. B**, v. 242, p.1-90, 1997.
- BRIDEAUX, W. W. Recurrent species groupings in fossil microplankton assemblages. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 9, p. 101-122, 1971.
- BOULTER, M. C.; RIDDICK, A. Classification and analysis of palinodebris from the Palaeocene sediments of the Forties Field. **Sedimentology**, v. 33, p. 871-86, 1986.
- BURGESS, J. D. Microscopic examination of kerogen (dispersed organic matter). In: Petroleum Exploration. **Geological Society of American Special Paper**, v. 153, p. 19-30, 1974.
- BUSTIN, R. M. Sedimentology and characteristics of dispersed organic matter in Tertiary Niger Delta: origin of source rocks in a deltaic environment. **American Association of Petroleum Geologists Bulletin**, v. 72, p. 277-298, 1988.
- COMBAZ, A. Les palynofaciès. **Revue de Micropaléontologie**, v. 7, p. 205-218, 1964.
- COMBAZ, A. Les kérogènes vus au microscope. In : DURAND, B. (Ed.) **Kerogen**. Paris: Éditions Technip, 1980. p. 55-111.
- CORREIA, M. Diagenesis of sporopollenin and other comparable organic substances: application to hydrocarbon research. In: BROOKS, J.; GRANT, P.; MUIR, M. D.; SHAW, G.; VAN GIJZEL, P. (Ed.). **Sporopollenin**. London: Academic Press, 1971. p. 569-620.
- CROUCH, E. M.; DICKENS, G. R.; BRINKHUIS, H.; AUBRY, M. P.; HOLLIS, C. J.; ROGERS, K. M.; VISSCHER, H. The Apectodinium acme and terrestrial discharge during the Paleocene-Eocene thermal maximum: new palynological, geochemical and calcareous nannoplankton observations at Tawanui, New Zealand. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 194, n. 4, p. 387-403, 2003.
- HABIB, D. Sedimentary supply origin of cretaceous black shales. In: SCHLANGER, S. O.; CITA, M. B. (Eds.). **Nature and origin of Cretaceous Carbon-rich Facies**. Londres: Academic Press, 1982. p.113-127.
- HART, G. F. **Maceral analysis**: its use in petroleum exploration, vertical and horizontal distribution, usually. Methods Paper 2. Baton Rouge. Los Angeles: Hartx Internacional Inc., 1979.
- HUGHES, N. F.; MOODY-STUART, J. C. Palynological facies and correlation in the English Wealden. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 1, p. 259-68, 1967.

HULTBERG, S. U.; MALMGREN, B. A. Dinoflagellate and planktonic foraminiferal paleobathymetrical indices in the Boreal uppermost Cretaceous. **Micropaleontology**, v. 32, p. 316-323, 1986.

JARVIE, D. M. **Total Organic Carbon (TOC) analysis**. In: MERRIL, R. K. (Ed.). Source and Migration Processes and Evaluation techniques, Treatise of Petroleum Geology. Tulsa: American Association of Petroleum Geologists, 1991. p. 113-118.

KÖTHE, A. Paleogene dinoflagellates from north-west Germany-biostratigraphy and Palaeoenvironments. **Geologisches Jahrbuch, Reihe A**, v. 118, p. 3-111, 1990.

LISTER, J. K.; BATTEN, D. J. Stratigraphic and palaeoenvironmental distribution of Early Cretaceous dinoflagellate cysts in the Hurlands farm borehole, West Sussex, England. **Palaeontographica**, v. 210, p. 9-89, 1988.

MASRAN, T. C.; POCOCK, S. A. J. The classification of plant-derived particulate organic matter in sedimentary rocks. In: BROOKS, J. (Ed.). **Organic Maturation Studies and Fossil Fuel Exploration**. London: Academic Press, 1981. p. 145-176.

MENDONÇA FILHO, J. G. **Aplicação de estudos de palinofácies e fácies orgânica em rochas do Paleozóico da Bacia do Paraná, Sul do Brasil**. 1999. 242 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

MENDONÇA FILHO, J. G.; CARVALHO, M. A.; MENEZES, T. R. Palinofácies. In: DUTRA, T. (Org.) **Técnicas e procedimentos de trabalho com fósseis e formas modernas comparativas**. São Leopoldo: Unisinos, 2002. p. 20-24.

MENDONÇA, J. O.; MENDONÇA FILHO, J. G.; OLIVEIRA, A. D.; MENEZES, T. R.; SANT'ANNA, A. J.; SOUZA, J. T.; BRITO, D. M. Fossil record of carbonized sclerenchymatic tissues (sclereids and fibers) in Brazilian sedimentary basins. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 20., 2007, Búzios. **Anais...** Búzios: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2007. v. 1. p. 144.

