

REB Volume 8 (2): 267-282, 2015

ISSN 1983-7682

**O PROTISTA FORAMINÍFERO, BIOINDICADOR AMBIENTAL: UMA  
ABORDAGEM PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA**

**THE FORAMINIFERA PROTIST, BIO ENVIRONMENTAL INDICATOR: AN  
APPROACH TO THE TEACHING OF SCIENCE AND BIOLOGY**

Fabiana Silva Vieira<sup>1</sup>

Mario Andre Trindade Dantas<sup>2</sup>

1. Universidade Federal de Sergipe. Contato:

[fabiannavieira@yahoo.com.br](mailto:fabiannavieira@yahoo.com.br)

2. Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia,  
campus Anísio Teixeira. Contato: [matdantas@yahoo.com.br](mailto:matdantas@yahoo.com.br)

**RESUMO**

O aprendizado acontece sob uma perspectiva inovadora quando introduz conhecimentos próximos ou aplicáveis a realidade do aluno despertando, assim, o interesse pelos temas abordados em sala de aula. O assunto foraminífero é comumente tratado em discussões técnicas destinados, assim, para um público especializado. O número de publicações que enfocam estes temas de maneira didática, acessível aos professores e alunos e ao público em geral é ainda irrelevante. Nesse contexto, procurando abordar conceitos atuais como poluição marinha e bioindicadores ambientais, sugere-se a abordagem do assunto Protocista, particularmente, foraminíferos nas aulas de Ciências e Biologia. Este trabalho teve por objetivo fornecer subsídio para os professores de Ciências e Biologia sobre a temática foraminífero e sua importância como bioindicador. Para este fim foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os conceitos introdutórios sobre foraminífero e seu emprego como ferramenta em trabalhos de monitoramento ambiental.

Palavras-chave: ensino de ciências e biologia; foraminífero; bioindicador; poluição marinha; meio ambiente.

## **ABSTRACT**

Learning takes place under a new perspective when you close the knowledge or applicable to student's reality, arousing their interest in the topics covered in class. The foraminifera issue is commonly discussed in technical discussions intended so for a specialized audience. The number of publications that focus on these themes didactically accessible to teachers and students and the public in general is still irrelevant. In this context, seeking to address current concepts as marine pollution and environmental biomarkers, it is suggested to approach the subject protocist, particularly, foraminifera in science and biology classes. This study aimed to provide allowance for teachers of Science and Biology on the foraminifera theme and their importance as bioindicador. For this purpose was performed a literature review on the introductory concepts of foraminifera and their use as a tool in studies of environmental monitoring.

Keywords: science education and biology; foraminífera; bioindicador; marine pollution; environment.

## **1. INTRODUÇÃO**

A temática Protoctista é abordada pela primeira vez durante a vida escolar no Ensino de Ciências no 7º ano do Ensino Fundamental e, posteriormente, no 3º ano do Ensino Médio.

O Ensino de Ciências, no Ensino Fundamental, e Biologia, no Ensino Médio, muitas vezes são realizados de forma pouco atrativa para os alunos, fazendo com que vejam essas disciplinas como algo meramente teórica, distante da realidade da qual fazem parte e, por isso, pouco interessante de ser estudado (WELKER, 2007). O Ensino de Ciências e Biologia deve ser praticado de modo a despertar o interesse, o raciocínio crítico, e a reflexão do corpo discente dando sentido prático às teorias vistas na escola de modo a favorecer a análise de problemas atuais.

Nesse aspecto, procurando abordar conceitos atuais como poluição marinha e bioindicadores ambientais, sugere-se a abordagem do assunto Protoctista, particularmente, foraminíferos nas aulas de Ciências e Biologia.

Geralmente, o assunto foraminífero, independente da abordagem, está restrita a discussões técnicas destinadas a um público especializado. O número de publicações que enfocam estes temas de maneira didática, acessível aos professores, alunos e ao público em geral é ainda irrelevante.

