

O LIMITE PLEISTOCENO/Holoceno NO CAMPO MARLIM LESTE DA BACIA DE CAMPOS-RJ, COM BASE NA BIOESTRATIGRAFIA DE FORAMINÍFEROS PLANCTÔNICOS

David Holanda de Oliveira¹,
Renata Moura Mello²,
Alcina Magnólia Franca Barreto³,
Oscar Strohschoen Jr²

1 Programa de pós-graduação em Geociências, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. davidholanda@gmail.com;

2 Centro de Pesquisa da Petrobras (CENPES). renatinhamm@hotmail.com, ostrohschoen@yahoo.com;

3 Departamento de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco. alcina@ufpe.br.

RESUMO: As variações climáticas ocorridas durante o Quaternário podem ser investigadas através da mudança da fauna de foraminíferos planctônicos. Análise da presença e da abundância de espécies de foraminíferos bioindicadoras de águas quentes ou frias, ao longo do registro Quaternário, possibilita a identificação da ocorrência de períodos glaciais e interglaciais. Essa análise permite a correlação do intervalo de deposição dos estratos com as escalas temporais dessas variações climáticas, permitindo sua datação. O objetivo geral deste trabalho é identificar o limite Pleistoceno/Holoceno em testemunhos coletados no talude médio e inferior do Campo Marlim Leste, região sul da Bacia de Campos. As amostras, cedidas pela PETROBRAS, foram coletadas através de um amostrador do tipo *box-corer* nas isóbatas de 1050 (estação 84), 1350 (estação 85), 1650 (estação 86) e 1950 (estação 87) no talude médio a inferior do Campo Marlim Leste. Das quatro estações analisadas, foram triadas a espécie bioindicadora de águas quentes (*Globorotalia menardii*) e de águas frias (*Globorotalia truncatulinoides*). O limite Pleistoceno/Holoceno foi identificado nas amostras do testemunho da estação 84, na profundidade de 10cm no sedimento, identificando-se as biozonas Y (10-15 cm e 15-20 cm) que corresponde ao Pleistoceno, e Z (02-05 cm e 05-10 cm) que corresponde ao Holoceno. Nas demais estações foi identificada apenas a zona Z (Holoceno). Observou-se que a taxa de sedimentação holocênica da estação 84 foi de 1,10cm por 1.000 anos.

Palavras chave: Foraminíferos planctônicos, Bacia de Campos, Pleistoceno, Holoceno, taxa de sedimentação.

ABSTRACT: The climatic variations during the Quaternary it could be investigated through the change of the fauna of planktonic foraminifera. Registers of the abundance of warm and cold water bioindicator species on the sediment are evidence of glacial and interglacial periods. This analysis enables the correlation of range of deposition of strata with the time scales of climatic variations, allowing its timing. The main objective of this

work is identify the Pleistocen/Holocene boundary in cores collected in the middle and inferior slope of the Campo Marlim Leste, south of the Campos Basin. The samples from PETROBRAS, had been collected using a box-corer in isobath of 1050 (84 station), 1350 (85 station), 1650 (86 station) and 1950 (87 station) in Campo Marlim Leste. It was identified warm water species (*Globorotalia menardii*) and cold water species (*Globorotalia truncatulinoides*). The Pleistoceno/Holoceno boundary was identified in the station 84, in the depth of 10cm in the sediment, identifying the biozonas Y (10-15 cm and 15-20 cm) corresponding to the Pleistocene, and Z (02-05 cm and 05-10 cm) corresponding to the Holocene. In the others stations it was identified only the zone Z (Holocene). The tax of holocenic sedimentation of station 84 was of 1,10 cm per 1.000 years.

Keywords: Planktonic foraminifera, Campos Basin, Pleistocene, Holocene, tax of sedimentation.

INTRODUÇÃO

As alterações climáticas estão presentes durante toda a história geológica da Terra e pesquisas sobre essas variações, ao longo do tempo, são de grande importância nos dias atuais, principalmente no que se refere aos estudos paleoceanográficos do Atlântico Sul, por se tratar de uma área ainda pouco estudada.

As épocas Pleistoceno e Holoceno são marcadas por intensas variações climáticas, com evidências globais de climas frios (períodos glaciais) e quentes (períodos interglaciais). A estratigrafia do limite Pleistoceno/Holoceno é de particular interesse por constituir o melhor registro para compreender os processos terrestres e atmosféricos que interagiram durante a transição de um estágio glacial a um estágio interglacial. Devido à natureza desses registros serem relativamente recentes, as reconstituições paleoambientais podem ser elaboradas com maiores detalhes e precisão (Lowe & Walker, 1997).

