

RESPOSTA DAS ASSOCIAÇÕES DE FORAMINÍFEROS PLANCTÔNICOS ÀS VARIAÇÕES NA CIRCULAÇÃO OCEÂNICA, NO EMBAIAMENTO DE SÃO PAULO, ATLÂNTICO SUDOESTE.

Raquel Fernanda Passos^{1,2}; Sílvia Helena de Mello e Sousa^{2,3}; Michel M. de Mahiques^{2,4}.

¹ *Doutoranda, raquelfernandap@aol.com*

² *Instituto Oceanográfico, USP*

³ *smsousa@ceres.usp.br*

⁴ *mahiques@usp.br*

RESUMO

Análises de foraminíferos planctônicos, em amostras do Embaiamento de São Paulo, possibilitaram a identificação de 3 associações de foraminíferos (associações I, II e III), em função principalmente da circulação oceânica da área. A associação I, localizada na porção sul do Embaiamento de São Paulo, apresenta conteúdo de foraminíferos planctônicos típicos de áreas mais frias; a associação II, encontrada na porção central da área, apresenta foraminíferos típicos da província tropical e, a associação III, restrita a região do Cabo Frio exibe fauna característica de áreas de ressurgência.

ABSTRACT

Foraminiferal analyses, in samples from São Paulo Bight, made possible the identification of the 3 foraminifera assemblages (assemblages I, II and III), mainly because of the oceanographic circulation. Assemblage I, is located in the South part of the São Paulo Bight, it presents planktonic forams from colder areas, the assemblage II, found in middle part of the area, presents typical forams of the tropical zone and, the assemblage III, limited to Cabo Frio area exhibits characteristic fauna from upwelling areas.

Palavras-Chave: foraminíferos planctônicos, holoceno, margem sudeste brasileira, indicadores ambientais.

1. INTRODUÇÃO

O Atlântico Sul durante muito tempo foi pouco estudado quanto à distribuição de foraminíferos planctônicos. A partir da segunda metade da década de 90 muitos trabalhos foram realizados na margem africana. Contudo, estudos desta natureza na margem sul-americana restringem – se ao de Boltovskoy et al. (1996), na faixa latitudinal entre 30° e 60° S e ao de Niebler & Gersonde (1998), entre as latitudes de 20° a 55° S, sendo que este último apresenta malha amostral muito mais densa na margem africana.

O presente trabalho tem como objetivo analisar os foraminíferos planctônicos presentes nos sedimentos superficiais no Embaiamento de São Paulo, setor da margem sudeste brasileira.

2. ÁREA DE ESTUDO

O Embaiamento de São Paulo localiza-se na margem continental sul brasileira, estendendo-se do Cabo de Santa Marta até o Cabo Frio.

Segundo Zemruscki (1979), a margem sul caracteriza-se por um arcabouço tectono-estrutural pretérito, coberto e modificado por intensa sedimentação de natureza progradacional. Na altura de Cabo Frio, a linha de costa e o conjunto de curvas batimétricas sofrem notável inflexão que, de norte para sul, modifica a orientação geral de NE-SW para E-W, com variações na composição da topografia e relevo. Essas mudanças representariam o reflexo geomorfológico de uma região controlada pela tectônica, associada à Zona de Fratura do Rio de Janeiro. Assim, o trecho Cabo de São Tomé-Cabo Frio revela características geomorfológicas transicionais entre as da região Leste e região Sul, predomínio das características da margem sul.

A circulação oceânica no Atlântico sul é determinada pelo comportamento da Corrente Circumpolar Antártica (CCA), devido ao controle que esta exerce sobre a troca

de nutrientes, salinidade e calor entre os Oceanos Atlântico, Índico e Pacífico, e também sobre o clima do planeta (Peterson & Stramma, 1991).