Com o objetivo de fornecer subsídio para os professores de Ciências e Biologia sobre a temática foraminífero e sua importância como bioindicador de poluição é que este trabalho foi desenvolvido.

## **2. A QUESTÃO AMBIENTAL NO BRASIL**

O desenvolvimento econômico do Brasil aconteceu de forma poluidora e sem nenhuma preocupação com as consequências destas ações sobre o meio ambiente. Em um contexto onde não existia no país uma legislação ambiental e movimentos sociais fortes é que foi estruturado o nosso desenvolvimento econômico permitindo a instalação de inúmeras indústrias e atividades as quais não tinham a filosofia e a prática da preservação ambiental (SANTOS, 2003).

As Organizações não Governamentais (ONGs), ativistas voluntários para preservação da fauna e flora e seus *habitats*, conquistaram maior expressão com a constituição de 1988. Somente em 1981 por meio da Lei nº 6.938 é que foi instituída uma Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) no Brasil. Em 1989 foi criado um órgão responsável, em âmbito federal, para executar a política do meio ambiente denominado de Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Esses fatores associados a Rio-92/ECO-92, Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, que ocorreu no Rio de Janeiro em 1992, representaram um avanço em relação ao tratamento dado as questões ambientais (SANTOS, 2003).

Um dos resultados da ECO-92 foi a criação da Agenda 21, um plano de ação com o objetivo de orientar os gestores da área de meio ambiente na direção do desenvolvimento sustentável.

É a partir da Lei nº 9.605 de 17/02/98 que os mecanismos legais de combate à poluição, dispendo sobre penalidades nos âmbitos civil, administrativo e criminal tornaram-se mais abrangentes. E em 2000 entra em vigor a Lei nº 9.966 que dispõe sobre prevenção, controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e demais substâncias nocivas em águas nacionais (SANTOS, 2003).

Por meio deste breve relato fica evidente que a preocupação ambiental no Brasil é uma questão relativamente recente, principalmente, em termos de normatização das leis. Esta situação torna evidente que a questão ambiental não era tratada com o devido compromisso.

### **3. POLUIÇÃO MARINHA**

O ambiente costeiro é uma interface entre a terra e a água marinha, o qual desempenha papel vital para economia do país, em virtude de seus recursos naturais, habitats produtivos e rica biodiversidade. Ao longo dos anos, a urbanização e, conseqüentemente, a instalação de indústrias estão concentradas nas áreas litorâneas. Aproximadamente 38% da população do mundo vivem até 100 quilômetros da costa (PATI & PATRA, 2012).

O efeito da atividade humana é visível sobre a quase totalidade das águas marinhas. O aumento da intensidade do uso, do número e da magnitude das atividades ameaça afetar gravemente a capacidade de carga e os níveis de seu uso sustentável. A zona costeira vem sofrendo as maiores pressões, conseqüência da sua importância sócio-econômica, ficando sujeita à especulação imobiliária, pesca predatória, turismo, atividades portuárias e a uma crescente exploração industrial (CALIXTO, 2000; SANTOS, 2003).

Em numerosas zonas costeiras, as concentrações de poluentes permanecem elevadas impactando áreas cada vez mais extensas. Intensificando-se, assim, os conflitos de utilização, pela incompatibilidade entre

as diferentes atividades e a sustentabilidade do ecossistema (PATI & PATRA, 2012).

Em condições naturais, inúmeras substâncias não têm o menor efeito nocivo, pois se encontram em equilíbrio entre o que é necessário e, portanto, saudável para os organismos que habitam e daqueles que indiretamente são beneficiados. Porém, em casos de excessos significativos como consequência da atividade antrópica, essas substâncias causam prejuízos diretos que resultam na degradação ambiental (LACAZE, 1996).

A Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CDNUDM) define poluição no ambiente marinho como sendo a introdução direta ou indireta pelo homem de substâncias que provoquem ou possam vir provocar efeitos nocivos, tais como danos aos recursos vivos e, conseqüentemente, riscos à saúde humana, entrave às atividades marinhas, alteração da qualidade da água do mar e dos recursos hídricos que estão sob influência marinha no que se refere à sua utilização e deterioração dos locais de lazer. De acordo com esta definição o homem é o único agente capaz de degradar o meio, uma vez que, todos os outros seres vivem em harmonia com o ambiente no qual estão inseridos (LACAZE, 1996).

