

FORAMINÍFEROS DA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DE UBATUBA: COMPOSIÇÃO, DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL

Wânia Duleba¹; Taisi Maria Sanches^{2*}; Michel Michaelovitch de Mahiques².

¹ Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental
Rua do Lago, 562 Cidade Universitária, São Paulo, S.P. Phone: +55 11 3091-3948. e-mail: waduleba@uol.com.br

² Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, Departamento de Oceanografia Física, Química e Geológica

* In memmoriám

RESUMO

Variação espacial e temporal das associações de foraminíferos da plataforma interna de Ubatuba foram estudadas e relacionadas com parâmetros hidrográficos e sedimentológicos. Para isto foram realizados 8 cruzeiros oceanográficos, durante as quatro estações do ano de 1985 a 1987. Ao todo foram analisadas 72 amostras, coletadas nas profundidades de 10 a 50 m. A partir da análise da composição faunística foi possível observar variação latitudinal dos parâmetros populacionais (densidade e riqueza) com relação ao padrão de sedimentação local. As regiões central e sul, por serem mais abrigadas da ação de trens de onda, apresentaram maior quantidade de sedimentos finos e maiores valores de densidade e de riqueza, que a região norte. Na primavera/verão, espécies típicas de águas mais frias e ricas em nutriente são mais abundantes, sugerindo a presença da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) na plataforma interna. No outono/inverno essas espécies se retraem, concentrando-se em regiões mais próximas da isóbata de 50 m. Essas espécies indicadoras da ACAS foram mais abundantes em 1986 que em 1987, sugerindo uma variação na intensidade de penetração dessa massa de água de regiões oceânicas na plataforma interna de Ubatuba.

ABSTRACT

Spatial and seasonal variations of foraminiferan assemblages were studied and related to characteristics of sediment and water masses on the inner shelf of Ubatuba. A total of 72 sediment samples taken between 10 and 50 m from a period of two years (October 1985 to July 1987) were studied. Analysis of faunal composition revealed a latitudinal variation of density and richness parameters in related to local sedimentary pattern. South and central regions are more protected of wave action, showing more mud sediments, high density and richness values than the north region. Indicators species of cold and nutrients rich waters are more abundant in spring and summer, suggesting the presence of the South Atlantic Central Water (ACAS). These species retract to outer shelf during autumn and winter. ACAS species were more abundant during 1986 than 1987, suggesting a variation in intensity of penetration of this water mass.

Palavras-Chave: foraminíferos, massas de água da plataforma, Ubatuba

1. INTRODUÇÃO

Em 1985, iniciou-se um projeto multidisciplinar de seis anos, intitulado "Utilização Racional do Ecossistema Costeiro da Região Tropical Brasileira: estado de São Paulo" no Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP), em decorrência de convênio firmado entre este instituto e a Comissão Interministerial para Recursos do Mar (CIRM). Esse projeto teve por objetivo principal analisar a estrutura oceanográfica e o ecossistema da plataforma continental da região norte de São Paulo. Foi realizado em duas fases: a primeira, de outubro de 1985 a setembro de 1987, constou da análise descritiva da estrutura do ecossistema; a segunda, de outubro de 1987 a setembro de 1990, compreendeu o estudo da dinâmica dos vários componentes identificados no sistema.

As amostras referentes à primeira fase do projeto foram doadas para os autores desse trabalho, para que fossem estudadas associações de foraminíferos. O presente trabalho tem por objetivos analisar a composição e a distribuição das associações de foraminíferos, avaliar seus valores de densidade e de riqueza e verificar os efeitos dos padrões de sedimentação e das massas de água sobre estrutura e dinâmica da microfauna.

2. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se no litoral norte do estado de São Paulo, entre a ilha de São Sebastião e a Enseada de

Ubatumirim, Ubatuba (23° 38' – 23° 25' S e 45° 14' – 44° 51' W), entre as isóbatas de 10 e 50 m (Fig. 1).