O Giro Sustropical (GS), que representa o limite norte da CCA, é responsável pelo padrão geral de circulação no Oceano Atlântico Sul (Peterson & Stramma, 1991). A parte leste do GS gera a Corrente de Benguela, que flui para norte ao longo da margem continental africana e apresenta águas relativamente mais frias em função da ressurgência da Água Intermediária Antártica (AIA), gerada na Frente Polar e da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) (Pickard & Emery, 1990). A parte oeste do GS é caracterizada pela Corrente do Brasil (CB), que transporta águas quentes e salinas para o sul (Stramma et al., 1990).

No Embaiamento de São Paulo, a circulação oceânica nas plataformas continentais interna e média é dominada pelos deslocamentos de três massas d'água, que apresentam sazonalidade acentuada (Castro Filho et al., 1987). Entre novembro e março a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) avança, pelo fundo, em direção à linha de costa, induzindo o deslocamento da Água Costeira (AC), e mantendo a Água Tropical (AT) relativamente distante da costa. A partir de março, com o recuo da ACAS em direção ao talude continental, a AT passa a exercer maior influência sobre os processos de plataforma (Castro Filho, op. cit.)

Segundo Castro Filho et al. (1987), parece haver uma maior estabilidade na dinâmica de massas d'água sobre a plataforma externa, talude e áreas mais profundas. A AT exerce influência até profundidades da ordem de 200 metros, seguida pela ACAS, que se estende até cerca de 600 metros de profundidade e marca o desenvolvimento de uma termoclina pronunciada. Abaixo da ACAS deslocam-se, em seqüência, para norte a Água Intermediária Antártica (AIA), até cerca de 2.500 metros, para sul a Água Profunda do Atlântico Norte (APAN), até 3.500 metros e,

finalmente, para norte, a Água Antártica de Fundo (AAF), até o fundo das bacias oceânicas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Quarenta e seis amostras de superfície de fundo, coletadas com *box corer*, no Embaiamento de São Paulo, ao longo de radiais, e entre 100 m e 1226 m de profundidade, foram analisadas quanto ao conteúdo de foraminíferos (Fig. 1), tendo-se analisado neste trabalho apenas a camada superficial (0-2 cm).

Foram peneirados 10 cc de sedimento úmido nas malhas: 0,500, 0,250 e 0,125 mm. Após o peneiramento foi realizado o processo de triagem e identificação das espécies retidas na malha 0,125 mm. Nesta etapa foram triados 300 espécimes entre foraminíferos planctônicos e bentônicos, segundo metodologia adaptada de Ivanova (1985). A identificação específica dos espécimens encontrados foi realizada com base nos trabalhos de Postuma (1971), Kennett & Srinivasan (1983), entre outros. No presente trabalho serão utilizadas apenas as frequências relativas dos foraminíferos planctônicos.

Os resultados obtidos na identificação específica foram tratados através de análise de agrupamento utilizando-se Método de Ward's e distância euclidiana como índice.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de agrupamento permitiram o reconhecimento de 3 associações de foraminíferos planctônicos (Fig. 1).

O predomínio de *G. bulloides* e *G. ruber* e a ocorrência de *G. sacculifer*, *G. falconensis* e *G. ruber* pink como espécies secundárias nesta associação são indicativos da presença de águas superficiais relativamente mais frias, no setor sul do Embaiamento de São Paulo, uma vez que *G. bulloides* é considerada como característica da província subpolar (Imbrie & Kipp, 1971; Bé, 1977), da zone de transição entre as zonas polar e subpolar (Niebler & Gersonde, 1998) ou de águas frias (Boltovskoy *et al.*, 1996).

Imagens de satélite indicam a penetração pelo sul de águas frias na margem continental, até as proximidades de Paranaguá, corroborando tal hipótese (Fig. 2).

