



Diagnóstico ambiental do estuário do Potengi – RN, utilizando foraminíferos e atividade respiratória bacteriana

V. Marcondes-Souza^{1,2}, L.M. Laut¹, F.S. Silva¹ & A.G. Figueiredo Jr.¹

1 Departamento de Geologia – LAGEMAR – UFF, laut@igeo.uff.br, fred@igeo.uff.br, alberto@igeo.uff.br

2 Departamento de Biologia – BIOMAR – UFF, vanessamarcondes@gmail.com

Abstract Benthic foraminifera are increasingly used as environmental bio-indicator, especially in polluted environment where their sensitivity to pollutants may be expressed by a modification of the assemblages. This work presents the distribution of benthic foraminifera and bacterial respiratory activity at the Potengi estuary, in Rio Grande do Norte state. The system experiences a high stress because of urban development around it. The anthropogenic actions affect the water quality and the biological production. Stations were distributed intending to have in each site a specific pollution problem. Sediment samples were collected and foraminifera, grain-size, organic matter and bacterial respiratory activity were analysed. The environment was anaerobic and fermentation occurred in all sites. Thirty four species of foraminifera were identified. *A. beccarii* f. *tepida* and *A. mexicana* were the dominant ones. These species are opportunistic, being able to adapt to a rapidly changing condition. PCA analyses were performed to identify which abiotic characteristics influence the foraminifer's distribution in the Potengi estuary. The water salinity and temperature, following up by the oxygen concentration were linked to organism distribution. In station 2 oxygen concentration, temperature and organic matter were higher than in the others sites, creating good condition for the growth of foraminifera. This study's result suggests that this estuary is an anthropic environment.

Palavras-chave: Foraminíferos, bactérias, sedimento, estuário, diagnóstico ambiental.

INTRODUÇÃO Os estuários são ambientes sedimentares costeiros cuja evolução depende da interação entre parâmetros hidráulicos, sedimentares e aspectos morfológicos. São meios atrativos para a ação antropogênica, onde o desenvolvimento das atividades portuárias e marítimas é crescente, além de serem receptores de efluentes domésticos e industriais (Frazão 2003). Os efeitos na biota local dependem da natureza e do volume do efluente, se são jogados diretamente no estuário por um determinado ponto ou indiretamente por um sistema de rios e, finalmente, pelas suas propriedades geomorfológicas e hidrográficas (Alve 1995).

Em resumo, estuários são sistemas dinâmicos em que mudanças nos parâmetros ambientais causam alterações na composição da fauna e da flora em pequenas áreas geográficas (Alve 1995).

O monitoramento da poluição em estuários é importante para a gestão, já que propicia uma percepção sistemática e integrada da realidade ambiental, servindo de suporte ao controle das atividades poluidoras (Batista *et al.* 2003).

Nas últimas décadas, foraminíferos bentônicos vêm sendo estudados para investigar suas respostas a ambientes poluídos visando usá-los como bioindicadores de poluição. Os foraminíferos bentônicos são protistas marinhos que vivem no sedimento, e possuem uma carapaça que se preserva

após a sua morte. São muito abundantes e os processos de coleta e tratamento em laboratório são simples. Além disso, são muito sensíveis a mudanças ambientais tanto naturais como antropogênicas, sendo cada vez mais utilizados, com sucesso, como indicadores de poluição humana em regiões costeiras. O conhecimento das associações microfaunísticas contribui para a avaliação do sedimento, próximo a regiões altamente poluídas. (Batista *et al.* 2003).

Este estudo teve como objetivo a análise de assembléias de foraminíferos relacionadas a atividades bacterianas e a parâmetros físico-químicos e granulométricos para avaliar o impacto no estuário do Potengi, no estado do Rio Grande do Norte.

O estuário do Potengi vem sendo impactado por lançamento de esgotos industriais e domésticos, pela expansão urbana que promove a favelização das suas margens, e a atividade de carcinicultura.

MATERIAIS E MÉTODOS As amostragens de sedimento foram realizadas com uma draga do tipo *Ekman*, em seis estações ao longo do rio Potengi, o qual se apresenta como um braço de mar adentrando o continente por cerca de 20 km, e está margeado pelos municípios de Macaíba, São Gonçalo do Amarante e Natal.

