

ANÁLISE DE PALINOFÁCIES & FÁCIES ORGÂNICA APLICADA NA RECONSTITUIÇÃO PALEOAMBIENTAL DO TALUDE CONTINENTAL MÉDIO DA BACIA DE CAMPOS, RJ

Taíssa R. Menezes¹; João G. Mendonça Filho².

² PETROBRAS/CENPES/DIVEX/CEGEQ, Cidade Universitária, Quadra 7, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro
taissar.Fundacao_Padre@petrobras.com.br

¹ Depto de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Brigadeiro Trompowski s/n, Ilha do Fundão, CCMN, Bloco G, CEP. 21949-900 - graciano@geologia.ufrj.br

RESUMO

Um estudo qualitativo e quantitativo da matéria orgânica presente em amostras de sedimentos holocênicos e pleistocênicos do talude continental médio da Bacia de Campos, foi realizado em amostras do testemunho de sondagem BU-91-GL-07. A seção analisada está a 955 m de lâmina d'água e possui 100 m de comprimento e é composta por lamias, fácies arenosas e depósitos de movimento de massa. As amostras foram processadas seguindo os padrões de preparação para palinofácies e posteriormente analisadas em lâminas organopalinológicas utilizando a microscopia em luz branca transmitida e fluorescência. Além disso, foram realizadas análises de Carbono Orgânico Total (COT) e Pirólise Rock-Eval. Os dados de palinofácies foram obtidos por 2 sistemas de contagem de 300 (palinomorfos) e 500 (matéria orgânica total) pontos por amostra. Por fim, os resultados percentuais obtidos foram submetidos a análises de agrupamento (*modo-Q* e *modo-R*). As amostras em geral apresentaram o predomínio do grupo dos fitoclastos, seguido do grupo de palinomorfos e MOA. A análise de agrupamento (*modo R*), agrupou os componentes orgânicos particulados em 6 subgrupos distintos e a análise de agrupamento pelo *modo Q* revelou 4 agrupamentos que determinaram 5 intervalos, sendo estes correlacionáveis com períodos interglaciais e glaciais pré-definidos para o Pleistoceno. A faciologia orgânica caracterizou subambientes ao longo da seção analisada: proximal de fácies flúvio-deltaica com regime de oxigênio óxido a intermediário-distal de fácies de talude desóxico. Essas diferenças paleoambientais e variações no regime de oxigênio estão relacionadas a fatores como oscilações do nível do mar e mudanças climáticas ocorridas nos últimos 135.000/130.000 anos AP e presença de correntes de fundo oxigenadas que ocasionaram mudanças no aporte de partículas orgânicas e no regime de oxigênio; influenciando desta forma, nos fatores gerais que produziram, acumularam e preservaram os grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica.

ABSTRACT

The Quaternary section from BU-91-GL-07 well of Campos Basin continental slope were studied aiming its palynofacies and organic facies characterization. The succession recovered from BU-91-GL-07 is located on middle continental slope and comprises 100 m length at water depth 955 m. The studied section comprises mainly mud facies, sand facies and also mass movement deposits. Quantitative and qualitative analyses study of total particulate organic matter comprised transmitted white light microscopy and fluorescence microscopy. The geochemical analyses included Total Organic Carbon (TOC) and Rock-Eval pyrolysis determinations. Palynofacies data were obtained by point counting varying 300 to 500 points per sample. An overall of twenty six samples were analyzed by this method and final data were submitted to and the data were organic matter method and final data were submitted to cluster analyses (r and q-ratio). The cluster analysis was based on abundance of organic particles in order to define groupings (similarity) and to recognize the relationship between palynofacies analysis. The organic matter assemblage is characterized by high relative abundance percentage of phytoclasts (mainly cuticle debris), moderate percentage of palynomorphs, and low to moderate percentage of AOM. R-mode cluster analysis from BU-91-GL-07 well, revealed six sub-groups: sub-group I (organic-walled microplankton – dinoflagellates), sub-group II (AOM), sub-group III (biostructured phytoclasts + opaque phytoclasts), sub-group IV (non-opaque biostructured phytoclasts), sub-group V (sporangia + *Botryococcus*) and sub-group VI (cuticle debris). These results reflect proximal-distal trends and hydrodynamic equivalence effect. Q-mode analyses revealed five intervals to BU-91-GL-07 well, accordingly. These intervals were represented by high/low supply of terrestrial organic matter and derived marine organic matter. The palynofacies and organic facies parameters suggest paleoenvironmental variations in the studied sections: from a proximal oxidizing environment to distal dysoxic environment. These variations may be correlated to climatic events and sea level changes occurred at 135,000/130,000 years BP that influenced the production, accumulation and preservation of organic matter on Campos Basin middle continental slope.

