Pesquisas em Geociências

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

Influência do Rompimento da Barragem do Valo Grande (Iguape, SP) nas Associações de Foraminíferos e Tecamebas

Patrícia Beck Eichler-Coelho, Wânia Duleba, Beatriz Beck Eichler, Clemente Coelho Jr

Pesquisas em Geociências, 23 (1/2): 35-40, jan./abr., 1997.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21224>

Publicado por

Instituto de Geociências

Portal de Periódicos UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - jan./abr., 1997.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

Influência do Rompimento da Barragem do Valo Grande (Iguape, SP) nas Associações de Foraminíferos e Tecamebas.

PATRÍCIA BECK EICHLER-COELHO, WÂNIA DULEBA, BEATRIZ BECK EICHLER & CLEMENTE COELHO JR.

Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, Praça do Oceanográfico, 191, CEP: 05508-900, São Paulo, SP, Brasil

(Recebido em 08/96. Aceito para publicação 03/97)

Abstract - This paper deals with the probable consequences of the increase of water flow on the hydrographic and sedimentological parameters of the Cananéia-Iguape estuary and their relationship with the foraminifera and thecamoebians assemblages found before and after the Valo Grande dam's disruption. The sedimentological and biological parameters were obtained from each of the sixty samples of the collected bottom sediments. Before the dam's disruption, the distribution of foraminifera and thecamoebians was apparently influenced by the substrate properties, such as grain size sorting and organic carbon content. After the dam's disruption, the bottom temperature was probably the responsible for the distribution of foraminifera and thecamoebians and for the total *Textulariina* and *Ammonia tepida* and *Arenoparrella mexicana* distribution patterns. Besides, very fine sand and bottom water salinity were probably the most influential factors in the distribution of *Diffugia oblonga*, *Centropyxis aculeata* and *Centropyxis constricta*.

INTRODUÇÃO

As associações de foraminíferos e tecamebas recebem influência de vários fatores ambientais, tais como salinidade, temperatura, natureza do substrato, teor de carbono orgânico, pH, Eh e energia das marés (Todd & Brönnimann, 1957). Tais fatores, em conjunto, controlam as associações, delimitando-as a ambientes ecologicamente diferentes (Madeira-Falcetta, 1974). Dentre estes ambientes, os estuários caracterizam-se por constituírem sistemas complexos, onde a grande variabilidade dos parâmetros ambientais é responsável pelas mudanças na composição da fauna em áreas geográficas restritas (Alve, 1995).

Alguns fatores, tais como salinidade e temperatura, são considerados como os mais relevantes na distribuição de determinadas espécies de foraminíferos, influenciando na sua reprodução e mortalidade (Murray, 1991).

As áreas sujeitas a influência das marés produzem ambientes de salinidades variáveis, desde locais hipossalinos até hipersalinos, onde apenas as formas resistentes à ampla variação de salinidade são capazes de sobreviver (Todd & Brönnimann, 1957).

Mudanças na salinidade da água afetam a densidade da mesma e conseqüentemente o equilíbrio osmótico dos foraminíferos. O controle mais claro da salinidade é evidenciado nos foraminíferos da subordem Miliolina (Murray, 1973).

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O sistema estuarino de Cananéia-Iguape, situa-se no extremo sul do Estado de São Paulo, a latitude 25°S e longitude 48°W. Este, recebe a influência de águas marinhas através de dois canais, ao norte, a Barra de Icapara, localizada entre a Ilha Comprida e cidade de Iguape, e ao sul a Barra de Cananéia, localizada entre a Ilha Comprida e Ilha do Cardoso (Tessler, 1982). Além da influência das águas marinhas, esta região recebe, também, influência de águas fluviais através de pequenos rios e principalmente através do canal do Valo Grande.

O Valo Grande é um canal artificial aberto em 1837 (Teleginski, 1994) que se destinava à comunicação do Rio Ribeira de Iguape com a região estuarina de Cananéia-Iguape, que alterou alguns parâmetros físico-químicos e biológicos da região. Em agosto de 1978, com a finalidade de restabelecer as condições ecológicas do Mar Pequeno (Schaeffer-Novelli, com. pess.), o canal do Valo Grande foi fechado com uma barragem. Esta barragem situava-se a cerca de 2,5 km ao norte da cidade de Iguape, em latitude 25°41'48''S e longitude 47°34'22''W (DAEE, 1989). Com esta barragem a região estuarina deixou de sofrer, a influência do Rio Ribeira de Iguape.