As estações foram distribuídas para que todos os pontos estivessem em áreas onde se pudesse

identificar algum tipo de poluição (Fig. 1). O ponto 1 localizou-se na borda do manguezal mais externo do estuário no canal que recebe os dejetos das fazendas de camarão; o ponto 2 localizou-se na margem direita do rio no terminal de óleo; o ponto 3 na desembocadura do canal do Baldo que drena a maior parte dos esgotos não tratados da cidade de Natal; o ponto 4 ficou localizado na margem esquerda do manguezal, numa parte onde a vegetação estava bem preservada; o ponto 5 localizou-se na margem esquerda do manguezal, onde habita população de baixa renda e o ponto 6 localizou-se na região mais interna do estuário onde há a confluência entre o rio Potengi e um canal de menor expressão.

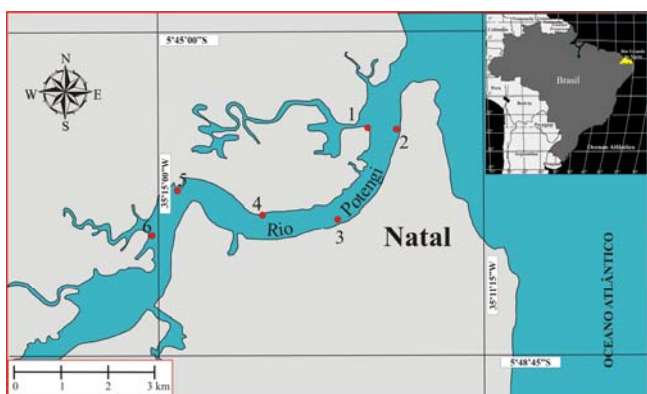


Figura 1. Distribuição das estações de amostragem no estuário do Potengi

Em cada estação foram coletados 50 mL de sedimento para descrição da fauna de foraminíferos, 100 g para análise da granulometria e da matéria orgânica e 10 mL para estudo da atividade respiratória bacteriana e carbono bacteriano. Foram medidos, em campo, salinidade, temperatura, pH, Eh e O_2 da água.

O processamento das amostras de foraminíferos foi realizado seguindo a metodologia descrita em Bolovskoy (1965).

As análises granulométricas seguiram a metodologia descrita em Ponzi (1995) e as porcentagens de matéria orgânica foram obtidas por calcinação (Byers *et al.* 1978).

Quanto à atividade respiratória bacteriana, foram analisados, em meios de cultura, os processos de aerobiose, fermentação, desnitrificação e sulfato redução (Alef & Nannipieri 1995).

RESULTADOS A temperatura no estuário variou entre 25,6 e 26,9 °C. A salinidade variou entre 30 e 37‰. O pH apresentou uma variação pequena, entre 6,75 e 6,84. O O_2 se manteve baixo entre 2,68 e 3,2 mL.L⁻¹ (Tabela 1). A fração silte foi dominante nos pontos 2, 3, 4 e 6 enquanto que nos pontos 1 e 5 dominou a fração areia muito fina.

Ponto	T	HCl	pH	Eh	O_2
PT 01	26,9	35	6,84	-0,55	3,2
PT 02	26,7	35	6,75	-0,5	3,1
PT 03	26,2	34	6,82	-0,54	2,68
PT 04	26,4	37	6,83	-0,78	2,8
PT 05	25,6	32	6,78	-0,52	2,8
PT 06	25,7	30	6,78	-0,52	2,9

Tabela 1. Parâmetros abióticos

As concentrações de matéria orgânica variaram entre 3,61 e 0,53 com o valor mais alto na estação 3 (Fig. 2).