Palavras-Chave: palinofácies, reconstituição paleoambiental, talude continental médio, bacia de campos

1. INTRODUÇÃO

A evolução do Quaternário marinho brasileiro tem sido consideravelmente estudada nas regiões costeiras, o que não ocorre no talude continental, muito pouco conhecido.

A exploração na Bacia de Campos tem se voltado cada vez mais para reservatórios de águas profundas. A

determinação dos parâmetros organofaciológicos e suas variações no talude recente são uma valiosa ferramenta na reconstrução paleoambiental do Talude Continental Médio Recente na Bacia de Campos.

Para tal estudo, foram utilizadas técnicas de microscopia em luz branca transmitida e fluorescência e métodos

geoquímicos (Carbono Orgânico Total - COT e Pirólise Rock-Eval) para caracterizar a origem e conteúdo da matéria orgânica e determinar o estado e processos de preservação dos componentes orgânicos particulados. Os principais objetivos são: determinar a magnitude e localização de aportes terrígenos (relação proximal-distal/proximalidade); identificar as tendências de elevação e rebaixamento do nível relativo do mar e distinguir entre os diferentes ambientes deposicionais marinhos.

2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A área de estudo localiza-se entre os paralelos 22° e 22°30' sul de latitude na costa do Estado do Rio de Janeiro. Esta região é cortada pelo Cânion São Tomé e limitada ao norte pelo Cânion Itapemirim (figura 1), compreendendo uma seção quaternária do talude continental médio.

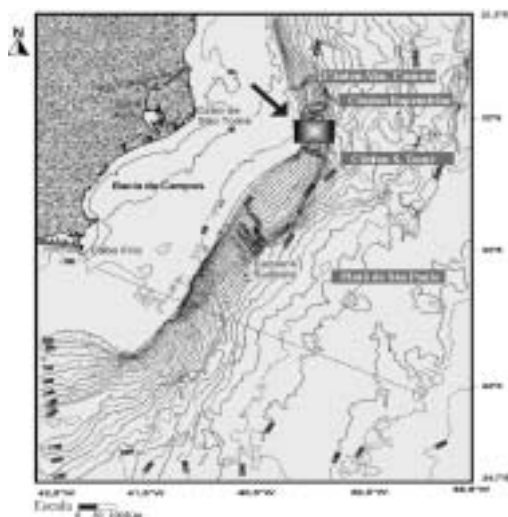


Figura 1: Mapa de localização do testemunho de sondagem BU-91-GL-07. (modificado de Viana & Faugères, 1998).

3. DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS

Foram analisadas amostras do testemunho de sondagem BU91-GL-07, cedido pela PETROBRAS para o projeto “Aplicação da Faciologia Orgânica na modelagem paleoceanográfica e microfaciológica do talude continental brasileiro recente da Bacia de Campos – RJ” (CNPq/CTPETRO/UFRJ). Tal testemunho foi coletado sob lâmina d’água de 955 metros, tendo, aproximadamente, 100 m de comprimento com sedimentos depositados, provavelmente, nos últimos 130.000 / 135.000 anos A.P (Vicalvi, 1999).

4. MÉTODOS DE ESTUDO

Foram utilizadas 26 amostras neste trabalho. A preparação do material para a análise de palinofácies utilizou os procedimentos palinológicos não oxidativos padrões descritos por Tyson (1995) e Mendonça Filho (1999). Essas amostras foram tratadas com ácido clorídrico e fluorídrico para eliminação da fração mineral e a separação da matéria orgânica do resíduo mineral e sua concentração foi realizada com a utilização de cloreto

de zinco. A matéria orgânica isolada foi, então, concentrada em lâminas de vidro para as análises em luz branca transmitida e fluorescência. As análises de COT foram realizadas no determinador LECO-SC-44 e as análises de pirólise Rock-Eval foram obtidas pelo equipamento Rock-Eval 6.