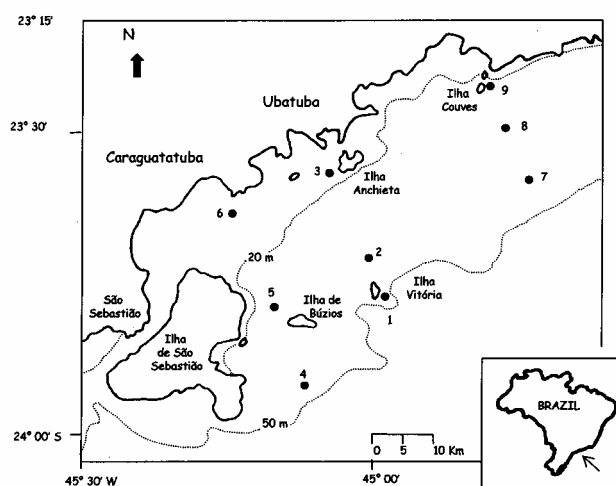


Figura 1. Área de estudo

Segundo Zemruscki (1979), a fisiografia da plataforma continental ao largo de Ubatuba caracteriza-se pela presença de um declive que atinge a isóbata de 60 m, que passa para uma plataforma interna estreita com declive

médio que se estende da isóbata de 80 até a de 100 m, dando lugar à plataforma externa.

A plataforma continental ao largo de Ubatuba apresenta dinâmica de massas de água que a caracteriza como região tropical atípica (Corbisier, 1993; Pires-Vanin et al., 1993). A sazonalidade da penetração de águas frias (Água Central do Atlântico Sul – ACAS), induzidas por ventos, gera uma termoclina no verão (Castro-Filho, et al., 1987). A ACAS com temperatura ao redor de 16 ° C, penetra sobre o fundo, em direção à costa, ocupando a plataforma interna durante o verão, e retrai-se para a plataforma externa no inverno, deixando a primeira área ocupada pela Água Costeira (AC), mais quente (> 20 °C).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A rede amostral estudada consistiu de três radiais, perpendiculares à costa, denominadas de A, B, C ou sul, central e norte (Fig. 1). Em cada radial foram realizados 3 pontos amostrais, situados nas profundidades de 10, 30, 40 e 50 m. Foram realizados 8 cruzeiros oceanográficos, entre outubro de 1985 e julho de 1987, realizando-se coletas nas quatro estações do ano, totalizando 72 amostras.

Em cada ponto amostral foram coletados dados hidrográficos (profundidade, salinidade, temperatura) e material para análises sedimentológicas (granulométricas e geoquímicas) e do conteúdo de foraminíferos. A coleta dos foraminíferos foi realizada raspando-se as camadas superficiais do sedimento, amostrado por um pegador do tipo Petersen. Deste sedimento, foi retirada uma alíquota de 20 cm³, que foi corada com Rosa de Bengala e peneirada a úmido. As frações retidas nas peneiras (0,250 e 0,062 mm) foram secas e flotadas em tetracloreto de carbono.

Uma vez separadas, as carapaças de foraminíferos foram triadas dos outros componentes flotados, identificadas e contadas. Posteriormente, mapas de distribuição das espécies dominantes (> de 50% da amostra), subdominantes (49 – 25%), acessórias (24 – 5%) e raras (< 5%) foram elaborados.

4. RESULTADOS

4.1 Primavera 1985

Foram identificadas 91 espécies de foraminíferos. As porções sul e central da área estudada apresentam maiores valores de densidade e de riqueza. Os locais mais ricos em espécies estão situados na radial sul (estações 4 e 5), onde foram encontradas 45 a 62 espécies.

Das 91 espécies identificadas, não há uma única espécie dominante. A grande maioria das espécies é classificada como acessória ou rara. Algumas poucas espécies, como as da epifauna e os buliminídeos, chegam a ser subdominantes nas estações 2, 3, 4, e 9. As espécies acessórias e raras apresentam padrões de distribuição bastante variáveis, conforme apresentado a seguir. *Ammonia* spp./*Criboelphidium* spp. são mais abundantes na região costeira, ou seja nas estações 3 e 9. *Bolivina* spp., *Pararotalia cananeaensis* e *Buliminella elegantissima*/ *Fursenkoina pontoni*/ *Pseudononion atlanticum* apresentam porcentagens mais elevadas nas radiais central e sul. As espécies indicadoras da ACAS (*Angulogerina angulosa*/ *Buccella peruviana* forma

campsi/ *Cassidulina crassa*/ *Globigerina bulloides*/ *Uvigerina bifurcata*) são mais abundantes nas estações 5 e 8 e as indicadoras da AT (*Cassidulinoides*/ *Sigmoilopsis*/ *Globigerinoides*/ *Uvigerina*) nas estações 5 e 7.