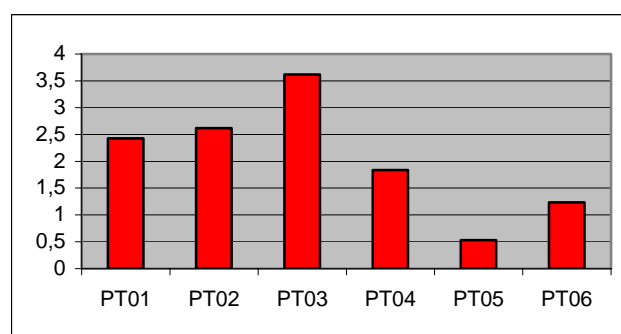


Figura 2. Concentração de matéria orgânica

Em relação à atividade respiratória bacteriana nas seis estações o sedimento apresentou-se em anaerobiose com presença de fermentação. No ponto 1 a desnitrificação começou a ocorrer e a sulfato redução ocorreu nos pontos 2, 4, e 5 (Tabela 2).

Pontos	Aero	Ferm	Desnitr	Sulfato
PT 01	- -	++	++	- -
PT 02	- -	++	- +	++
PT 03	- -	++	- +	- +
PT 04	- -	++	- +	++
PT 05	- -	++	- +	++

Tabela 2. Respiração bacteriana

Foram identificadas 34 espécies de foraminíferos com dominância de *Ammonia beccarri* f. *tepida* nas amostras 2, 3 e 4, e *Arenoparella mexicana* nas amostras 5 e 6. A região 2 possui maior riqueza de espécies, inclusive com presença de espécies típicas de regiões oceânicas (Tabela 3). Na região 1 não foi encontrado sequer um organismo e a região 5 apresentou a menor riqueza de espécies.



ESPÉCIES	PT 02	PT 03	PT 04	PT 05	PT 06
<i>A. beccarii</i>	53,135	68,966	83,093	0	3,5714
<i>A. cassis</i>	0	0	0,4124	0	0
<i>A. salsum</i>	0	0	0	0	3,5714
<i>A. dilatatus</i>	0	0	0	8,1633	7,1429
<i>A. exiguus</i>	0	0	0	0	3,5714
<i>A. mexicana</i>	0	0	0	89,796	57,143
<i>B. cf. doniezi</i>	0	0	1,6495	0	0
<i>B. cf. inflata</i>	0,9901	0	0	0	0
<i>Bolivina</i> spp.	0	3,4483	1,4433	0	0
<i>B. translucens</i>	0,9901	0	1,0309	0	0
<i>B. elegantissima</i>	0	3,4483	0,2062	0	0
<i>C. incerta</i>	0,33	0	0	0	0
<i>C. planorbis</i>	1,6502	0	0	0	0
<i>E. discoidale</i>	2,9703	4,3103	0,2062	0	0
<i>E. excavatum</i>	5,2805	8,6207	9,0722	0	0
<i>F. pontoni</i>	1,3201	0,8621	0	0	0
<i>Laculatina</i> sp.	0,33	0,8621	0	0	0
<i>L. cf. laevis</i>	0,6601	0	0	0	0
<i>Lagena</i> sp.	0,33	0	0	0	0
<i>M. subrotunda</i>	20,792	5,1724	0	0	0
<i>O. vilardeboana</i>	0,33	0	0	0	0
<i>P. atlanticum</i>	2,6403	0	0	0	0
<i>Q. laevigata</i>	3,3003	0	0,2062	0	0
<i>Q. lamackiana</i>	2,6403	0	0	0	0
<i>Q. seminula</i>	0,6601	0	1,0309	0	0
<i>Quinqueloculina</i> spp.	0	0	0,2062	0	0
<i>Rutherfordoides</i> sp.	0,33	0	0	0	0
<i>S. lobata</i>	0	0	0	2,0408	0
<i>Spiroculina</i> sp.	0	3,4483	0,2062	0	0
<i>T. earlandi</i>	0,33	0	0	0	5,3571
<i>T. inflata</i>	0	0	0	0	1,7857
<i>T. macrescens</i>	0,9901	0	1,2371	0	16,071
<i>T. salsa</i>	0	0	0	0	1,7857
<i>Uvigerina</i> sp.	0	0,8621	0	0	0

Tabela 3. Frequência relativa (%) das espécies de foraminíferos do estuário do Potengi

Uma análise em PCA foi aplicada nas amostras do estuário para avaliar qual dos parâmetros medidos tem maior influência sobre a população. Analisando o gráfico, observa-se pelo tamanho dos vetores, que a salinidade e a temperatura da água, seguidos pelo oxigênio foram os parâmetros que mais influenciaram na distribuição dos foraminíferos (Fig. 3). O EH foi o parâmetro que menos influenciou a distribuição.