A técnica de palinofácies utilizada envolveu o exame qualitativo e quantitativo tanto da matéria orgânica total quanto da distribuição de suas diversas classes nos sedimentos estudados e sua correlação com as análises organogeoquímicas. As partículas orgânicas foram designadas através do sistema de classificação (baseado em Tyson, 1995 e Mendonça Filho, 1999), sendo o material orgânico dividido em três grupos principais: Fitoclastos, Palinomorfos e Matéria Orgânica Amorfa (MOA). Dois sistemas de contagem foram realizados, o primeiro contabilizou o total de matéria orgânica (500 partículas – contagem 1) e o segundo contabilizou o total da fração palinomorfo (300 partículas – contagem 2). Após a contagem das partículas orgânicas, foi realizado tratamento estatístico com os dados obtidos, que foram recalculados para valores percentuais relativos aos grupos e subgrupos da matéria orgânica e submetidos às análises de agrupamento modo-Q, para observação de similaridades entre as amostras, e modo-R, para verificar similaridades entre os componentes orgânicos. Além disso, foi empregado o coeficiente de correlação linear r de Pearson, quantificando a dependência linear entre os elementos, determinando a matriz de correlação e identificando a relação entre os componentes orgânicos.

5. RESULTADOS

Observou-se o predomínio do grupo fitoclastos no total de componentes da matéria orgânica, com os palinomorfos constituindo o segundo grupo em dominância e, subordinadamente, MOA. (Figura 2)

O grupo dos fitoclastos é constituído principalmente por cutículas, sendo os demais fitoclastos não-opacos bioestruturados, opacos e os não-opacos não-bioestruturados.

Na fração palinomorfos, os esporomorfos predominam (66,2% do total de palinomorfos). Os esporos ocorrem com valores percentuais entre 9,1-90,3% e os grãos de pólen com média de 4,31%. Os dinoflagelados dominam a assembléia de componentes do plâncton marinho (28,03%). Algas do gênero *Botryococcus* representam o microplâncton de água doce com média de 5,74% do total de palinomorfo.

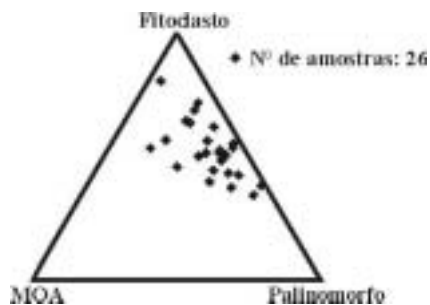


Figura 2: Diagrama ternário MOA-FITO-PALIN.

A MOA ocorre como grupo minoritário, sendo constituída principalmente por MOA homogênea fluorescente.

Ainda foi observada a ocorrência de algas do grupo das prasinófitas, algas de água doce do gênero *Pediastrum*, *Pseudoschizaea*, “palinoforaminíferos” e ovos de copepodas.

Descrição dos Componentes da Matéria Orgânica

Nas amostras analisadas, a MOA ocorre em forma de grumos, com colorações variando do amarelo claro ao castanho escuro, por vezes dispersa com fluorescência variando do amarelo ao laranja. Os esporomorfos (esporos e grãos de pólen) ocorrem bem preservados com colorações de fluorescência do amarelo-esverdeado ao laranja claro, por vezes degradados com coloração de fluorescência fraca.

Os dinoflagelados apresentam colorações bem claras em luz branca transmitida, sendo possível sua identificação com auxílio da fluorescência, apresentando colorações que variam do amarelo forte ao laranja médio.

Algas *Botryococcus* ocorrem exibindo colônias e estruturas internas visíveis e identificáveis com coloração de fluorescência amarelo intenso.

As cutículas ocorrem no geral bem degradadas com colorações de fluorescência variando do amarelo bem claro ao laranja escuro. Os demais subgrupos dos fitoclastos ocorrem em fragmentos irregulares.

Análises de Agrupamento

A partir da análise de agrupamento *modo-R* constatou-se que os componentes da matéria orgânica foram reunidos em grupos com maiores similaridades. Observou-se a separação dos componentes marinhos (subgrupo I) dos demais subgrupos (MOA – subgrupo II) e componentes continentais (subgrupos III, IV, V e VI).

Através da matriz de correlação, coeficiente r-Pearson, pode-se observar que os componentes orgânicos com mesmas tendências de distribuição (proximal-distal e equivalência hidrodinâmica) apresentaram, de maneira coerente, correlações positivas, ou seja, próximo de 1 ou vice-versa (tabela 1). Isto significa que, no geral, os componentes orgânicos com tendências de distribuição em fácies mais proximais (*Botryococcus*, fitoclastos não-opacos não-bioestruturados, cutículas e esporomorfos) apresentaram correlações positivas entre si. Quando os coeficientes r-Pearson destes componentes orgânicos são analisados com os coeficientes dos demais componentes orgânicos, com distribuição preferencial em fácies mais distais (fitoclastos opacos, não-opacos bioestruturados e

dinoflagelados), o grau de correlação entre eles torna-se mais negativo.