Em fevereiro de 1995 devido a uma enchente na região, a barragem do Valo Grande foi rompida, liberando o fluxo de água doce ao sistema estuarino de Cananéia-Iguape.

Figura 1 - Mapa da região estuário - lagunar de Cananéia - Iguape e a localização dos pontos de amostragem.

OBJETIVOS

Verificar as influências do aumento do aporte de água doce nos parâmetros biológicos, sedimentológicos e hidrográficos

Relacionar as variáveis ambientais às características da microfauna de foraminíferos e tecamebas encontradas antes e após o rompimento da barragem do Valo Grande.

METODOLOGIA

Foram coletadas 60 amostras de sedimento de fundo, sendo 31 amostras de antes, e 29 amostras após o rompimento da barragem do Valo Grande (Fig. 1). Todas as amostras provêm do canal durante a maré baixa. Para obtenção das amostras foi utilizado o pegador de fundo tipo Petersen.

Os dados hidrográficos foram medidos no momento da coleta das amostras. As medidas de salinidade e temperatura foram feitas tanto na superfície como no fundo. O pH foi medido apenas para as amostras coletadas após o rompimento da barragem do Valo Grande no sedimento de fundo. Para a análise granulométrica das amostras foi usado o método descrito em Suguio (1973), que segue a

escala de Wentworth (1922). Os teores de carbono orgânico nas amostras foram obtidos pelo método descrito em Gaudette *et al.* (1974). Para a análise biológica, foram retirados os primeiros centímetros do sedimento superficial de fundo, com uma espátula, e transferidos para um recipiente de plástico de 100 cm³, contendo rosa de bengala diluída em água destilada a 1%, com cinco gotas de formol a 4%. O material retido no intervalo entre as frações 0,707 mm e 0,500mm e entre as frações 0,088mm e 0,062mm, foram triados, verificando-se a presença de foraminíferos e tecamebas. Os foraminíferos e tecamebas foram triados e contados em sua totalidade.

Para o tratamento dos dados foi utilizado o teste de correlação múltipla e a análise de regressão múltipla com seleção de variáveis passo a passo ("stepwise"). Estes testes foram aplicados às duas matrizes contendo os resultados obtidos para as amostras coletadas, antes e após o rompimento da barragem do Valo Grande, a fim de se verificar o grau de dependência entre certas variáveis da população de foraminíferos e tecamebas e alguns parâmetros abióticos, como salinidade, temperatura e propriedades do substrato. Os valores foram transformados em $\arcsin(x)$ e $\log(x+1)$ para normalização de dados (Zar, 1984).

RESULTADOS

Na tabela 2 estão apresentados os resultados de correlação múltipla a partir da matriz, contendo os dados bióticos e abióticos para as amostras coletadas antes do rompimento da barragem do Valo Grande.

No que se refere ao sedimento, as porcentagens de argila, silte+argila e de carbono orgânico se correlacionam positivamente com a dominância das espécies e negativamente com a diversidade (para $\alpha \leq 0,05$). O desvio padrão apresenta também coeficiente de correlação positivo com a distribuição de *Ammonia tepida* e *Elphidium poyeanum* e com a distribuição de foraminíferos e tecamebas. Com relação aos dados hidrográficos, a temperatura de fundo se correlaciona positivamente com a equitatividade (para $\alpha \leq 0,05$).

De acordo com os dados de regressão múltipla das amostras coletadas antes do rompimento, o carbono orgânico influencia 38% da dominância e, juntamente com o desvio padrão, explica 41% da diversidade. A temperatura de fundo influencia 16% da equitatividade. O grau de seleção das partículas foi a variável abiótica, responsável pela influência de um maior número de variáveis biológicas, explicando 15% da distribuição de *Elphidium poyeanum* e 17% das distribuições de *Ammonia tepida*, *Gaudryina exilis* e a distribuição de foraminíferos e tecamebas.

Os dados gerados com base na matriz contendo os

dados bióticos e abióticos coletados posteriormente ao rompimento da barragem, podem ser visualizados na tabela 3.