DISCUSSÃO Na estação 02, próxima à foz do estuário, foram encontradas espécies típicas de ambiente marinho. Isso demonstra que essa região possui uma grande hidrodinâmica com mistura de águas, ocorrendo dessa forma a renovação de oxigênio. Segundo Frazão (2003), a superfície da água

no estuário do Potengi caracteriza-se por um sistema relativamente agitado, sobretudo pela ação das correntes de marés, com a presença frequente de ondulações irregulares, definindo claramente um regime de fluxo turbulento.

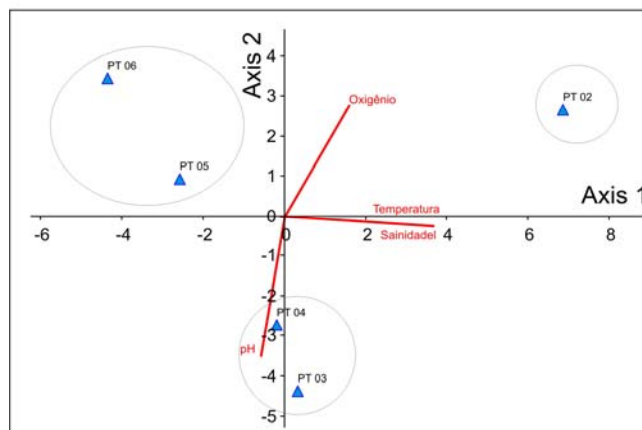


Figura 3. PCA

Além da entrada de oxigênio, esse local possui temperatura e concentração de matéria orgânica alta, criando um ambiente favorável ao desenvolvimento de foraminíferos, mesmo estando localizado num terminal de óleo.

A temperatura da água exerce uma influência direta sobre os processos fisiológicos dos animais, das plantas e das atividades bacterianas, além de fatores ambientais tais como: a solubilidade dos gases, viscosidade e densidade das águas (Frazão 2003).

Apesar da hidrodinâmica do estuário, em todas as regiões, o processo de anaerobiose está ocorrendo. Isso demonstra que os poluentes não são carregados para o oceano aberto, permanecendo dentro do estuário. O sedimento, então, é impactado e favorece o crescimento de espécies oportunistas como a *A. beccarii* f. *tépida* que está presente em quatro das cinco amostras com foraminíferos.

Os manguezais, como no ponto 04, são áreas geralmente confinadas e de baixa energia nas regiões estuarinas e são de fato alvos potenciais da poluição crônica e dos derrames acidentais de óleo (Noernberg 2002). Essa região, assim como as regiões 02 e 05 estão sofrendo o processo de sulfato redução. As bactérias transformam o sulfato em sulfeto, principalmente na forma de H_2S que é danoso ao meio ambiente e a saúde humana.

Mudanças nas condições ambientais levam às modificações na composição das espécies de foraminíferos. Algumas áreas afetadas pela entrada de esgoto são caracterizadas por espécies que são comuns em ambientes com condições de baixo



oxigênio dissolvido e de alta concentração de componentes orgânicos (Culver 1995).

Em áreas poluídas, a característica ecológica mais comum é o decréscimo na riqueza de espécies pela eliminação daquelas menos resistentes e o crescimento de espécies oportunistas (Bonneti *et al.* 1999) como foi observado no Potengi.

As espécies dominantes identificadas (*A. mexicana* e *A. beccarii* f. *tepida*) são altamente adaptadas a mudanças na disponibilidade de alimento ou condições ambientais. São aptas a crescerem com sucesso em ambientes poluídos. São oportunistas e indicam que o ambiente está impactado (Bonetti 2000).

O ponto de amostragem 5 apresentou baixa concentração de oxigênio, temperatura e salinidade mais baixas em relação aos outros pontos. Isso explica a razão dessa área ter apresentado a menor riqueza de espécies.