4.2 Verão de 1986

Foram identificadas 87 espécies de foraminíferos e 1 de tecameba. Os maiores valores de densidade são observados nas estações 3, 4, 6, 7 e 8. Já os maiores valores de riqueza foram encontrados nas regiões mais costeiras (estações 3 e 9). Em termos comparativos com os valores obtidos na primavera de 85, constata-se que os valores de densidade e riqueza do verão de 86 são menores.

No verão de 86, *Bulimina* spp e as espécies da epifauna passam a ser acessórias. Além disso, estas formas exibem padrão de distribuição diferente do obtido na primavera de 1985. *Bulimina* spp. são relativamente mais abundantes nas estações próximas à isóbata de 50 m e as espécies da epifauna tendem a se concentrar no lado oeste da área estudada. *Bolivina* e *Buliminella*/ *Fursenkoina*/ *Pseudononion* são subdominantes nas estações próximas à linha de costa (3, 6 e 9). As porcentagens de *Ammonia* / *Criboelphidium* diminuem, mas continuam sendo abundantes na estação 9. Já as porcentagens das espécies indicadoras da ACAS (*Angulogerina*/ *Buccella*/ *Cassidulina*/ *Globigerina*/ *Uvigerina*) aumentam sensivelmente nas estações 1, 2, 5, 4 e 8. Nesta última estação, essas espécies alcançam 44% do total da amostra. Portanto, as espécies da ACAS distribuem-se amplamente entre as isóbatas de 50 e de 20, diminuindo progressivamente em direção à costa. As espécies típicas da AT são mais abundantes na estação 5.

4.3 Outono de 1986

Foram identificadas 99 espécies de foraminíferos. Os valores de densidade são bem mais baixos que os observados durante a primavera 85 e verão 86. Somente na estação 1 é que foi encontrado um valor mais expressivo (3068 indivíduos/20cc). Com relação à riqueza, constata-se que os valores do número de espécies são relativamente mais elevados que os valores obtidos na primavera e verão, variando de 40 a 52 espécies. Os valores de riqueza mais elevados estão concentrados na porção sul da área de estudo.

Praticamente não há dominantes ou sub-dominantes, com exceção de *Bulimina* spp. nas estações 7 e 8. As espécies da epifauna e *Ammonia* /*Criboelphidium*, *Buliminella*/ *Fursenkoina*/ *Pseudononion* são mais abundantes na região costeira. De modo geral, as porcentagens de todas as espécies citadas na frase anterior são maiores no outono de 86. Já as porcentagens das espécies indicadoras da ACAS e da AT são relativamente mais baixas que as observadas no verão de 86. Somente na estação 2 que se verifica aumento expressivo das espécies da ACAS. Constata-se também que há um recuo destas espécies para regiões mais profundas, i.e. mais próximas à isóbata de 50 m.

4.4 Inverno de 1986

Foram identificadas 79 espécies de foraminíferos. Os valores de densidade e de riqueza variaram entre 176 e 3404 ind/20 cc e 33 a 57 espécies, respectivamente,

sendo, portanto, mais elevados que os valores obtidos na primavera e no verão. A estação 4, posicionada à sudoeste da área estudada foi a que apresentou os valores mais elevados de densidade e de riqueza (3424 ind/20cc e 57 espécies). *Ammonia* /*Criboelphidium* continua apresentando o mesmo padrão de distribuição, ou seja, mais abundante na região costeira. As espécies de *Buliminella*/ *Fursenkoina*/ *Pseudononion*/ *Bolivina* e da epifauna tendem a ser mais abundante na porção oeste da área estudada. As espécies indicadoras da ACAS se restringem à área mais externa e as espécies indicadoras da AT (*Canepaia*/ *Cassidulinoides*/ *Sigmoidopsis*/ *Uvigerina* e *Bulimina* spp.) distribuem-se mais abundantemente entre as isóbatas de 20 e 50 m.