Os estudos das oscilações climáticas ocorridas durante o Quaternário baseiam-se primariamente na bioestratigrafia de determinados microfósseis planctônicos, entre os quais, os foraminíferos (Vicalvi, 1997). Os foraminíferos são protistas amebóides, predominantemente marinhos, portadores de carapaça constituída de minerais carbonáticos ou aglutinada com partículas do sedimento onde vivem. Podem apresentar hábitos de vida bentônicos ou planctônicos, e sua ocorrência no registro geológico vem desde o Cambriano, chegando aos dias atuais (Vilela, 1993; Jorissen *et al.*, 1995 & Sen Gupta, 1999).

A análise da variação faunística de foraminíferos planctônicos ao longo do tempo, observando-se a variação entre as espécies características de águas quentes e frias, é uma importante ferramenta nos estudos paleoceanográficos e pode constituir a principal base da bioestratigrafia

para estudos paleoclimáticos. De acordo com isso, este trabalho teve como objetivo identificar, através da bioestratigrafia de foraminíferos planctônicos, o limite Pleistoceno/Holoceno do Campo Marlim Leste, região sul da Bacia de Campos, e inferir a taxa de sedimentação holocênica da área.

Bioestratigrafia do limite Pleistoceno/Holoceno

Um dos primeiros trabalhos de zoneamento bioestratigráfico do Pleistoceno/Holoceno foi realizado na segunda metade do século XX, por Ericson & Wollin (1968) com amostras provenientes do Oceano Atlântico. A lógica utilizada por esses autores foi simples e precisa, e ainda hoje serve de referência para estudos sobre a bioestratigrafia do Quaternário com base em foraminíferos planctônicos. Ericson & Wollin (1968) correlacionaram a frequência de foraminíferos típicos de águas quentes, o plexo *Globorotalia menardii* (*G. menardii*, *G. tumida*, *G. flexuosa*), com períodos interglaciais/glaciais. Isto é, quando presentes e abundantes, o período era caracterizado como interglacial; quando ausentes ou raras, o período era caracterizado como frio ou glacial. Este comportamento resultou em divisões climáticas identificadas por aqueles autores com letras do alfabeto no sentido inverso, Z a Q (Vicalvi, 1997), onde o Pleistoceno é representado por Q, S, U, W, X, Y (períodos glaciais) e R, T e V, (períodos interglaciais). O Holoceno é representado exclusivamente pela letra Z e classificado como o último período pós-glacial ou interglacial.

Com o avanço das pesquisas, este modelo foi sendo aprimorado por diversos autores (Kennett & Huddlestun, 1972; Bolli & Premoli Silva, 1973; Martin *et al.*, 1990), e os intervalos foram sendo subdivididos em estágios paleoclimáticos mais refinados (W: W2–W1; X: X5–X1; Y: Y8–Y1 e Z: Z2–Z1). Estudos no Brasil começaram a ser realiza-

dos por Vicalvi (1997) na Bacia de Campos e até o momento, uma quantidade razoável de trabalhos tem sido elaborados com intuito de aprofundar o conhecimento paleoclimático durante esse período (Vicalvi, 1999; Ramos *et al.*, 2005 & Sanjinés *et al.*, 2005).

MATERIAIS E MÉTODOS

O material estudado foi coletado na região *offshore* da Bacia de Campos, no campo petrolífero de Marlim Leste. A Bacia de Campos está localizada a sudoeste do Oceano Atlântico Sul e ocupa a porção da margem continental brasileira entre 20,5°S (Alto da Vitória) e 24°S (Alto de Cabo Frio), em área de mais de 100.000 km². Mais de 70% desta Bacia está em águas profundas com mais de 200 m de profundidade (Carninatti & Scarton, 1991; Fig. 01).

A Bacia de Campos faz parte das bacias da margem sudeste do Brasil, que apresentam um contexto evolutivo do tipo margem passiva. Separa-se da Bacia do Espírito Santo pelo Alto de Vitória e da Bacia de Santos pelo Alto de Cabo Frio. Essas bacias foram formadas por esforços distensionais durante a separação do continente sul-americano e a África (ruptura do Gondwana) no Eocretáceo, e moldadas pela geometria das descontinuidades do embasamento cristalino (Gonzaga, 2005).