A associação II, apresenta *G. ruber* com frequência relativa sempre superior a 43% e *G. bulloides* com frequências inferiores a 28%. Nesta associação ocorrem secundariamente *G. sacculifer*, *G. falconensis*, *G. siphonifera* e *G. menardii*, tradicionalmente consideradas como espécies de águas tropicais a subtropicais (Imbrie & Kipp, 1971; Bé, 1977; Boltovskoy *et al.*, 1996; Debenay & Redois, 1997). Esta associação está presente entre Paranaguá e o limite norte da Ilha de São Sebastião e, provavelmente corresponde ao predomínio da Corrente do Brasil nesta região.

A associação III apresenta ainda predomínio de *G. ruber*, com frequência relativa de até 36 %, o que caracteriza esta área como pertencente a província tropical/subtropical. O incremento observado nas frequências de *G. bulloides* e *G. glutinata* na associação II, parece ser indicativo de um processo de ressurgência, uma vez que ambas são consideradas indicadoras de processos de ressurgência (Little *et al.* 1997; Ivanova *et al.* 1999; Peeters *et al.*, 1999). Esta associação limita-se ao extremo norte

do Embaiamento e São Paulo, próximo a região de Cabo Frio, que apresenta característico processo de ressurgência costeira sazonal (Silveira *et al.*, 2000)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As associações de foraminíferos planctônicos ao longo do Embaiamento de São Paulo exibem variações que são determinadas fundamentalmente pela circulação oceânica da área, com predomínio da associação I, caracterizada por espécies indicadoras de águas frias na porção sul, da associação II, caracterizada pela presença de formas tropicais e subtropicais na porção intermediária e da associação III, indicadora de ressurgência na região do Cabo Frio.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP – pela concessão da bolsa de Doutorado a Raquel Fernanda Passos (Processo 00/11814-9), e do projeto de pesquisa 01/01098-7, que permitiram o desenvolvimento da pesquisa que resultou neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bé, A.W.H. 1977 An Ecological, zoogeographic and Taxonomic Review of Recent Planktonic Foraminifera. In: Ramsay, A.T.S. ed. Oceanic Micropaleontology vol.1 p. 1-100
- Boltovskoy, E.; Boltovskoy, D.; Correa, N.; Brandini, F. 1996 Planktic foraminifera from the southwestern Atlantic (30°-60°S): species-specific patterns in the upper 50m. Marine Micropaleontology 28 p. 53-72.
- Castro Filho, B.M.; Miranda, L.B. & Miyao, S.Y. 1987 Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba variações sazonais e em média escala. Bolm Inst. oceanogr., S. Paulo, 35 (2): 135-151.
- Debenay, J-P & Redois, F 1997 Recent foraminifera of the northern continental shelf of Senegal. Revue de Micropaléontologie, vol.40, n° 1, p.15-38.
- Imbrie, J.Z. & Kipp, N.G. 1971 A new micropaleontological method for quantitative paleoclimatology application to a Late Pleistocene Caribbean core. In: Turekian, K.K. (Ed.), Late Cenozoic Glacial Ages. Yale Univ. Press, New Haven, CN, p.71-182.
- Ivanova, E.V. 1985 Late Quaternary biostratigraphy and paleotemperatures of the Red Sea and the Gulf of Aden based on planktonic foraminifera and pteropods. Micropaleontology, 9: 335-364.
- Ivanova, E.M.; Conan, S.M.H.; Peeters, F.J.C. & Troelstra, S.R. 1999 Living Neogloboquadrina pachyderma sin and its distribution in the sediments from Oman and Somalia upwelling areas. Marine Micropaleontology 36 : 91-107
- Kennett, J.P. & Srinivasan, M.S. 1983 Neogene planktonic foraminifera: a phylogenetic atlas. 265p. Hutchinson Ross Publishing Company. 265p.
- Little, M.G., Schneider, R.R., Kroon, D., Price, B., Bickert, T., Wefer, G. 1997 Rapid paleoceanographic changes in the Benguela Upwelling System for the last 160.000 years as indicated by abundances of planktonic foraminifera. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 130 (1997) p. 135-161