O fato do ponto 01 ser estéril em foraminíferos pode ser uma consequência da atividade de carcinicultura, pois uma série de resíduos sem tratamento é despejada diretamente no canal. Mais estudos são necessários para se identificar o grau de impacto dessa atividade na população de foraminíferos.

CONCLUSÃO O estuário do Potengi possui índices elevados de poluição prejudicando o ecossistema e conseqüentemente a população que habita o seu entorno. Os foraminíferos bentônicos, embora sejam abundantes e com capacidade de dispersão e distribuição em todos os ambientes marinhos não estão imunes a esses efeitos antropogênicos.

Este estudo mostrou que a distribuição da assembléia de foraminíferos do estuário do Potengi é influenciada por fatores abióticos como salinidade e temperatura, seguidas pela concentração de oxigênio. O Eh teve pouca influência na distribuição dos organismos.

As espécies dominantes foram *A. beccarii* f. *tepida* e *A. mexicana* que são oportunistas.

A amostra 01, próxima ao cultivo de camarão, não apresentou indivíduos e esse fato, provavelmente, deve-se à quantidade de resíduos sem tratamento que chega nessa área.

A entrada de águas oceânicas na foz renova as condições ambientais trazendo mais oxigênio para o sistema e com isso possibilita o crescimento de um maior número de espécies.

O sedimento em todo o estuário encontra-se em anaerobiose podendo-se concluir que há um alto processo de eutrofização.

Referências

- ALEF K. & NANNIPIERI P. 1995. Enrichment, isolation and counting of soil microorganism. In: *Methods in applied soil microbiology and Biochemistry*. Academic Press, 123-186.
- ALVE E. 1995. Benthic foraminiferal responses to estuarine pollution: a review. *Journal of Foraminiferal Research*, **25**(3):190-203.
- BATISTA D.S., VILELA C.G. & NETO J.A.B. 2003. Estudo dos foraminíferos bentônicos na Lagoa Rodrigo de Freitas, RJ: resultados preliminares. II Congresso sobre Planejamento e gestão das zonas costeiras dos países de expressão portuguesa, IX Congresso da Associação Brasileira de estudos do Quaternário, II Congresso do Quaternário dos Países de Línguas Ibéricas.
- BONETTI C., EICHLER B.B., DEBENAY J.P., BONETTI FILHO J., MONTONE R., BICEGO M.C., TANIGUCHI S., NISHIGIMA F. & SARKIS J.E.S. 1999. Estuarine benthic foraminifera resistant to organic persistent and metal pollution. In: Cushman Foundation Research Symposium – Quaternary Micropaleontology: Ecological Studies and Paleoenvironmental Applications.
- BONETTI C. 2000. *Foraminíferos como bioindicadores do gradiente de estresse ecológico em ambientes costeiros poluídos. Estudo aplicado ao sistema estuarino de Santos – São Vicente (SP, Brasil)*. – Instituto Oceanográfico – Universidade de São Paulo (Tese de doutorado), 195 p.
- BOLTOVSKOY E. 1965. *Los foraminíferos recientes: biología, métodos de estudio y aplicación oceanográfica*. Editora Universitaria de Buenos Aires, 509 p.
- CULVER S.J. & BUZAS M.A., 1995. The effects of anthropogenic habitat disturbance, habitat destruction, and global warming on shallow marine benthic foraminifera. *Journal of Foraminiferal Research*, **25**(3):204-211.
- FRAZÃO E.P. 2003. *Caracterização hidrodinâmica e morfo-sedimentar do Estuário Potengi e áreas adjacentes: subsídios para controle e recuperação ambiental no caso de derrames de hidrocarbonetos*. Centro de Ciências Exatas e da Terra - UFRN (Tese de Doutorado), 145 p.
- NOERNBERG M.A. & LANA P.C. 2002. A sensibilidade de manguezais e marismas a impactos por óleo: fato ou mito? Uma ferramenta para a avaliação da vulnerabilidade de sistemas costeiros a derrames de óleo. *Geografares*, v. 3.
- PONZI V.R.A. 1995. *Métodos de análises sedimentológicas. Representação de resultados por meio de gráficos e mapas*. Curso de Especialização em Geologia e Geofísica Marinha. LAGEMAR/UFRN, 51 p.