A plataforma continental na Bacia de Campos tem uma largura média de 100 km e profundidade da borda de plataforma em torno de 120 m, enquanto que a largura média do talude é de 45 km, se estendendo até a profundidade de 2000 m da lâmina d'água. O talude da Bacia é marcado de norte a sul por diversos cânions submarinos, formados a partir do antigo sistema de drenagem do rio Paraíba do Sul, estando relacionados às diversas fases de migração do rio e às variações do nível relativo do mar (Brehme, 1984). Entre esses cânions está incluído o de São Tomé, que tem largu-

ra média de 7,5 km. O talude continental da Bacia de Campos é caracterizado por sedimentação lamosa predominantemente síltica, cuja porção arenosa é constituída, em sua quase totalidade, por componentes biodegradáveis, principalmente foraminíferos, com exceção das áreas ao largo de Cabo Frio, que mostraram um alto teor argiloso, em torno de 30% (Alves & Ponzi, 1984). As coletas analisadas neste estudo foram feitas na porção sul no talude médio e inferior da Bacia de Campos.

O material estudado foi gentilmente cedido pela PETROBRAS. As coletas foram realizadas através de um testemunho do tipo *box-corer*, seguindo seção transversal (*transects*) formada por quatro estações nas isóbatas de 1050 m (estação 84), 1350 m (estação 85), 1650 m (estação 86) e 1950 m (estação 87). Cada testemunho foi sub-amostrado em 10 cm³ (coletado através de seringas plásticas) em intervalos de 0-2, 2-5, 5-10 cm e a partir daí de 5 em 5 cm até o fundo do *box-corer*. Os tamanhos das amostras variaram entre 20 a 35 cm. (Tab. 01 e Fig. 02). As amostras de superfície (00-02 cm) foram utilizadas por Mello (2006).

Em laboratório, as amostras foram lavadas em peneiras de abertura de 0,062 mm sob água corrente e depois, secadas em estufas a 60°C. Em seguida, cada amostra foi peneirada a seco em peneiras com malha de 125 e 250 µm, para triagem e contagem dos foraminíferos planctônicos. Foram classificados taxonomicamente as espécies relevantes para o biozonamento do Quaternário, segundo Ericson & Wollin (1968) e Vicalvi (1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise da frequência de espécies de foraminíferos planctônicos diagnósticas de águas quentes (*Globorotalia menardii*), e de águas frias (*Globorotalia truncatulinoides*), nos quatro testemunhos

Tabela 01 – Dados de coordenadas, batimetria, e tamanho das amostras analisadas, Bacia de Campos.

Estação	Coordenadas		Batimetria	Tamanho das amostras
	Lat. (S)	Long. (W)		
A	22° 26' 27,7"	39° 58' 51,6"	1050 m	20 cm
B	22° 29' 33,9"	39° 56' 17,6"	1350 m	20 cm
C	22° 31' 36,0"	39° 55' 15,0"	1650 m	35 cm
D	22° 33' 10,0"	39° 54' 22,0"	1950 m	35 cm