- Niebler, H.S. & Gersonde, R. 1998 A planktic foraminiferal transfer function for the southern South Atlantic Ocean. Marine Micropaleontology 34: 213-234.
- Peeters, F.; Ivanova, E.; Conan, S.; Brummer, G-J.; Ganssen, G.; Troelstra, S.; Hinte, Jv 1999 A size analysis of planktic foraminifera from the Arabian Sea. Marine Micropaleontology, 36 : 31-63.
- Peterson, R.G. & Stramma, L. 1991 Upper-level circulation in the South Atlantic Ocean. Prog. Oceanogr 26, 1-73.
- Pickard, G.L.; & Emery, W.J. 1990 Descriptive Physical Oceanography – An Introduction. Pergamon Press, Oxford, 320p.
- Postuma, J. A. 1971 Manual of Planktonic Foraminifera. Elsevier Publ. Co., Amsterdam, London, New York, 420p.
- Silveira, I.C. S.; Schmidt, A.C.K.; Campos, E.J.D.; Godoi, S.S.; Ikeda, I. 2000 Corrente do Brasil ao largo da costa leste brasileira. Braz. J. Oceanogr. 48: 171-183.
- Stramma, L.; Ikeda, Y.; Peterson, R.G. 1990 Geostrophic transport in the Brazil Current region north 20oS. Deep—Sea Res. 37, 1875-1886.
- Zembruski, S.G. 1979 Geomorfologia da margem continental sul brasileira e das bacias oceânicas adjacentes. In: Chaves, H.A.F. (ed.) Geomorfologia da margem continental brasileira e áreas oceânicas adjacentes (relatório final). Rio de Janeiro, PETROBRÁS – DNPM-CPRM-DHN-CNPq, nº7, p. 129-177. (série Projeto REMAC).