MENDONÇA FILHO, J. G.; MENDONÇA, J. O.; OLIVEIRA, A. D.; MENEZES, T. R.; SANT'ANNA, A. J.; SOUZA, J. T.; BRITO, D. M. Fossil Record of Carbonized Sclerenchymatic Tissues (Sclereids and Fibers) in Brazilian Sedimentary Basins. In: ANNUAL TSOP MEETING, 24., 2007, Victoria. **Anais...** Victoria: The Society for Organic Petrology, 2007. v. 1. p. 75-76. Trabalho apresentado em JOINT ICCP / TSOP / CSCOP Meeting.

MENDONÇA FILHO, J. G.; MENEZES, T. R.; MENDONÇA, J. O. Palinofácies and Organic Facies: Principles, Methods and Applications. In: SYMPOSIUM ON ADVANCES IN ORGANIC PETROLOGY AND ORGANIC GEOCHEMISTRY, 2009, Gramado. **Curso de curta duração**. Gramado: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, 2009. Curso realizado em JOINT 61° ICCP / 26° TSOP Meeting.

MENDONÇA FILHO, J. G.; MENEZES, T. R.; MENDONÇA, J. O.; OLIVEIRA, A. D.; CARVALHO, M. A.; SANT'ANNA, A. J.; SOUZA, J. T. Palinofácies. In: SOUZA, C. I. (Org.) **Paleontologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 2010a. v. 2, p. 379-413.

MENDONÇA FILHO, J. G.; CHAGAS, R. B. A.; MENEZES, T. R.; MENDONÇA, J. O.; DA SILVA, F. S.; SABADINI-SANTOS, E. Organic facies of the Oligocene lacustrine system in the Cenozoic Taubaté Basin, Southern Brazil. **International Journal of Coal Geology**, v. 84, p. 166-178, 2010b.

MENDONÇA FILHO, J. G.; MENEZES, T. R.; MENDONÇA, J. O. Organic Composition (Palynofacies Analysis), Chapter 5. In: FLORES, D.; MARQUES, M. (Ed.). **International Committee for Coal and Organic Petrology Training Course on Dispersed Organic Matter**. Porto: Universidade do Porto, 2011. p. 33-81.

MENEZES, T. R.; MENDONÇA FILHO, J. G.; ARAUJO, C. V.; SOUZA, I. V. A. F.; MENDONÇA, J. O. Fácies orgânica: conceitos, métodos e estudos de casos na indústria do petróleo. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 38, 2008, p. 80-96.

- OLIVEIRA, A. D. **Reconstrução paleoambiental com base nas assembléias de dinoflagelados presentes nos sedimentos do Holoceno e Pleistoceno do Talude Continental Brasileiro da Bacia de Campos, RJ-Brasil.** 2003. 168 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.
- OLIVEIRA, A. D.; MENDONÇA FILHO, J. G.; SANT'ANNA, A. J.; SOUZA, J. T.; FREITAS, A. G.; MENEZES, T. R. Inovação no processamento químico para isolamento da Matéria Orgânica Sedimentar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 43., 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo Bahia-Sergipe, 2006. p. 324.
- RAMIREZ, R. A. **Middle to Late Eocene Dinoflagellate Cysts and Fungal Spores from the East Coast of the Maracaibo Lake, Venezuela (Biostratigraphy, Palaeoecology and Taxonomy).** 300 f. 2004. Dissertation Zur Erlangung des Grades eines – Doktors der Naturwissenschaften der Geowissenschaften Fakultät der Eberhard-Karls-Universität, 2004.
- STAPLIN, F. L. Sedimentary organic matter, organic metamorphism and oil and gas occurrence. **Bulletin of Canadian Petroleum Geology**, v. 17, p. 47-66, 1969.
- SOUZA CRUZ, C. E. **Estratigrafia e sedimentação de águas profundas do Neogeno da bacia de Campos, Estado do Rio de Janeiro.** 1995. 168 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 1995.
- TORRICELLI, S.; KNEZAUREK, G.; BIFFI, U. Sequence biostratigraphy and paleoenvironmental reconstruction in the Early Eocene Figols Group of the Tremp–Graus Basin (south-central Pyrenees, Spain). **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 232, n.1, p.1-35, 2006.
- TRAVERSE, A. **Sedimentation of Organic Particles.** Cambridge University Press. 1994. 647p.
- TYSON, R. V. The genesis and palynofacies characteristics of marine petroleum source rocks. In: BROOKS, J.; FLEET, A. J. (Ed.). Marine Petroleum Source Rocks. **Geological Society Special Publication**, Londres, v. 26, p. 47-67, 1987.
- TYSON, R. V. **Late Jurassic palynofacies trends, Piper and Kimmmeridge Clay Formations, UK onshore and northern North Sea.** The British Micropalaeontological Society, p. 135-172, 1989.
- TYSON, R. V. Palynofacies Analysis. In: JENKINS, D. J. (Ed.). **Applied Micropaleontology.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1993. p. 153-191.
- TYSON, R. V. **Sedimentary Organic Matter. Organic facies and palynofacies.** Londres: Chapman & Hall, 1995. 615 p.
- VAN MOURIK, C. A.; BRINKHUIS, H.; WILLIAMS, G. L. Mid to Late Eocene organic-walled dinoflagellate cysts from ODP Leg 171B, offshore Florida **Geological Society Special Publications**, v. 183, p. 225-251, 2001.
- WHITAKER, M. F. The usage of palynology in definition of Troll Field geology. **Reduction of uncertainties in innovative Reservoir Geomodelling.** In: OFFSHORE NORTHERN SEAS CONFERENCE AND EXHIBITION, 6., Stavanger, Sweden, Norsk Petroleums forening, Paper G6. 1984. 44 p.
- WILPSHAAR, M.; LEEREVELD, H. Palaeoenvironmental change in the Early Cretaceous Vocontian basin (SE France) reflected by dinoflagellate cysts. **Review Palaeobotany and Palynology**, v. 84, p. 121-128, 1994.
- ZONNEVELD, C. A. F. Distribution of modern dinoflagellate cysts in the Angola Basin. **Int. Rep. Laboratory of Palaeobotany Palynology**, Utrecht: State University, 1989. 23 p. Unpublished.