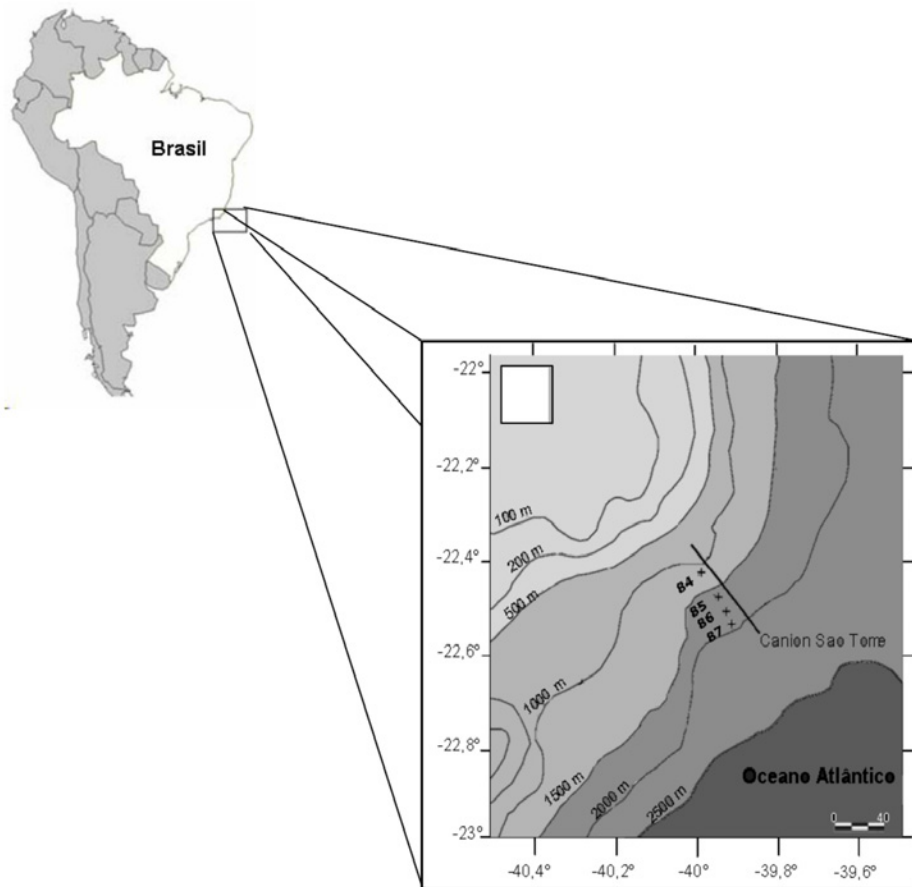


Figura 1 – Mapa de localização da Bacia de Campos e mapa batimétrico dos pontos de amostragem. (Modificado de Souza, 2006).

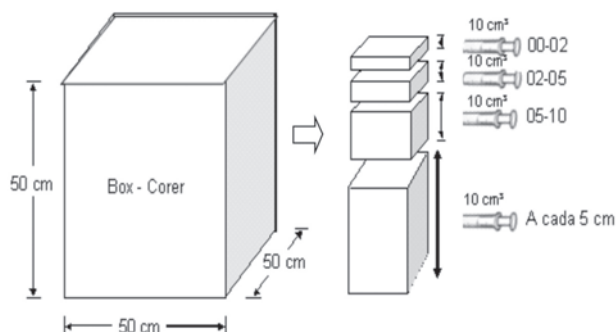


Figura 2 – Esquema metodológico das sub-amostragem realizadas para todos os box-corer com a estratificação e coleta de 10 cm³ de sedimento, nos intervalos de 00-02, 02-05, 05-10 e a partir daí a cada 05 centímetros.

amostrados, a passagem Pleistoceno/Holoceno foi identificada apenas na estação 84.

Primeiramente foi analisada, a distribuição da *Globorotalia menardii*, espécie típica de águas quentes. O resultado dessa observação pode ser conferido na fig. 03, onde está correlacionado, em cada intervalo amostrado, o percentual de frequência da *G. menardii* com o número total de foraminíferos planctônicos, na estação 84. Analisando a amostra, da base para o topo, observa-se que nos intervalos de 20-15 cm e de 15-10 cm o percentual da *G. menardii* é de 0,01% em ambas as amostras, ou seja, praticamente ausente. No intervalo de 10-05 cm esse resultado aumenta consideravelmente para 1,78% e, no intervalo seguinte, 05-02 cm, atinge um pico de 1,98%. Levando-se em consideração a utilização da *G. menardii* como espécie bioindicadora de águas quentes, pode-se inferir que esse aumento progressivo no percentual da frequência dessa espécie na estação 84, está correlacionado com o aumento gradativo da temperatura que ocorreu durante a passagem Pleistoceno/Holoceno (Fig. 03).

Segundo Boltovskoy (1973 *apud* Viccalvi, 1997), a espécie *Globorotalia truncatulinoides* pode ser utilizada como espécie

bioindicadora de águas frias para o Atlântico Sul. O percentual de frequência dessa espécie (maior em águas frias e menor em águas quentes) foi um dos principais fatores para determinar os períodos frios e quentes na amostra estudada. Sua distribuição ao longo do registro na estação 84 (Fig. 04) dá-se de maneira oposta ao apresentado pela *Globorotalia menardii*. Nas mostras dos intervalos de 20-15 cm e 15-10 cm os valores de frequência da *G. truncatulinoides* alcançam respectivamente 1,2% e 1,4%, obtendo o seu máximo percentual. A partir do intervalo de 10-05 cm ocorre uma diminuição para 0,86% e chega a atingir 0,69% no intervalo de 05-02 cm (Fig. 04).