4.5 Primavera 1986

Foram identificadas 84 espécies de foraminíferos. Os valores de densidade variam de 752 a 1784 ind/20cc, sendo os maiores distribuídos na porção externa da área de estudo, i.e. próximos à isóbata de 50 m. Os maiores valores de riqueza são encontrados nas estações 1, 2 e 6. Os valores de densidade e de riqueza da primavera de 1986 são visivelmente menores que os observados na primavera de 85.

A maioria das espécies identificadas é considerada acessória ou rara. Espécies sub-dominantes ocorrem somente nas estações 3 e 6, onde as espécies indicadoras da AT, atingem 28 e 46% do total da amostra, respectivamente.

Os foraminíferos típicos de região costeira (*Ammonia* e *Criboelphidium*), os buliminídeos, as espécies indicadoras de matéria orgânica e da epifauna tendem a diminuir em 86. Já os bolivinídeos, *Pararotalia cananeaensis*, as espécies indicadoras da ACAS e da AT são mais abundantes em 86 que em 85.

4.6 Verão 1987

Foram identificadas 75 espécies de foraminíferos O padrão de distribuição dos parâmetros populacionais (densidade e riqueza) dos foraminíferos no verão 1987 difere do obtido no verão de 87. As maiores densidades obtidas em 87 estão concentradas preferencialmente nas estações posicionadas nas isóbatas de 35 m, i.e. nas estações 2, 5 e 8. Quanto à riqueza, os maiores valores são encontrados nas estações próximas à linha de costa (estações 3 e 6) e situada na isóbata de 40 m (estação 7). Os valores de densidade e riqueza são inferiores aos valores e porcentagens obtidos no verão 86.

Em termos comparativos entre primavera 86 e verão de 87, constata-se que 1) as espécies típicas de região costeira, da epifauna, da AT e *Pararotalia cananeaensis* tendem a diminuir no verão; 2) em contrapartida as espécies indicadoras de matéria orgânica, da ACAS e *Bulimina* spp. aumentam sensivelmente. Em termos inter-anuais, constata-se que *Bolivina* spp., as espécies indicadoras de matéria orgânica, da epifauna, *Pararotalia cananeaensis*, da ACAS, da AT são menos abundantes em 87 que em 86. Deve-se ressaltar que em 87 houve aumento muito significativo de *Bulimina* spp.

4.7 Outono 1987

Foram identificadas 85 espécies de foraminíferos e 1 de tecameba. Os valores de densidade e de riqueza variam de

656 a 1968 ind/20cc e 24 a 44 espécies, respectivamente. Ao se comparar os resultados do outono de 1996 com os do outono de 1997, constatam-se que os valores de densidade e de riqueza de 87 diminuem sensivelmente, principalmente nas três estações da radial norte e na estação 6.

As comparações intra-anuais indicam que, no outono de 87, as porcentagens das espécies *Ammonia*/ *Criboelphidium*, *Bolivina* (nas radiais sul e central) e da epifauna são maiores em relação às porcentagens obtidas no verão de 87. Com relação às comparações entre os anos de 86 e 87, nota-se que as porcentagens das espécies *Bulimina* spp., *Pararotalia cananeaensis*, as espécies indicadoras da ACAS e da AT diminuem sensivelmente no outono de 87.

4.8 Inverno 1987

Foram identificadas 68 espécies de foraminíferos. Os valores de densidade e de riqueza variam de 880 a 3872 indivíduos/20cc e 15 a 35 espécies, respectivamente. De modo geral, os valores de densidade e de riqueza do inverno de 1987 são menores que os obtidos no inverno de 1986. Contudo, os valores de densidade de 87 são maiores nas estações próximas a isóbatas de 50 m e os valores de riqueza são maiores nas estações situadas nas isóbatas de 35 m.