## expanded abstract

*This study integrates palynofacies analyses and the sedimentological and stratigraphic model of the Oligo-Miocene/Miocene siliciclastic deposits from the Campos Basin. The main objective of the palynofacies was to characterize the particulate sedimentary organic matter to understand the proximal-distal relationship (proximity) and the sedimentary organic matter preservation and depositional environmental conditions. In all, there were 158 core samples studied, collected from 29 wells in 9 oil production fields. The selected material makes up the narrow shallow stratigraphic interval up to the slope/basin from the Oligo-Miocene of the Campos Basin. The study of particulate organic components distribution facilitated the evaluation and comparison of the Albacora, Barracuda, Marlim Sul, Marlim, Voador, Marlim Leste, Moréia and Albacora Leste oil fields. Generally, the described palynofacies assemblages showed the predominance of the terrestrial macrophyte derived organic matter at various degradation stages (Phytoclast Group). Besides this, the particulate organic content analysis, revealed in some samples high dinocysts percentages that portray transgressive features. The palynofacies assemblages variations offered a better understanding of the proximity tendencies, as the introduced taxa is controlled by oceanographic factors (light, temperature, salinity, paleobathymetry) and changes of the phytoclasts types reflected the selective preservation tendencies. It was possible, through the particulate organic components distribution, to characterize the stratigraphic sequences. Sequence 1 presented*

*a palynofacies with predominant non-opaque phytoclasts that suggested a strong influence of active fluvio-deltaic systems, as well as a proximal deposition character, regressive trend and high energy oxic conditions. In Sequence 2 (Caratinga, Barracuda and Marlim Sul), the palynofacies assemblages indicated more distal conditions and/or with relatively deeper waters (high percentages of dinocysts and striate biostructured phytoclasts). Nonetheless, in the Albacora depocenter, 80 Km away to the NE, transgressive-regressive pulses were observed, and at others a greater input of continental organic matter suggesting an activation/deactivation of the fluvial plumes in the marine system. According to Sequence 3 palynofacies assemblages (Marlim, Marlim Sul), there were more proximal characteristics of particulate organic matter deposition in relation to other sequences. It was not possible to specify Sequence 4 due to a reduced number of samples. On the other hand, the determined palynofacies assemblage of Sequence 5 suggested oxidant conditions and high energy, as well as a regressive and proximal deposition characters, however the predominance of degraded woody components suggested a depositional character in more distal facies due to physical degradation caused by a greater organic particles transport. Furthermore, additional TOC analyses showed the control of the particulate components from the Phytoclast Group on the TOC content, in this case suggesting that the relative sea-level variation curves can be drawn inversely to the TOC content variation curves along the sequences, as the siliciclastic progradation always has a positive correlation with the absolute abundance of the terrestrial organic matter.*

## autores



**João Graciano Mendonça Filho**  
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)  
Centro de Ciências Exatas e da Natureza  
Instituto de Geociências

*e-mail:* [graciano@geologia.ufrj.br](mailto:graciano@geologia.ufrj.br)

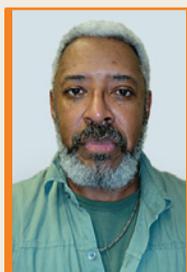
**João Graciano Mendonça Filho** graduado em Geologia pela Universidade Federal do Paraná em 1989, Mestre em Geoquímica Orgânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em 1993 e Doutor em Faciologia Orgânica pela UFRGS em 1999. É Professor Associado II da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e ocupa o cargo de Decano do Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza da UFRJ. Atua na área de Geociências, com ênfase em Geoquímica do Petróleo, Geoquímica Orgânica Ambiental, Petrografia Orgânica, Palinofácies e Fácies Orgânica.