Para as variáveis sedimentológicas, com coeficiente de correlação positivo (para $\alpha \leq 0,05$), a porcentagem de areia muito fina se correlacionou positivamente com a distribuição de *Centropyxis constricta*. Para as variáveis hidrográficas, a temperatura de fundo se correlacionou negativamente com a porcentagem de aglutinantes e com as distribuições de foraminíferos e tecamebas, e ainda com a distribuição de *Ammonia tepida* e *Arenoparrella mexicana*.

A salinidade de fundo se correlacionou positivamente com a distribuição de *Ammotium salsum*, com a porcentagem total de aglutinantes e negativamente com a equitatividade e distribuições de *Centropyxis aculeata* e *C. constricta*.

A temperatura de fundo influenciou em 36,5% a distribuição dos foraminíferos e tecamebas nas amostras, 37% da distribuição de *Arenoparrella mexicana*, 32% da distribuição de *Ammonia tepida* e 20% da porcentagem total de aglutinantes.

A salinidade de fundo, juntamente com a porcentagem de areia muito fina, influenciou 50% e 53% das distribuições de *Centropyxis aculeata* e *C. constricta*, respectivamente. A salinidade de fundo explicou 30% da distribuição total dos foraminíferos aglutinantes e 20% da distribuição de *Ammotium salsum*.

	Dominância	Diversidade	Equitatividade	Distribuição de forams e teca	<i>A. tepida</i>	<i>E. poyeanum</i>	<i>G. exilis</i>
% de argila	0,45	—	—	—	—	—	—
% de silte e argila	0,33 *	—	—	—	—	—	—
desvio padrão	—	—	—	0,41	0,41	0,40	0,34 *
carbono orgânico	0,62	(-) 0,51	—	—	—	—	—
T. fundo	—	—	0,40	—	—	—	—
S. fundo	0,37 *	—	—	—	—	—	—

Tabela 2: Valores de coeficiente de correlação múltipla encontrados entre as variáveis biológicas e as variáveis ambientais para as amostras coletadas antes do rompimento. Os valores são significativos para $\alpha < 5\%$ ou 10% (*).

	Equitatividade	Distribuição de forams e teca	Números de espécies totais	Porcentagem de aglutinantes	<i>A. salsum</i>	<i>A. Mexicana</i>	<i>A. tepida</i>	<i>C. aculeata</i>	<i>C. constricta</i>
Arcia muito fina	—	—	—	—	—	—	—	0,42 *	0,45
T. fundo	0,38 *	(-) 0,60	(-) 0,37	(-) 0,45	(-) 0,41 *	(-) 0,61	(-) 0,57	—	—
S. fundo	(-) 0,38	0,38 *	—	0,45	0,45	0,43 *	—	(-) 0,59	(-) 0,60

Tabela 3: Valores de coeficiente de correlação múltipla encontrados entre as variáveis biológicas e as variáveis ambientais para as amostras coletadas após o rompimento. Os valores são significativos para $\alpha < 5\%$ ou 10% (*).

DISCUSSÃO

A distribuição dos microorganismos das amostras coletadas antes do rompimento da barragem parece que estava sob influência principalmente de propriedades do substrato como o grau de seleção granulométrica e o teor de carbono orgânico. A temperatura de fundo parece ter sido também um importante controlador de distribuição da população, influenciando uma das características da comunidade que é a equitatividade.

Segundo Boltovskoy & Wright (1976), o substrato exerce algum controle sobre a distribuição dos foraminíferos, principalmente no caso das formas aglutinantes e dos calcários sedentários.

Alguns autores (Bandy, 1954; Murray, 1968) sugerem que não existem relações entre os foraminíferos e o substrato e que a aparente correlação seria devido a outros fatores ambientais. Mas como a natureza do substrato influi sobre alguns fatores fisiológicos e morfológicos do organismo, como a habilidade de penetração dos pseudópodes no substrato e a óbvia relação de algumas espécies de forma achatada com o substrato, parece lícito supor que aquela interpretação não seja completamente correta (Boltovskoy & Wright, 1976).

A maior abundância de *Ammonia tepida*, *Elphidium poyeanum* e *Gaudryina exilis* em sedimentos mais finos (areia siltica) e em sedimentos pobremente selecionados, pode ser devida ao fato de que sedimentos mais finos tendem a ser mais ricos em alimentos, ou ao fato desses sedimentos servirem como apoio físico para fixação dos pseudópodes, ou ainda no caso dos foraminíferos aglutinantes, o tamanho do grão é fator importante para a construção de suas testas.