Um dos grandes problemas para a área ambiental é a gestão de resíduos, isto é, o que fazer com os resíduos gerados. Muitos desses resíduos, por isso, acabam sendo descartados nas regiões costeiras quer de maneira indireta por lixiviação, dejetos urbanos, lixo, queima de combustível, quer de modo direto pelo despejo de material contaminado degradado, resíduos primários da pesca industrial e resíduos radioativos ambos nem sempre legalmente consentidos (CALIXTO, 2000).

Neste contexto marcado pela degradação e o uso irracional dos recursos naturais, onde não é possível apagar as ações impactantes que ocorreram até este momento, mas é possível mitigar as conseqüências futuras das atividades humanas é que se destacam os trabalhos de monitoramento ambiental com vista a compreender as transformações operadas no ecossistema, fazendo

adotar uma nova relação entre homem e o meio ambiente no sentido de mitigar o impacto que as atividades industriais, pesqueiras, agrícolas, agropecuárias, imobiliárias e o turismo, dentre outras, exercem.

De acordo com Santos (2003), o homem deve estabelecer uma relação fundamentada no assento ético da responsabilidade em completa interação onde respeite a natureza, para que esta não seja apenas um direito de primeira, segunda ou terceira geração, mas um direito assegurado para todas as gerações.

Monitorar o ambiente é de grande importância para promover uma melhor administração dos recursos naturais oferecendo conhecimento e informações básicas para avaliar a presença de poluentes, compreender os sistemas ambientais e dar suporte as políticas ambientais. As pesquisas sobre monitoramento biológico aumentaram expressivamente a partir da segunda metade dos anos 70. Isso se deve, provavelmente, ao crescente interesse em atividades preventivas, ao entendimento de que os indivíduos respondem pelas alterações do ambiente e ao surgimento de melhores técnicas (PIVETTA *et al.*, 2001). O uso de bioindicadores é uma forma mais barata para detecção ou monitoramento precoce da poluição costeira quando comparada a outras técnicas convencionais (PATI & PATRA, 2012).

#### **4. BIONDICADOR: ENTENDENDO O CONCEITO**

Com o crescente interesse sobre as questões ambientais, caminhos para determinar e controlar a poluição marinha ao longo do tempo são objetos de pesquisa ativa. Numerosos estudos têm demonstrado o valor de diferentes organismos em detectar contaminação no ambiente.

Um bioindicador pode ser definido como um organismo ou conjunto de organismos, componentes biológicos, células, processos bioquímicos, estruturas, funções biológicas, que permitam caracterizar o estado de um ecossistema e evidenciar precocemente as modificações naturais e/ou antrópicas (ARIAS *et al.*, 2007). Segundo Arias e colaboradores (2007)

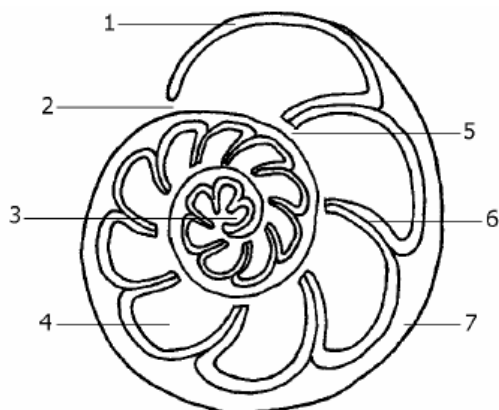
indicadores em diferentes níveis de organização biológica fornecem informações complementares, necessárias para a análise de risco ecológico.