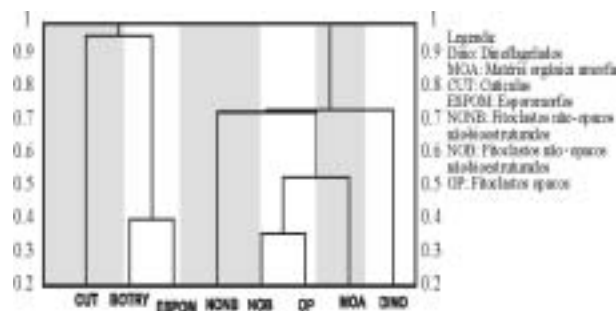


Figura 3: Dendograma (agrupamento modo-R) para os grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica.

Tabela 1: Correlação de matrizes (coeficiente r-Pearson).

Variáveis	BOTRY	DINO	MOA	OP	NONB	NOB	CUT	ESPOM
BOTRY	1,00	-0,35	-0,10	-0,62	-0,15	-0,66	0,04	0,59
DINO	-0,35	1,00	-0,36	0,05	-0,05	0,26	0,001	-0,62
MOA	-0,1	-0,36	1,00	0,46	-0,08	0,20	-0,37	-0,18
OP	-0,62	0,5	0,46	1,00	0,25	0,64	-0,24	-0,59
NONB	-0,15	-0,5	-0,8	0,25	1,00	0,27	-0,36	-0,11
NOB	-0,66	0,26	0,2	0,64	0,27	1,00	-0,12	-0,76
CUT	0,4	0,001	-0,37	-0,24	-0,36	-0,12	1,00	-0,15
ESPOM	0,59	-0,62	-0,18	-0,59	-0,11	-0,76	-0,15	1,00

BOTRY: *Botryococcus*; DINO: dinoflagelados; MOA: matéria orgânica amorfa; OP: fitoclastos opacos; NONB: fitoclastos não-opacos não-bioestruturados; CUT: cutículas; NOB: fitoclastos não-opacos bioestruturados; ESPOM: esporomorfos

A análise de agrupamento *modo-Q*, forneceu agrupamentos, entre as amostras, baseados nos dados de abundância relativa dos subgrupos da matéria orgânica, revelando 4 agrupamentos para o poço BU-91-GL-07, sendo que tais agrupamentos quando plotados estratigraficamente possibilitaram a identificação de 5 intervalos.

Razões e Parâmetros Palinofaciológicos

Os valores da razão fitoclastos opacos/não-opacos variaram de 0,0 a 0,44, refletindo o predomínio de fitoclastos não-opacos, além de identificar uma deposição mais próxima da área fonte, uma vez que os fitoclastos opacos são formados por processos de degradação dos fitoclastos não-opacos.

Razões e Parâmetros Organogeoquímicos

Os teores de COT variaram entre 0,25 a 1,12%. Esses baixos teores são típicos de regiões de talude, ou seja, regiões com influência de correntes pobres em nutrientes e de correntes de fundo ricas em oxigênio (Henz et al., 1996). Os parâmetros utilizados da Pirólise Rock-Eval foram os Índices de Hidrogênio (IH) e Oxigênio (IO) que foram aplicados juntamente com os dados palinofaciológicos para a caracterização de fácies orgânica.

6. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A partir da divisão em intervalos pela análise de agrupamento *modo-Q* na seção sedimentar observou-se que as variações nas médias dos percentuais dos subgrupos dos componentes da matéria orgânica estão

diretamente relacionadas aos intervalos de maior e menor influência de aporte de material orgânico de origem continental, ou seja, notou-se uma ciclicidade no padrão de suprimento de material orgânico. Esta ciclicidade está provavelmente relacionada às oscilações do nível relativo do mar, reflexo de flutuações climáticas, ocorridas nos últimos 135.000 / 130.000 anos AP, as quais influenciaram o suprimento de material orgânico uma vez que interferiram principalmente na paleoceanografia da região analisada.