Quando se compara a distribuição da *Globorotalia menardii* e da *Globorotalia truncatulinoides* ao longo do registro da estação 84 (Fig. 05) observa-se a distribuição inversamente proporcional entre elas. Nos intervalos de 20-15 cm e de 15-10 cm verifica-se a predominância da espécie indicadora de águas frias, *G. truncatulinoides*, sobre a espécie indicadora de águas quentes, *G. menardii*. Nos estratos de 10-05 cm e de 05-02 ocorre o inverso, com uma predominância da espécie indicadora de águas quentes sobre a espécie indicadora

de águas frias. Assim, identificou-se as zonas climáticas Y e Z de Ericson & Wollin (1968). A Zona Y se estende da base da amostra da estação 84, no intervalo de 20-15 cm e vai até o intervalo de 15-10. Nesses intervalos os sedimentos devem ter sido

depositados durante o Pleistoceno em ambiente mais frio ou glacial. A zona Z vai do intervalo de 10-05 até, provavelmente, o topo do testemunho e deve ter sido depositado durante o Holoceno, ambiente mais quente ou interglacial (Fig. 05). Com isso o

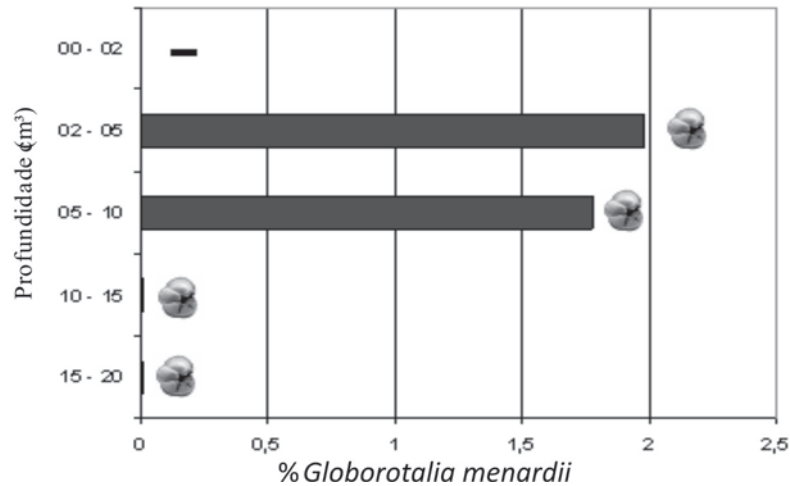


Figura 3 – Percentual de freqüência da espécie de foraminífero planctônico bioindicador de águas quentes, *Globorotalia menardii*, ao longo do box-corer da estação 84.

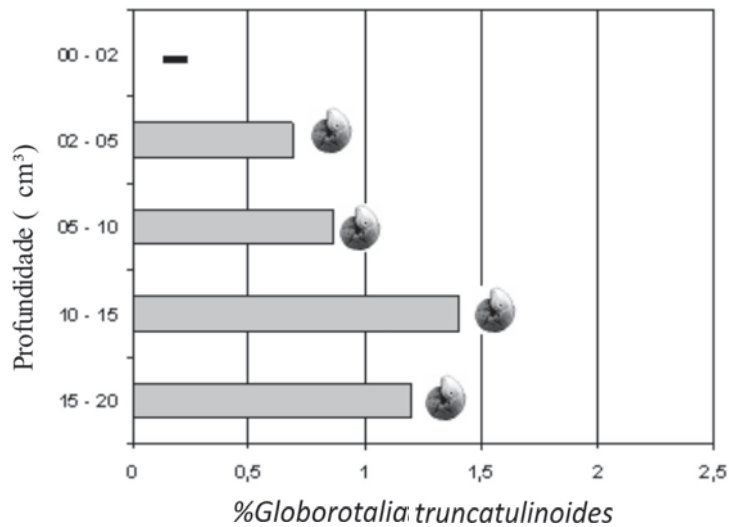


Figura 4 – Percentual de freqüência da espécie de foraminífero planctônico bioindicador de águas frias, *Globorotalia truncatulinoides*, ao longo do box-corer da estação 84.