No inverno de 87, *Pararotalia cananeaensis* e as espécies indicadoras da AT são visivelmente mais abundantes que nos meses precedentes. Em termos inter-anuais, constata-se as porcentagens das espécies indicadoras da ACAS são maiores, que as obtidas no ano anterior.

5. DISCUSSÃO

De modo geral, os maiores valores de densidade e de riqueza foram encontrados nas radiais sul e central da área de estudo. Esses resultados são muito semelhantes aos resultados de trabalhos sobre a megafauna e macrofauna realizados na mesma época e área amostral de Ubatuba (Pires-Vanin 1992, 1993; Pires-Vanin et al., 1993, Paiva, 1993a, b). De acordo com esses autores esse padrão de distribuição dos parâmetros populacionais deve-se, principalmente, a maior quantidade de pelitos que ocorre na região centro-sul, que por sua vez, estão diretamente relacionados à circulação hídrica da área.

A porção centro-sul da área estudada, da costa até a isóbata de 50 m, difere fisiograficamente da porção norte, devido à presença das ilhas Anchieta, Búzios, São Sebastião e Vitória. Esses anteparos físicos a uma ação mais efetiva dos trens de ondas, aliado à proximidade do Canal de São Sebastião, faz com que a região sudeste esteja sujeita a um hidrodinamismo menos intenso (Pires-Vanin, 1993). Isto propicia a formação de uma área de deposição de sedimentos finos, especialmente da fração silte-argila. De acordo com Furtado & Mahiques (1990) essa área avança suavemente em direção à plataforma externa.

A região norte apresenta-se exposta diretamente às influências do mar aberto e, portanto, sujeita a hidrodinamismo mais acentuado. Além disso, a região norte é mais exposta à incidência de ondas, principalmente durante o inverno, quando há passagens de frentes frias. Durante este período o assoalho da região de Ubatuba é bastante revolvido, pois a velocidade das correntes de fundo atingem até 20 cm/s (Furtado & Mahiques, 1990).

Os foraminíferos típicos de região costeira como *Ammonia tepida*, *A. parkinsoniana*, *Criboelphidium excavatum* s.l. apresentaram padrão de distribuição bastante específico e esperado, ou seja, são mais abundantes próximos à linha de costa e raros em direção ao mar aberto. Em contrapartida, as espécies típicas da plataforma apresentaram padrão inverso, o que também era esperado. Dentre as espécies de plataforma constatou-se variabilidade sazonal no padrão de distribuição. Durante a primavera e verão, as espécies típicas de águas mais frias e ricas em nutrientes (e.g. *Bulimina marginata*, *Cassidulina crassa*, *Buccella peruviana* forma *campsi*, *Uvigerina bifurcata*), são mais abundantes e tendem a se distribuir entre as isóbatas de 20 e 50 m. Já no outono/inverno estas espécies se retraem, ficando concentradas em regiões mais próximas às isóbatas de 50 m.

Esse comportamento das associações de foraminíferos sugerem que durante a primavera/verão há presença de massas de água fria na plataforma interna de Ubatuba, as quais tendem a se retrair no outono/inverno. Esses resultados e interpretações coadunam com os dados oceanográficos obtidos no período de amostragem desse estudo.

De acordo com Castro-Filho et al., (1987) durante o verão, praticamente toda a camada superficial (i.e. profundidades menores que 20 m), da costa até a isóbata de 100 m da plataforma de Ubatuba, é preenchida pela Água Costeira (AC). Ao largo da isóbata de 100 m, a Água Tropical passa a ser a massa de água dominante, cujas características termohalinas são 24° C e salinidade de 37 (Castro-Filho et al., 1987). Ainda no verão, observa-se na camada subsuperficial, a predominância da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), constituída por águas frias (T= 13° C) e com salinidade de 35,4.

A ACAS penetra na camada de fundo, alcançando a região costeira da plataforma do estado de São Paulo (Matsuura, 1986; Castro-Filho et al., 1987). Devido à penetração dessa massa de água fria e ao aquecimento da água superficial, forma-se uma termoclina marcante durante o verão numa profundidade de 10 a 15 m, ocorrendo, então, uma estratificação térmica da coluna de água.