Ainda, em relação as amostras coletadas antes do rompimento do dique, verifica-se que a temperatura de fundo, correlaciona-se positivamente com a equitatividade. Segundo Boltovskoy (1965), a temperatura seria o fator principal que influiria na distribuição geográfica das espécies, mas, como a variação térmica não foi monitorada para se obter o valor médio anual e, como se imagina que não foi muito significativa no local estudado, diferentemente do que ocorre em climas temperados, esta foi desprezada. Além disso, não existem estudos suficientemente numerosos que permitam uma maior discussão sobre esta relação.

Neste estudo, o conteúdo em carbono orgânico nas amostras coletadas antes do rompimento da barragem, correlaciona-se positivamente com a dominância e negativamente com a diversidade das espécies de foraminíferos e tecamebas. Provavelmente, isto se deve ao fato de que espécies adaptadas ao teor ótimo de carbono orgânico, aumentam sua abundância relativa, enquanto que espécies não adaptadas a este teor de carbono orgânico seriam prejudicadas no seu desenvolvimento e com conseqüente diminuição da diversidade.

Corroboram estes dados o trabalho de Setty & Nigam (1982) que estudando a relação entre os foraminíferos e o carbono orgânico, mostram que a diversidade de foraminíferos se correlaciona negativamente ao conteúdo de carbono orgânico. Neste estudo, fica evidente que poucas espécies toleram altas concentrações de carbono orgânico no sedimento, e a maioria das espécies não suporta as flutuações dos seus teores.

Segundo Boltovskoy & Wright (1976), o teor de carbono orgânico no sedimento pode influir no suprimento de substância nutritiva, beneficiando o desenvolvimento de foraminíferos, como pode resultar em crescente acidificação, prejudicando o seu desenvolvimento.

Para as amostras coletadas após o rompimento da barragem, a temperatura de fundo parece ter sido a variável hidrográfica responsável pela distribuição dos foraminíferos e tecamebas nas amostras, influenciando na porcentagem total de aglutinantes presentes e na distribuição dos foraminíferos *Ammonia tepida* e *Arenoparrella mexicana*.

Dentre os parâmetros sedimentológicos e hidrográficos obtidos das amostras coletadas após o rompimento, os teores de areia muito fina, juntamente com a salinidade de fundo, foram as duas variáveis que mais influíram na distribuição das seguintes tecamebas: *Diffugia oblonga*, *Centropyxis aculeata* e *Centropyxis constricta*.

Após o rompimento da barragem, a distribuição de *Ammotium salsum* parece ter sido controlada principalmente pela variação de salinidade em estações do Mar Pequeno e Valo Grande, onde os teores variaram entre 8‰ e 0‰, com diminuição brusca nas populações de *Ammotium salsum* e *Gaudryina exilis*. Corroboram estes dados o trabalho desenvolvido no estuário do Rio Itapitanguí (Bonetti, 1995), onde a ocorrência de *Gaudryina exilis* se restringe à locais onde a salinidade média era superior a 10‰.

A salinidade de fundo se correlaciona positivamente com a frequência total de aglutinantes, pois apesar desta fauna suportar bem as baixas salinidades, cada espécie possui seu limite crítico de salinidade, abaixo do qual ocorre a interrupção dos processos fisiológicos vitais, como por exemplo a capacidade de desenvolvimento e reprodução (Boltovskoy, 1965).

Centropyxis constricta e *Centropyxis aculeata* são as tecamebas que melhor exprimem a salinidade nula, pois são microorganismos típicos de água doce, cuja ocorrência foi observada principalmente nas estações próximas ao rompimento da barragem do Valo Grande, onde os foraminíferos são representados por poucos indivíduos.

Ainda, em relação as amostras coletadas após o rompimento, a temperatura de fundo é correlacionável negativamente à distribuição de *Ammonia tepida*, ao número de espécies, à frequência de aglutinantes e à distribuição de foraminíferos e tecamebas. Sabe-se que a

temperatura é de importância vital a todos os organismos marinhos, mas os limites que afetam as distribuições e as morfologias são ainda pouco conhecidos (Boltovskoy & Wright, 1976).