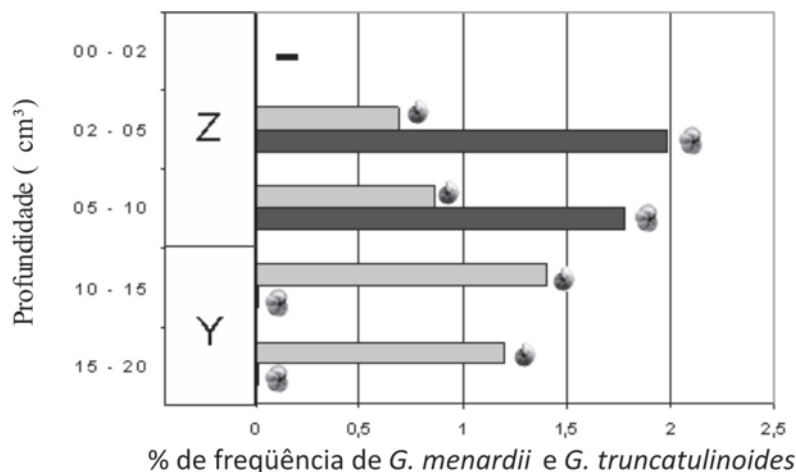


Figura 5 – Correlação entre o percentual de *G. truncatulinoides* (cinza), *G. menardii* (preto) e as zonas climáticas de Ericson & Wollin (1968), identificando o limite do final Pleistoceno (Zona Y) e início do Holoceno (Zona Z) ao longo do box-corer da estação 84.

limite Pleistoceno/Holoceno, encontrado na estação 84, na isóbata de 1050m, foi definido na profundidade de 10 cm no sedimento.

Resultado semelhante foi obtido por Bentes (2004), que localizou a passagem Pleistoceno/Holoceno (Zona Y/Z) a 18 cm de profundidade da superfície do fundo do mar, no talude médio da Bacia de Campos. Já, Sanjinés *et al.* (2005), correlacionando dois testemunhos a pistão em cotas batimétricas superiores a 1.100 metros, também no talude da Bacia de Campos, identificaram os limites a 170 cm e 210 cm na superfícies do fundo do mar. Essa diferença entre os resultados é provavelmente devida a distribuição dos sedimentos nos fundos oceânicos que é feita de maneira irregular e dependente dos fatores físico-químicos regionais de cada localidade. Todavia, o resultado obtido na estação 84, está dentro da média estipulada por Vicalvi (1999) que descreve o limite Pleistoceno/Holoceno no talude da Bacia de Campos entre 9 a 45 cm.

Taxa de sedimentação

Uma vez definido o limite Pleistoceno/Holoceno foi possível obter a taxa de sedimentação na área estudada durante o Holoceno. O resultado foi de 1,10 cm para cada 1.000 anos. Esse resultado se assemelha ao encontrado por Mello (2006), também para o talude médio da Bacia (1,63 cm/1.000 anos) e com os de Vicalvi (1997), o qual estimou uma variação entre 0,22 cm e 3,63 cm para a área do campo Marlim da Bacia de Campos. O mesmo autor determinou uma média da taxa de sedimentação para o talude da Bacia de Campos entre 1,04 a 1,81 cm/1000 anos. Os resultados obtidos da estação 84, para taxa de sedimentação, encontra-se também dentro da média, quando comparados com os dados de Groot *et al* (1967 *apud* Vicalvi, 1997) para o Atlântico Sul, que é de 0 a 5,8cm/1.000 anos.

CONCLUSÕES

Dentre as amostras das quatro estações estudadas foi possível identificar, por meio da bioestratigrafia de foraminíferos

planctônicos, o limite Pleistoceno/Holoceno na estação 84, na isóbata de 1050 m de profundidade e na profundidade de 10 cm no sedimento.

Na estação 84, a zona climática Y de Ericson & Wollin (1968), que corresponde ao Pleistoceno, foi identificada nos intervalos de profundidade de 10-15 e 15-20 cm e a zona Z, correspondente ao Holoceno, foi identificada nos intervalos de 10-05 e 05-02 cm (zona Z). As demais estações estudadas, foram identificadas como pertencentes a zona Z (Holoceno).

A taxa de sedimentação holocênica da estação 84 foi estimada 1,10 cm por/ 1000 anos.