Para ser considerado um bioindicador o organismo deve possuir algumas das seguintes características: ser facilmente identificável, de fácil coleta, ter ampla distribuição geográfica e/ou batimétrica, possuir características ecológicas e biológicas bem conhecidas, apresentar baixa variabilidade específica, desenvolver-se facilmente em laboratório e acumular os poluentes. Os foraminíferos bentônicos apresentam as quatro primeiras características (ARIAS *et al.*, 2007). Associada a estas os foraminíferos bentônicos são muito sensíveis as menores variações do ambiente no qual estão inseridos.

Os foraminíferos vêm sendo frequentemente utilizados como bioindicadores de ambientes poluídos por lançamento de esgotos domésticos ou industriais, fertilizantes, aquicultura, elementos-traços, contaminação por óleos, e petróleo (SEIGLE 1975; ALVE, 1999; 2003; VAN DER ZWAAN, 1999; SAMIR, 2000; DEBENAY *et al.*, 2001; SCOTT *et al.*, 2001; GESLIN *et al.*, 2002; VILELA *et al.*, 2004; ROMANO *et al.*, 2008; MOJTAHID *et al.*, 2008, dentre outros.).

## **5. CARACTERIZAÇÃO DO GRUPO FORAMINIFERA**

Foraminíferos são protoctistas microscópicos, de dimensões variando entre 0,1 e 2,0 mm de diâmetro, que possuem seu corpo envolto por uma “carapaça” de formatos variados em função da adaptação ao ambiente ao qual está inserido. Esta carapaça conhecida como testa, pode ser composta de material orgânico secretado, ou minerais (calcita, aragonita ou sílica) ou por partículas aglutinadas (como grãos sedimentares ou até mesmo outros foraminíferos). Os organismos podem ser constituídos por uma única câmara ou várias. As câmaras são conectadas por uma abertura (forame) (BOLTOVSKOY, 1962; GOODAY, 1994; PATI & PATRA, 2012). A identificação das espécies de foraminíferos é baseada na morfologia da testa (Figura 1).



**Figura 1:** Testa dos foraminíferos, onde 1. Face oral; 2. Abertura; 3. Prolóculo (primeira câmara); 4. Câmara; 5. Forame; 6. Septo (divisão entre câmaras); 7. Parede. Modificado de BIODIDAC, sd.

Os foraminíferos são os mais abundantes componentes eucarióticos do fundo marinho (GOODAY, 1994; MORIGI *et al.*, 2001). Constituem um grupo muito amplo ocorrendo no registro fóssil em rochas com idade superior a 300 milhões de anos (MANIGHETTI & NORTERCOETE, 2000).

Os foraminíferos têm um curto ciclo reprodutivo (seis meses a um ano) (BOLTOVSKOY, 1964). Reproduzem-se tanto sexuadamente como assexuadamente (ARMSTRONG & BRASIER, 2005). Alimentam-se de bactérias, algas, diminutos crustáceos e restos orgânicos. Alguns são onívoras, outros, ao contrário, são muito seletivos e preferem um único tipo de alimento. As espécies que têm regime alimentar variado suportam melhor as variações ambientais e levam vantagem com relação as que dependem de uma fonte única de alimentação (MANIGHETTI & NORTERCOETE, 2000). Uma fonte de alimentos significativamente disponível resulta em alta diversidade em uma determinada assembleia. Moluscos, crustáceos e algumas espécies de peixes bentônicos e ou demersais são seus predadores naturais (ARMSTRONG & BRASIER, 2005).

Os foraminíferos podem ser bentônicos vivendo sobre rochas, algas, plantas aquáticas e conchas de moluscos, e se movimentam ativamente, ao

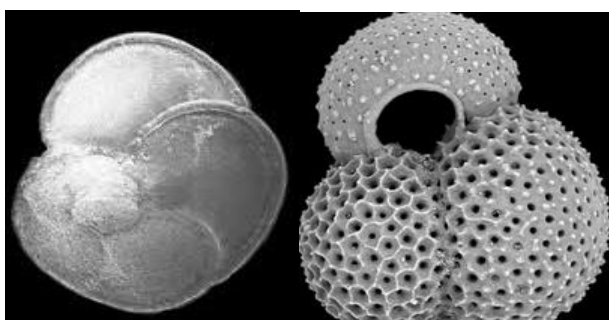


contrário dos planctônicos, que deixam-se transportar pelas correntes (Figura 2). Os foraminíferos bentônicos podem ter hábito epifaunal, vivendo sobre o sedimento ou infaunal, quando vive dentro do sedimento (LEIPNITZ, 1987; MORIGI *et al.*, 2001).