Durante o inverno a ACAS se retrai em direção à margem da plataforma continental, restringindo-se à região ao largo da isóbata de 60 m. Com isso o domínio interior da plataforma é ocupado pela AC e o exterior pela AT. Com retrocesso da ACAS a distribuição da temperatura na zona costeira torna-se homogênea no inverno, ficando a área coberta com água entre 20° e 23° C.

Além de indicarem a presença de diferentes massas de água, os diferentes padrões dos foraminíferos obtidos entre os anos de 1986 e 1987 sugerem que houve uma variação inter-anual na intensidade de penetração da ACAS na região costeira. Por exemplo, em 87 as espécies indicadoras da ACAS são menos abundantes que em 86. Estas interpretações estão de acordo com os resultados obtidos por Pires-Vanin et al., (1993) que demonstram a intensidade de penetração na região da ACAS na região costeira foi forte no verão de 1986, fraca no verão de 87, média no verão de 88 e muito forte, com ressurgência costeira em 89.

6. CONCLUSÕES

As variações estruturais (densidade e riqueza), espaciais e temporais das associações de foraminíferos de plataforma interna da região de Ubatuba estão diretamente relacionadas à variabilidade dos padrões de sedimentação e influência de diferentes massas de água. A região centro-sul por ser mais abrigada, apresentou maiores valores de densidade e de riqueza que a região norte, que é mais exposta à ação de ondas.

Durante a primavera e verão, há ocorrência de espécies típicas de águas frias e ricas em nutrientes, sugerindo a presença da ACAS. No outono e inverno, essas espécies tendem a se retrair e concentrar nas regiões próximas às isóbatas de 50 m.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASTRO-FILHO, B.M.; MIRANDA, L.B. & MYAO, S. Y. 1987. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba. Variações sazonais e em média escala. Boletim do Instituto Oceanográfico 35:135-151.
- CORBISIER, T. N. 1993. Meiofauna da plataforma continental interna do litoral norte de São Paulo – verão/89. Publicação Especial do Boletim do Instituto Oceanográfico, São Paulo 10: 123-135.
- FURTADO, V.V. & MAHIQUES, M. M. 1990. Distribuição de sedimentos em regiões costeiras e plataforma continental norte do estado de São Paulo. In: Simpósio de ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira: estrutura, função e manejo, 2, Manejo, 1990. São Paulo, Academia de Ciências do Estado de São Paulo 1: 20-29.
- PAIVA, P. C. 1993a . Trophic structure of a shelf polychaete taxocoenosis in southern Brazil. Cahier de Biologie Marine 35: 39-55.
- PAIVA, P. C. 1993b. Anelídeos poliquetas da plataforma continental norte do Estado de São Paulo: I- Padrões de densidade e diversidade específica. Boletim do Instituto Oceanográfico 41: 69-80.
- PIRES-VANIN, A.M. S. 1992. Structure and dynamics of benthic megafauna on the continental shelf offshore of Ubatuba, southern Brazil. Marine Ecology Progress Series, 86: 63-76.
- PIRES-VANIN, A.M. S. 1993. A macrofauna bêntica da plataforma continental ao largo de Ubatuba, São Paulo, Brazil. Publicação Especial do Boletim do Instituto Oceanográfico, São Paulo 10: 137-158.
- PIRES-VANIN, A.M. S.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B.; AIDAR, E.; MESQUITA, H.S.L.; SOARES, L.S.H; KATSURAGAWA, M. & MATSUURA, Y. 1993. Estrutura e função do ecossistema de plataforma continental da região de Ubatuba, São Paulo: síntese dos resultados. Publicação Especial do Boletim do Instituto Oceanográfico, São Paulo 10: 217-231.
- ZEMBRUSCKI, S.G. 1979. Geomorfologia da margem continental sul-brasileira e das bacias oceânicas adjacentes. In: Projeto REMAC. Geomorfologia da margem continental brasileira e das áreas adjacentes (Relatório final). Rio de Janeiro, PETROBRÁS – CENPES – DINTEP. p. 129-177 (Série REMAC).