RERÊNCIAS

- Alves, C. C. & Ponzi, V. R. A. 1984. Características morfológicas sedimentares da plataforma continental e talude superior da margem continental sudeste do Brasil. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia, Anais. 4:1629-1642.
- Bentes, D. 2004. *Análise bioestratigráfica de foraminíferos do talude do sul da Bacia de Campos*. Relatório final de estágio, CENPES, PETROBAS.
- Bolli, H. M. & Premoli Silva, I. 1973. Oligocene to Recent planktonic foraminifera and stratigraphy of the leg 15 sites in the Caribbean Sea. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, Washington, 15: 475-497.
- Brehme, I. 1984. *Vales submarinos entre o Banco de Abrolhos e Cabo Frio*. Dissertação de mestrado, Programa de pós-graduação em geologia – UFRJ. 116p.
- Carminatti, M. & Scarton, J. C. 1991. Sequence stratigraphy of the Oligocene turbidite complex of the Basin, offshore Brazil. In: Weiner, P. & Link, M. H. (eds), *Seismic facies and sedimentary processes of submarine fans and turbidite systems*. Springer, Berlin, 241-246.
- Ericson, D. B. & Wollin, G. 1968. Pleistocene climate and chronology in deep-sea sediments. *Science*, Washington, 162 (3859): 1227-1243.
- Gonzaga, F. G. 2005. *Simulação geoquímica 1D ao longo de uma seção geológica da Bacia de Campos*. Dissertação de Mestrado, Pós-graduação de Engenharia – UFRJ. 85p.
- Jorissen, F. J., De Stigter, H. C., Widmark, J. G. V. 1995. A conceptual model explaining benthic foraminiferal microhabitats. *Marine Micropaleontology*, 26: 3-15.
- Kennett, J. P. & Huddlestun, P. 1972. Late Pleistocene palaeoclimatology, foraminiferal biostratigraphy and tephrochronology, Western Gulf of Mexico. *Quaternary Research*, 02: 38-69.
- Lowe, J. J. & Walker, M. J. C. 1997. *Reconstructing Quaternary Environments*, England, 2ª ed. Longman, 446 p.
- Martin, R. E., Johnson, G. W., Neff, E. D., Krantz, D. W. 1990. Quaternary planktonic foraminiferal assemblages zones of the northeast Gulf of Mexico, Colombia basin (Caribbean Sea), and tropical Atlantic Ocean: Graphic correlation of microfossil and oxygen isotope datums. *Paleoceanography*, 5 (4): 531-555.
- Mello, R. M. 2006. *Caracterização da fauna de foraminíferos bentônicos do Talude da Bacia de Campos, RJ, e sua correlação com os parâmetros das massas d'água do Atlântico Sul*. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geologia – UFRJ, 196p.
- Ramos, R. C. P., Barbosa, C. F. & Rios A. M. 2005. Curvas paleoclimáticas para o Holoceno – Pleistoceno Superior do testemunho JPC-95, coletado na base do talude continental, sul da Bacia de Santos. In: *X Congresso Brasileiro da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário*. Guarapari-ES, CD-Rom, *Resumo expandido*, 06 p. e *livro de resumos*, 174.

- Sanjinés, A. E. S., Vilela, C. G. & Strohschoen Jr., O. 2005. Correlação bioestratigráfica de dois testemunhos a pistão do talude continental da Bacia de Campos, RJ: resultados preliminares. In: *X Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário*. Guarapari – ES. CD-Rom, Resumo expandido, 04p. e livro de resumos 154.
- Sen Gupta, B. K. 1999. Modern foraminífera. Kluwer Academic Publishers, London, 371p.
- Souza, S. H. M., Passos, R. F., Fukumoto, M., Silveira, I. C. A., Figueira, R. C. L., Koutsoukos, E. A. M., Mahiques, M. M. & Rezende, C. E., 2006. Mid-lower bathyal benthic foraminifera of the Campos Basin, Southeastern Brazilian margin: Biotopes and controlling ecological factors. *Marine Micropaleontology*. 61: 40-57.
- Vicalvi, M. A. 1997. Zoneamento bioestratigráfico e paleoclimático dos sedimentos do Quaternário Superior do talude da Bacia de Campos, RJ, Brasil. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, Rio de Janeiro, 11 (1/2): 132-165.
- 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, Programa de Pós-Graduação em Geologia – UFRJ. 183p.
- Vilela, C. G. 1993. *Sistemática e ecologia dos foraminíferos bentônicos do Quaternário do delta do rio Amazonas*. Dissertação de mestrado, Programa de pós-graduação em geologia – UFRJ, 181p.