**Figura 2:** Exemplos de foraminíferos bentônicos.

Os foraminíferos planctônicos são importantes indicadores da variação de temperaturas (Figura 3). Enquanto que os bentônicos são importantes para detectar variações no ambiente causadas por atividade antrópica, por incorporarem às características da testa variações do ambiente no qual estão inseridos.



**Figura 3:** Exemplos de foraminíferos planctônicos.

Os principais fatores que controlam amplamente a ecologia dos foraminíferos bentônicos, tanto sua abundância como quais espécies estariam presentes é a concentração de oxigênio e a disponibilidade de nutrientes (GOODAY, 1994). A zona de penetração da luminosidade é a mais atrativa por causa da produção primária dos nutrientes. É importante destacar que as espécies de foraminíferos possuem uma ampla distribuição por conseguirem

adaptarem-se as mais diversas condições, um parâmetro biótico considerado ótimo para determinadas espécies pode não ser para outras.

## **6. FORAMINÍFEROS COMO INDICADORES DE POLUIÇÃO**

Os primeiros estudos sobre a questão do emprego dos foraminíferos como indicadores de poluição no ambiente marinho foram realizados por Zalesny (1959) e Resig (1960). Posteriormente, diversos estudos focaram no impacto da poluição provenientes de várias fontes como lançamento de esgoto, fertilizantes, aquicultura, petróleo e metais pesados.

A aplicação de foraminíferos no monitoramento de poluição é baseada, principalmente, pela análise de características particulares destes organismos em relação à presença circunstancial de poluentes na área estudada. Os poluentes podem afetar os foraminíferos, especialmente, (1) modificando a estrutura da comunidade, (2) deformidades na testa, (3) e alterando a composição química da testa (PATI & PATRA, 2012).

### **6.1. Estrutura da comunidade**

Comumente os resíduos resultantes das atividades antrópicas resultam na acumulação de matéria orgânica (nutrientes/alimentos para os foraminíferos) que em excesso origina a eutrofização. Inicialmente, a eutrofização acarreta no aumento dos produtores primários, especialmente das algas que acumulam-se e decompõe-se sob ação bacteriana. Ao longo do tempo, os níveis de oxigênio disponíveis na água diminuem drasticamente afetando a grande maioria dos organismos, além disso, as bactérias que passam a realizar respiração anaeróbica podem produzir substâncias tóxicas (TSUJIMOTO *et al.*, 2006; EICHLER *et al.*, 2006).

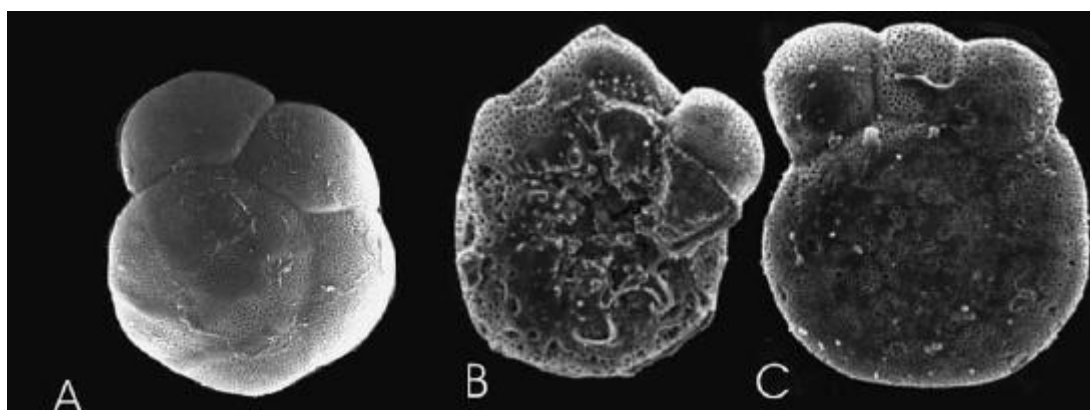
A consequência inicial seria um aumento da diversidade de espécies de foraminíferos (número de espécies por amostra) de que estão se beneficiando da grande acúmulo de alimento disponível. Porém, com estabelecimento da eutrofização os níveis de oxigênio são reduzidos e somente as espécies de