Dentre os parâmetros sedimentológicos obtidos para amostras posteriores ao rompimento, a porcentagem de areia muito fina se correlaciona negativamente com a equitatividade. Provavelmente, o baixo valor de equitatividade encontrado para a amostra 9a é atribuível à alta frequência de areia muito fina no sedimento que propicia a dominância de *Gaudryina exilis*.

Buzas (1989), estudando o efeito da disponibilidade do cátion Ca^{+2} na natureza da testa de foraminíferos, concluiu que a sua baixa disponibilidade possibilita o aparecimento de fauna de foraminíferos aglutinantes, a intermediária propicia o estabelecimento de foraminíferos calcários hialinos e a alta está ligada aos foraminíferos calcários porcelânicos. De acordo com este gradiente, provavelmente o baixo teor de Ca^{+2} encontrado principalmente após o rompimento da barragem do Valo Grande, deve ter propiciado o surgimento de foraminíferos aglutinantes.

Com base neste estudo, pode-se concluir que houve modificações nos parâmetros físico-químicos e biológicos, com o rompimento da barragem do Valo Grande, causadas pelo aumento do fluxo de água doce ao sistema estuarino de Cananéia-Iguape.

Agradecimentos - Os autores agradecem à CAPES pelas bolsas de mestrado e doutorado concedidas e à FAPESP pela verba de auxílio à pesquisa que permitiram a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alve, E. 1995. Benthic foraminiferal responses to estuarine pollution: a review. *Journal of Paleontology*, 25 (3): 190-204.
- Bandy, O.L. 1954. Distribution of some shallow water Foraminifera in the Gulf of Mexico: U.S. Geological Survey Professional Paper 254-F: 125-141.
- Boltovskoy, E. 1965. *Los Foraminiferos Recientes*. Buenos Aires. 510p.
- Boltovskoy, E. & Wright, R. 1976. *Recent Foraminifera*. Junk. The Hague. 515p.
- Bonetti, C. 1995. *Associações de foraminíferos e tecamebas indicadoras de sub-ambientes na zona estuarina do Rio Itapitanguí-Cananéia*. São Paulo. 150p. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Instituto Oceanográfico.
- Buzas, M.A. 1989. The effect of quartz versus calcareous sand on the densities of living foraminifera. *Micropaleontology*, 35 (2): 135-144.
- DAEE, 1989. *Estudo de impacto ambiental das obras complementares da barragem do Valo Grande*. Relatório Final. 2v.
- Gaudette, H.F.; Flight, W.R.; Toner, L. & Folger, D.W. 1974. An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, 44 (1): 248-253.
- Madeira-Falcetta, M. 1974. Ecological Distribution of the Thecamoebal and Foraminiferal Associations in the Mixohaline Environments of the Southern Brazilian Littoral. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 46 (3/4): 667-687.
- Murray, J.W. 1968. Living foraminifera of lagoons and estuaries. *Micropaleontology*, 14 (4): 435-455.
- Murray, J.W. 1973. *Distribution and ecology of living benthic Foraminiferids*. New York, Crane, Russak & Co., 274 p.
- Murray, J.W. 1991. *Ecology and Palaeoecology of Benthic Foraminifera*. London, Logman Scientific & Technical, 397 p.
- Setty, M.G.A.P. & Nigan, R. 1982. Foraminiferal assemblages and organic carbon relationship in benthic marine ecosystem of western Indian continental shelf. *Indian Journal of Marine Science*, 11: 225-232.
- Suguio, K. 1973. *Introdução à sedimentologia*. São Paulo, EDUSP, 317 p.
- Teleginski, A. 1994. Aspectos históricos e fundiários do Vale do Ribeira e sua influência no desenvolvimento econômico da região. In: SIMPÓSIO DE ECOSISTEMAS DA COSTA BRASILEIRA, 3, 1994, Serra Negra, v.1: p.104-106.
- Tessler, M.G., 1982. *Sedimentação atual na região lagunar de Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo*. São Paulo. 2v. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Todd, R. & Brönnimann, P. 1957. Recent Foraminifera and Thecamoebina from the eastern Gulf of Paria. *Contributions of Cushman Foraminiferal Foundation Research*, 3: 1-43.
- Wentworth, C.K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30 (1): 377-392.
- Zar, J.H. 1984. *Biostatistical analysis*. 2ª ed. Englewood Cliffs. New Jersey. 718p.