**Joalice de Oliveira Mendonça**  
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)  
Centro de Ciências Exatas e da Natureza  
Instituto de Geociências

*e-mail:* [joalice@lafo.geologia.ufrj.br](mailto:joalice@lafo.geologia.ufrj.br)

**Joalice de Oliveira Mendonça** possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São Carlos em 1991. Mestrado em Taxonomia Vegetal pela Universidade Federal do Paraná (1996) e Doutorado em Taxonomia Vegetal pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) em 1999. Tem experiência na área de Botânica, com ênfase em Taxonomia de Fanerógamos, principalmente nos seguintes temas: *Erythroxylaceae*, Taxonomia Vegetal, Morfologia Vegetal e Anatomia Vegetal. Atua na área de Geociências, com ênfase em Geoquímica Orgânica, Palinofácies e Fácies Orgânica.



**Antonio Donizeti de Oliveira**  
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)  
Centro de Ciências Exatas e da Natureza  
Instituto de Geociências

*e-mail:* [donizeti@lafo.geologia.ufrj.br](mailto:donizeti@lafo.geologia.ufrj.br)

**Antonio Donizeti de Oliveira** graduado em Engenharia Geológica pela Escola de Minas pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) em 1999. Doutorado em Geociências no Setor de Paleontologia e Estratigrafia pelo Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Atuou em Projetos de Pesquisa: Faciologia Orgânica, Maturação Térmica e Modelagem Geológico-geoquímica de Sequências Sedimentares Paleozoicas, Mesozoicas e Cenozoicas (2008-2011).



**Jaqueline Torres**  
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)  
Centro de Ciências Exatas e da Natureza  
Instituto de Geociências

*e-mail:* [jaqueline@lafo.geologia.ufrj.br](mailto:jaqueline@lafo.geologia.ufrj.br)

**Jaqueline Torres** graduada em Ciências Biológicas pela Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO). Cursando o Mestrado em Geociências no Setor de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Atuou em Projetos de Pesquisa: Faciologia Orgânica, Maturação Térmica e Modelagem Geológico-geoquímica de Sequências Sedimentares Paleozoicas, Mesozoicas e Cenozoicas (2009-2011). Atualmente trabalha na UFRJ no Departamento de Geologia, especificamente no Laboratório de palinofácies e Fácies Orgânica.



**Taíssa Rêgo Menezes**  
Centro de Pesquisas da Petrobras (Cenpes)  
P&D em Geociências  
Gerência de Geoquímica

*e-mail:* [taissamenezes@petrobras.com.br](mailto:taissamenezes@petrobras.com.br)

**Taíssa Rêgo Menezes** graduada em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e possui mestrado em Geologia pela UFRJ. Trabalha no Cenpes na Gerência de Geoquímica desde 2002. Possui experiência na caracterização de rochas geradoras de petróleo e é membro da sociedade científica: *International Committee for Coal and Organic Petrology* (ICCP) e também possui a creditação internacional para atuar na área de Petrografia Orgânica de rochas geradoras de petróleo pela Comissão II, *Geological Applications of Coal Petrology* do ICCP.



**Viviane Sampaio Santiago dos Santos**  
Centro de Pesquisas da Petrobras (Cenpes)  
P&D em Geociências  
Gerência de Sedimentologia e Estratigrafia

*e-mail:* [vsss@petrobras.com.br](mailto:vsss@petrobras.com.br)

**Viviane Sampaio Santiago dos Santos** geóloga da Petrobras atuando na área de Sedimentologia e Estratigrafia do Cenpes desde 1999. Trabalhou na Unidade Operacional da Bacia de Campos no acompanhamento de poços e no laboratório de rochas. É consultora técnica da empresa e, atualmente, gestora da Rede de Estudos em Sedimentologia e Estratigrafia.



**Luci Maria Arienti**  
Centro de Pesquisas da Petrobras (Cenpes)  
P&D em Geociências  
Gerência de Sedimentologia e Estratigrafia

*e-mail:* [arienti@petrobras.com.br](mailto:arienti@petrobras.com.br)

**Luci Maria Arienti** trabalha na Petrobras há 25 anos, no Cenpes, atuando na área de Sedimentologia e Estratigrafia, de siliciclásticos e de carbonatos. Consultora Senior da companhia, com Doutorado em Estratigrafia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