foraminíferos oportunistas conseguem se adaptar a tais condições SCOTT et al., 2001; GESLIN et al., 2002; MOJTAHID et al., 2008, dentre outros.

De modo geral, a entrada de poluente altera a composição, a abundância (número de espécies por um grama de sedimento seco) e a diversidade das espécies de foraminíferos resultando em reduzidos valores de abundância e diversidade (GESLIN *et al.*, 2002; MOJTAHID *et al.*, 2008, VILELA *et al.*, 2004; ROMANO *et al.*, 2008).

### 6.2. Deformidades da testa

As anormalidades da testa podem ser usadas como indicadores de poluição. Diferentes deformidades podem ser encontradas na testa como câmaras aberrantes no formato e tamanho, testas distorcidas, protuberâncias, múltiplas aberturas, indivíduos siameses, dentre outras (Figura 4).



**Figura 4:** A. Testa normal (*Ammonia tepida*), B. Formato e tamanho das câmaras aberrantes, C. Câmara superdesenvolvida. (Burone *et al.*, 2006).

### 6.3. Composição (química) da testa

As testas dos foraminíferos são compostas de calcita e metais como magnésio, bário, cádmio (elemento -traço ou metais pesados) que compreendem aproximadamente 1%.

Os metais pesados são bioacumuláveis, pois concentram-se no organismo pelas vias respiratórias e digestivas (pela alimentação) acumulando-se ao longo da vida do consumidor, quanto mais elevado o nível trófico, maior a

carga de resíduos. Estes organismos, por sua vez, entram na cadeia trófica de variadas populações que passam acumular esse composto tóxico podendo gerar sérios desequilíbrios ecológicos, dependendo do grau de contaminação e do tempo de exposição (LACAZE, 1996; SPIEGEL, 2002).

Enquanto a eficiência de transferência de energia de um nível trófico para outro fica em torno de 10%, a eficiência na transferência de um contaminante químico é bem superior, em torno de 50 a 100% (SPIEGEL, 2002).

Diante da existência desse problema, vários pesquisadores utilizaram os foraminíferos bentônicos como indicadores da presença de metais pesados, numa tentativa de que possam ser úteis nos monitoramentos dessas áreas.

A carapaça reflete a composição física da água e as condições biológicas presentes durante a precipitação. De modo geral, existem dois mecanismos pelo qual os elementos traços são incorporados a testa ou (1) substitui o cálcio ou (2) simplesmente é incorporado (PINGITORE, 1986).

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A aplicação dos foraminíferos para monitoramento da poluição é baseada na variação dos valores de diversidade, abundância e, às vezes, nas deformidades da testa. Porém, estas interpretações devem vir associadas às metodologias tradicionais de análises físico-química da água e do sedimento, uma vez, que a carapaça que envolve o corpo do indivíduo responde eficientemente as alterações de muitos fatores como temperatura, salinidade, pH, matéria orgânica, oxigênio, tipo de sedimento, a entrada de poluentes resultantes dos dejetos domésticos e industriais, atividades petrolíferas e portuárias que acabam interferindo no seu habitat e, por conseguinte, na biota.

Nos ambientes considerados estressados pela ação antrópica é comum observar um sinal de desequilíbrio por meio da modificação na estrutura das comunidades naturais, isto é, na dominância por apenas umas poucas

espécies e nos baixos valores, de modo generalista, de abundância e diversidade. Segundo Murray, (1991) condições ambientais ótimas mostram uma correlação direta com a diversidade das espécies, enquanto que condições desfavoráveis podem se refletir em baixa diversidade. A estabilidade do ecossistema é, portanto, o principal fator controlador da diversidade (GOODAY et al., 1998).