No material analisado, os períodos de rebaixamento do nível relativo do mar são marcados por valores percentuais mais elevados dos componentes orgânicos de origem continental (fitoclastos e esporomorfos). Já nos períodos de elevação do nível relativo do mar esta relação é inversa: diminuem os valores percentuais de fitoclastos e esporomorfos, e aumentam os valores percentuais de dinoflagelados e MOA. Associados a estes dados palinofaciológicos, foram analisados os valores percentuais de COT, sendo possível traçar a curva do nível relativo do mar ao longo da seção estudada. (Figura 4).

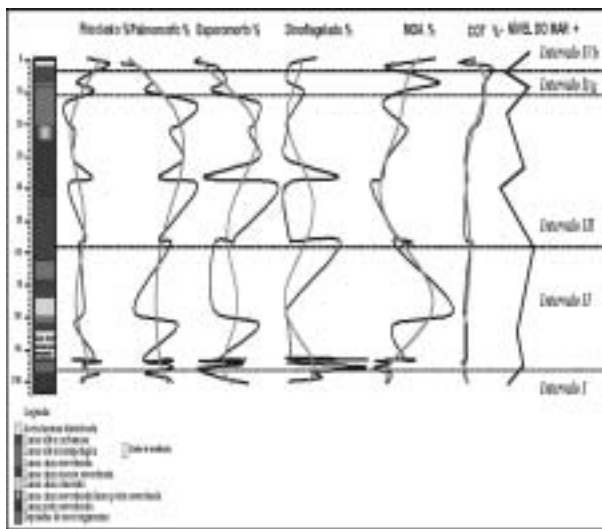


Figura 4: Variações dos parâmetros palinofaciológicos e organogeoquímicos e a curva de variação do nível relativo do mar para a seção sedimentar analisada.

A fácies orgânica, sensu Jones (1987), foi determinada segundo os parâmetros descritos por Tyson (1995). Baseando-se nesses parâmetros, foi determinada, para a seção analisada, uma variação organofaciológica entre as fácies BC (fácies desóxica-anóxica com um elevado conteúdo de fitoclastos), C (fácies proximal flúvio-deltaica a pró-deltaica), CD (fácies de plataforma óxica).

De acordo com o diagrama da figura 5, os intervalos I, II, III recaíram no campo 3 correspondente ao paleoambiente de plataforma óxica, o intervalo IVa ao campo 4a que corresponde a uma ambiente de talude com regime desóxico e o intervalo IVb recai no campo que corresponde à bacia marginal desóxica-anóxica. Esses dados revelam que os intervalos I, II, III e IVa apresentaram tendências mais proximais, enquanto que o intervalo IVb mostrou tendência intermediária/distal

(offshore) (figura 6). Com integração dos dados palinofaciológicos e organogeoquímicos foi possível definir subambientes distintos ao longo da seção analisada.

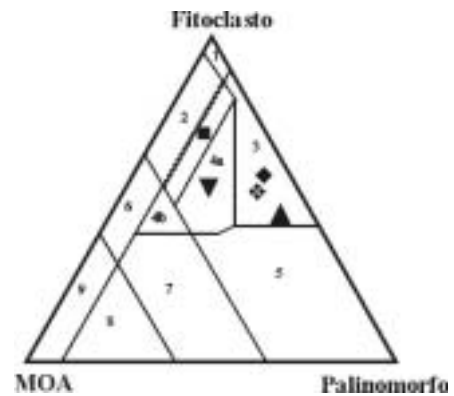


Figura 5: Diagrama ternário FITO-MOA-PALIN para paleoambiente (baseado em Tyson, 1995).



Figura 6: Diagrama ternário com as tendências transgressivas-regressivas. (baseado em Tyson, 1995).

- Intervalo I (sedimentos depositados nos últimos 140.000-127.000 anos AP): Corresponde ao paleoambiente e fácies de plataforma óxica com tendências proximais (flúvio-deltaicas) e tendência do nível do mar de elevação.

- Intervalo II (sedimentos depositados nos últimos 127.000-84.000 anos AP): Tendência de elevação do nível relativo do mar. Corresponde ao paleoambiente de fácies de plataforma óxica com tendências proximais (flúvio-deltaicas).

- Intervalo III (sedimentos depositados nos últimos 84.000-42/45.000anos AP): Tendência de rebaixamento do nível relativo do mar. Corresponde ao paleoambiente de fácies de plataforma óxica com tendências intermediárias.