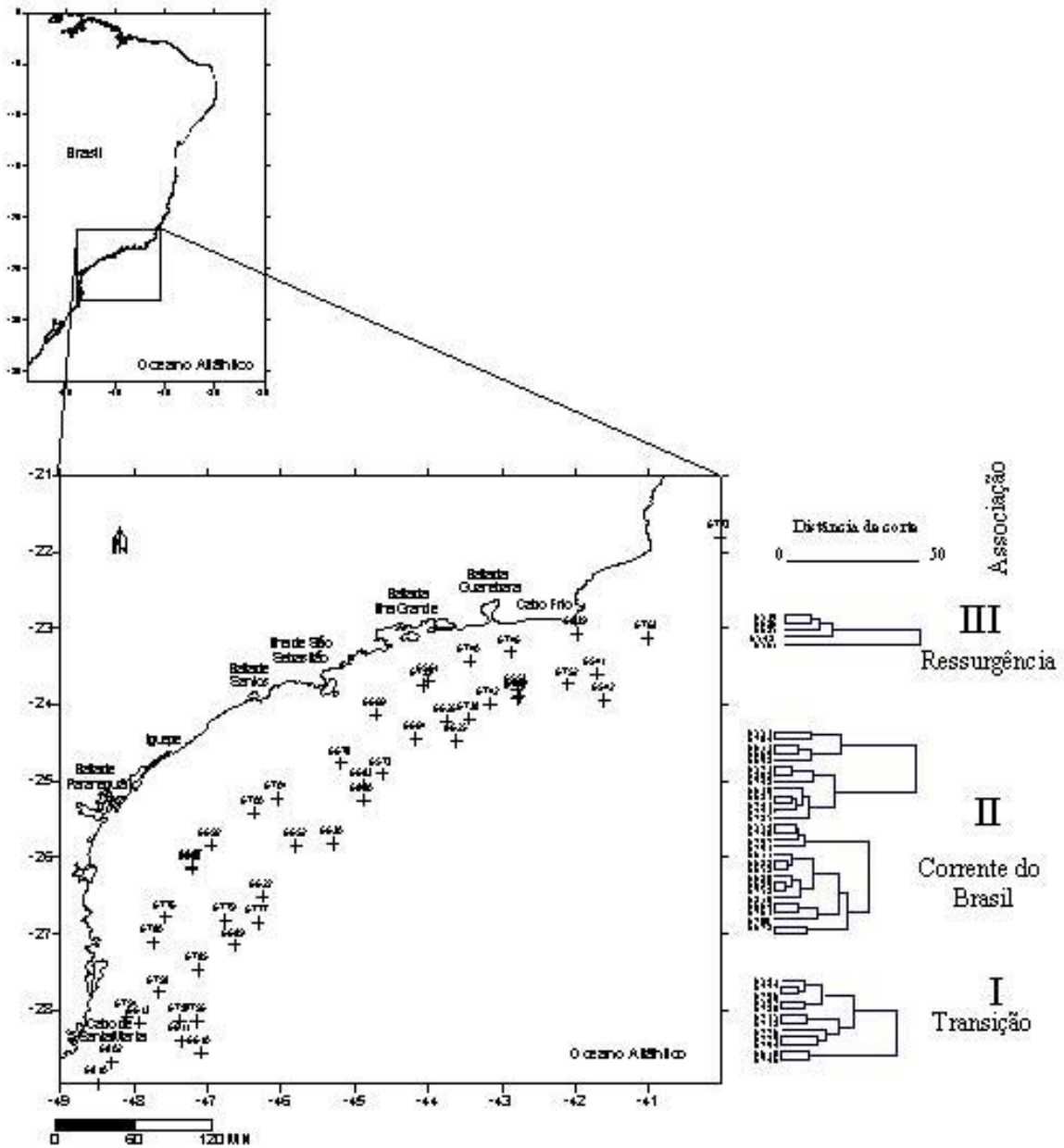


Fig. 1 Localização das áreas, estações estudadas e distribuição das associações de foraminíferos.

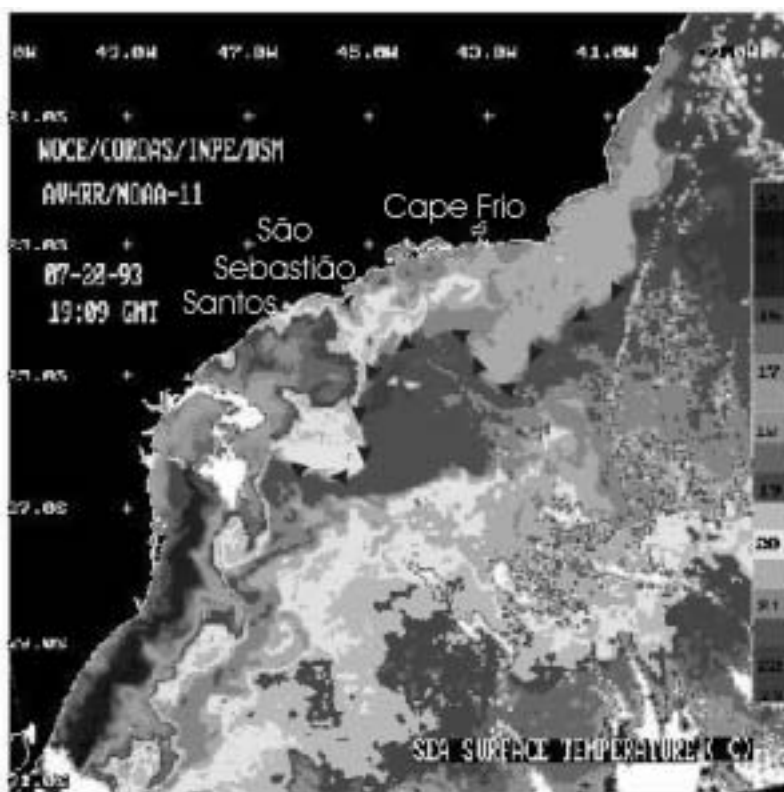


Fig. 2 – Imagem de satélite enfatizando o comportamento das massas d'água no Embaiamento de São Paulo.