É interessante salientar que no caso específico dos foraminíferos, mais importante do que escolher uma espécie como bioindicadora é observar o comportamento de toda comunidade, pois, que reflete precisamente as pressões do ambiente sobre esses organismos.

Para o monitoramento ambiental de uma determinada região oceânica ou costeira utilizando-se associações de foraminíferos é necessário que seja feito um estudo prévio de caracterização do ambiente utilizando-se o conhecimento dos padrões de ocorrência e distribuição da microfauna viva e morta, quantificados em separado.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ALVE, E. 1999. Colonization of new habitats by benthic foraminifera: a review. *Earth-Science Reviews*. 46: 67–185.
2. ALVE, E. 2003. A common opportunistic foraminiferal species as an indicator of rapidly changing conditions in a range of environments. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 57: 501–514.
3. ARIAS, A. R. L.; BUSS, D. F.; ALBURQUERQUE, C. de; INÁCIO, A. F.; FREIRE, MOREIRA, M.; EGLER, M.; MUGNAI, R.; BAPTISTA, D. F. 2007. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. *Ciência & Saúde Coletiva*. 12 (1): 61-72.
4. ARMSTRONG, H. A.; BRASIER, M. D. 2005. MICROFOSSILS. 2. Ed., London: Blackwell Publishing, IODIDAC (sd.). A bank of digital resources for teaching biology. Disponível em: <http://biodidac.bio.uottawa.ca/>.

5. BOLTOVSKOY, E. 1962. Seasonal occurrences of some living foraminifera in Puerto Deseado (Patagonia, Argentina). *Journal du conseil international pour l'exploration de la mer*. 29: 136–45.
6. BURONE, L.; VENTURINE, N.; SPRECHMANN, P.; VALENTE, P.; MUNIZ, P. 2006. Foraminiferal responses to polluted sediments in the Montevideo coastal zone, Uruguay. *Marine pollution Bulletin*. 52: 61-73.
7. CALIXTO, R. J. 2000. *Poluição marinha: origens e gestão*. Brasília: W. D. Ambiental, 239 p.
8. DEBENAY, J.-P.; TSAKIRIDIS, E.; SOULARD, R.; GROSSELD, H. 2001. Factors determining the distribution of foraminiferal assemblages in Port Joinville Harbor (Ile d'Yeu, France): the influence of pollution. *Marine Micropaleontology*, v. 43, n. 1-2, p. 75-118.
9. EICHLER, P. P. B.; MCLAUGHLIN, P. P. 2006. Population dynamics of foraminifera as indicators of estuarine environmental health. *Anuário do Instituto de Geociências, UFRJ*. 29 (1): 247-248.
10. GESLIN, E.; DEBENAY, J.-P.; DULEBA, W.; BONETTI, C. 2002. Morphological abnormalities of foraminiferal tests in Brazilian environments: comparison between polluted and non-polluted areas. *Marine Micropaleontology*. 45: 151-168.
11. GOODAY, A. J. 1994. The biology of deep-sea foraminifera: a review of some advances and their applications in paleoceanography. *Palaios*. 9: 14-31.
12. GOODAY, A. J.; BETT, B. J.; SHIRES, R.; LAMBSHEAD, P. J. D. 1998. Deep-sea benthic foraminiferal species diversity in the NE Atlantic and NW Arabian Sea: a Synthesis. *Deep-Sea Res.* 45: 165-201.
13. LACAZE, J.-C. 1996. *A poluição dos mares*. Lisboa: Instituto Piaget, 131 p.
14. LEIPNITZ, I. I. 1987. Distribuição dos grandes grupos de foraminíferos nos sedimentos e sub-ambiente no norte do Brasil. *Acta Geológica Leopoldensia*. 11(25): 7-50.
15. MOJTAHID, M.; JORISSEN, F.; PEARSON, T.H. 2008. Comparison of benthic foraminiferal and macrofaunal responses to organic pollution in the Firth of Clyde (Scotland). *Marine Pollution Bulletin*. 56: 42–76.