- Intervalo IVa (sedimentos depositados nos últimos 42/45.000-11.000 anos AP): Corresponde ao paleoambiente de fácies de talude com regime desóxico com tendências intermediárias. A tendência geral do nível relativo do mar é de elevação, mas com picos de rebaixamento.

▪ **Intervalo IVB** (sedimentos depositados nos últimos 11.000 anos – recente): Neste intervalo a tendência do nível relativo do mar é de elevação. Corresponde ao paleoambiente de fácies de bacia marginal com regime desóxico com tendências intermediárias.

Na seção sedimentar estudada, a passagem Pleistoceno/Holoceno (Intervalo IVB) é marcada pela elevação do nível relativo do mar. Esta passagem é caracterizada pela mudança no suprimento de matéria orgânica: queda na média percentual de fitoclastos, presença de um número maior de componentes marinhos (aumento percentual de dinoflagelados de 0,0% para 15%), aumento de MOA e COT.

A curva de variação eustática do nível do mar confeccionada a partir das variações dos parâmetros palinofaciológicos e organogeoquímicos, para a seção sedimentar analisada, foi correlacionada com as curvas propostas por Vicalvi (1999), o qual utiliza dados de $\delta^{18}\text{O}$, Bloom et al. (1974), com dados de $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ e Shackleton (1987), com os dados de $\delta^{18}\text{O}$. Tal correlação mostrou-se muito positiva, apresentando elevado grau de correspondência (Figura 7).

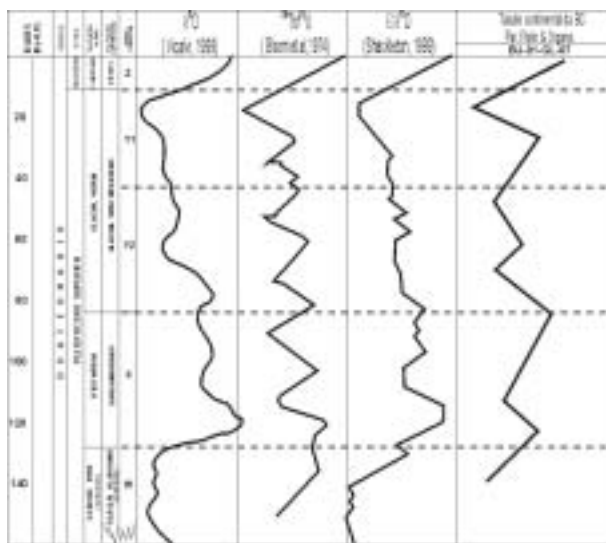


Figura 7: Correlação gráfica entre as curvas de tendências de variação eustática do nível do mar no Quaternário de diferentes autores e os resultados obtidos com os dados palinofaciológicos e organogeoquímicos no talude continental superior da Bacia de Campos.

AGRADECIMENTOS

CNPq/CTPETRO

LG/UN-BC/ATEX

BP/ CENPES / PETROBRAS

CEGEQ/CENPES/PETROBRAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CADDAH, L.F.G; KOWSMANN, R.O.; VIANA, A.R., 1998. Slope sedimentary facies associated with Pleistocene and Holocene sea-level changes, Campos

Basin, southeast Brazilian Margin. *Sedimentology Geology*, 115, p.159-174.

HENZ, G.I.; KOWSMANN, R.O; MENICONI, M.F.G., 1994. A petrografia orgânica de amostras do quaternário da Bacia de Campos. In: CBG, 38, Camburú, 1996 Anais...SBG, v.1, p. 416-417.

MENDONÇA FILHO, J.G. (1999). Aplicação de estudos de palinofácies e fácies orgânica em rochas do Paleozóico da Bacia do Paraná, Sul do Brasil. Tese de Doutorado em Geociências, UFRGS, 338 pp.

TYSON, R. V. 1995. *Sedimentary Organic Matter: Organic facies and palynofacies*. Chapman & Hall. Londres. 615 p.

VIANA, A.R.; FAUGÈRES, J.C., 1998. Upper slope sand deposits: the example of Campos Basin, a latest Pleistocene-Holocene record of the interaction between alongslope and downslope currents. In: STOEKER, M.S., EVANS, D. & CRAMP, A. (EDS) *Geological Processes on Continental Margins*. Geol. Society, 129, 287-316.

VICALVI, M.A., 1999. Zoneamento Bioestratigráfico e Paleoclimático do Quaternário Superior do Talude da Bacia de Campos e Platô de São Paulo adjacente, com base em Foraminíferos Planctônicos. Tese de Doutorado em Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 184 p.