16. MORIGI, C.; JORRISSEN, F. J.; GERVAIS, A.; GUICHARD, S.; BOERSETTI, A M. 2001. Benthic foraminiferal faunas in surface sediments off NW África: Relationship with organic flux the ocean floor. *Marine Micropaleontology*. 31: 350-368.
17. MURRAY, J. W. 1991. Ecology and palaeoecology of benthic foraminifera. New York: Longman Scientific and Technical, 426 p.
18. PATI, P.; PATRA, P. K. 2012. Benthic foraminiferal responses to coastal pollution: a review. *International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences*. 2 (1): 42-56.
19. PINGITORE, N. E. 1986. Modes of coprecipitation of Ba<sup>2+</sup> and Sr<sup>2+</sup> with calcite, in *geochemical Processes at Mineral Surfaces*. American Chemical Society. 574-586.
20. PIVETTA, F.; MACHADO, J. M. H.; ARAÚJO, U. C.; MOREIRA, M. de F. R.; APOSTOLI, P. 2001. Monitoramento biológico: conceitos e aplicações em saúde pública. *Cad. Saúde Pública*. 17 (3): 545-554.
21. RESIG, J. M. 1960. Foraminiferal Ecology around Ocean Outfalls off Southern California. *Waste Disposal in the Marine Environment*. London: Pergamon Press, 104 p.
22. ROMANO, E.; BERGAMIN, L.; FINOIA, M. G.; CARBONI, M. G.; AUSILI, A.; GABELLINI, M. 2008. Industrial pollution at Bagnoli (Naples, Italy): Benthic foraminifera as a tool in integrated programs of environmental characterisation. *Marine Pollution Bulletin*. 56: 439–457.
23. SAMIR, A. M. 2003. The response of benthic foraminifera and ostracods to various pollution sources: a study from two lagoons in Egypt. *Journal of Foraminiferal Research*. 30: 83-98.
24. SANTOS, V. A. 2003. Poluição marinha: uma questão de competência, aspectos da Lei nº 9.9966, de 28/4/2000. Rio de Janeiro: Lumem Juris, 266 p.
25. SCOTT, D. B.; SCHAFER, C. T.; MEDIOLI, F. S. 2001. Monitoring in coastal environments using foraminifera and thecamoebian indicators. Cambridge University Press. 192 p.

26. SPIEGEL, H. 2002. Trace Element Accumulation in Selected Bioindicators Exposed to Emissions along the Industrial Facilities of Danube Lowland. TÜBITAK. 26: 815-823.
27. VAN DER ZWAAN, G. J.; DUIJNSTEE, I. A. P.; DEN DULK, M.; ERNST, S. R.; JANNINK, N. T.; OUWENHOVEN, T. J. 1999. Benthic foraminifers: proxies or problems? A review of paleocological concepts. *Earth-Science Reviews*. 46: 213-236.
28. TSUJIMOTO, A., NOMURA, R., YASUHARA, M., YAMAZAKI, H., YOSHIKAWA, S. 2006. Impact of eutrophication on shallow marine benthic foraminifers over the last 150 years in Osaka Bay, Japan. *Marine Micropaleontology*. 60: 258–268.
29. VILELA, C. G.; DANIELE, S. B.; BAPTISTA-NETO, J. A.; CRAPEZ, M.; MCALLISTER, J. J. 2004. Benthic foraminifera distribution in high polluted sediments from Niterói Harbor (Guanabara Bay), Rio de Janeiro, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 76 (1): 161-171.
30. WELKER, C. A. D. 2007. O estudo de bactérias e protistas no ensino médio: uma abordagem menos convencional. *Experiências em Ensino de Ciências*. 2 (2): 69-75.
31. ZALESNY, E. R. 1959. Foraminiferal ecology of Santa Monica Bay, California. *Micropaleontology*. 5: 101–126.