

Resposta do zooplâncton a adição de nutrientes inorgânicos (N e P) em mesocosmos na lagoa do Açú, Campos dos Goytacazes/São João da Barra, RJ.

STERZA¹, J.M; SUZUKI¹, M.S. & TAOULI¹, A.

¹Universidade Estadual do Norte Fluminense – Uenf Centro de Biociências e Biotecnologia/CBB - Laboratório de Ciências Ambientais/LCA, Avenida Alberto Lamego, 2000 – Horto, Campos dos Goytacazes/RJ - Cep: 28015-620 - E-mail: sterza@cade.com.br

RESUMO: Resposta do zooplâncton a adição de nutrientes inorgânicos (N e P) em mesocosmos na lagoa do Açú, Campos dos Goytacazes/São João da Barra, RJ. Com o objetivo de avaliar a influência dos nutrientes (N e P) sobre o zooplâncton, foram realizados bioensaios em mesocosmos na lagoa do Açú, localizada nos municípios de Campos dos Goytacazes e São João da Barra/RJ, no mês de fevereiro de 2001. Os mesocosmos foram divididos em C (controle); P (adição de fosfato monobásico de potássio) e N/P (adição de nitrato de amônio e fosfato monobásico de potássio). O zooplâncton foi coletado na lagoa e em todos os mesocosmos antes e depois da adição. A adição de nutrientes foi cerca de dez vezes superior a concentração média encontrada na lagoa. Em geral, nos tratamentos onde foram adicionados nutrientes, ocorreu uma redução do número de indivíduos na ordem de dez vezes o valor inicial. A adição de nutrientes pode ter alterado a composição do fitoplâncton, afetando assim a disponibilidade de alimento para o zooplâncton, levando à diminuição da abundância do mesmo.

Palavras-chave: zooplâncton; nutrientes; mesocosmos; lagoa.

ABSTRACT: Response of zooplankton to addition of inorganic nutrients (N and P) in mesocosms at Açú lagoon, Campos dos Goytacazes/São João da Barra, RJ. In order to determine the influence of nutrients (N and P) on the zooplankton, enrichment experiments in mesocosms were conducted at the Açú lagoon, located in the municipalities of Campos dos Goytacazes and São João da Barra/RJ during February 2001. Three mesocosms were used: C (control); P (potassium phosphate monobasic addition) and N/P (ammonium nitrate and potassium phosphate monobasic addition). Zooplankton was collected in the lagoon and in all mesocosms before and after nutrient addition. Nutrient amounts were about ten times the average concentration of the lagoon. In mesocosms where nutrients were added, the reduction in the number of individuals was about ten times the initial densities. The addition of nutrients may have modified the composition of the phytoplankton community affecting the variability of food for the zooplankton and reducing their abundance.

Key-words: zooplankton; nutrients; mesocosms; lagoon.

Introdução

A base da teia alimentar nos ambientes pelágicos aquáticos é formada por organismos planctônicos, os quais estabelecem relações tróficas importantes. O fitoplâncton como produtor, utiliza não só a luz no processo de fotossíntese, mas também vários nutrientes dissolvidos, como nitrogênio e fósforo. A disponibilidade destes nutrientes controla diretamente a produção primária no ambiente aquático e mudanças nas concentrações destes nutrientes podem levar a alterações na estrutura da comunidade fitoplanctônica (Kennish, 1990). O zooplâncton pode atuar como consumidor primário, alimentando-se diretamente do fitoplâncton, ou secundário alimentando-se de herbívoros, além de atuar como consumidor de detritos e bactérias, participando de outras vias do ciclo do carbono. Assim, a estrutura de comunidade do zooplâncton está diretamente ligada a eventos que ocorrem com as populações fitoplanctônicas, uma vez que mudanças em sua composição específica podem levar a alterações na comunidade zooplanctônica. A carga de nutrientes nos ambientes aquáticos tem aumentado nos últimos anos e, o lançamento de efluentes domésticos

cos e industriais, além de fertilizantes usados na agricultura, estão entre suas principais fontes (Pape & Menesguen, 1997). O aumento no aporte de nutrientes pode levar a um estado de eutrofização cultural do ambiente, resultando em mudanças no plâncton (Park & Marshall, 2000). Condições eutróficas se desenvolvem quando o enriquecimento de nutrientes excede a capacidade de assimilação de um sistema (Kennish, 1994).

Tundisi (1970) observou diferenças entre dois ambientes distintos quanto ao nível de nutrientes e propôs estudos voltados para o enriquecimento de ambientes costeiros com nutrientes orgânicos e inorgânicos, e medida de seu efeito na estrutura da comunidade planctônica, além das possíveis mudanças na sucessão sazonal das espécies. A produção fitoplanctônica limitada por nutrientes e a eutrofização em ecossistemas aquáticos tem sido objeto de estudo e discussão para o manejo ambiental (Malone et al., 1996). Vários estudos têm sido realizados avaliando a resposta do ambiente em relação ao excesso de nutrientes lançados, especialmente no que diz respeito ao plâncton (Park & Marshall, 2000; Breitburg et al., 1999; Mozetic et al., 1998; Yurkovskis et al., 1999; Mackas & Harrison, 1997; Li et al., 2000). Estes autores têm observado mudanças na composição tanto do fitoplâncton como do zooplâncton, além do aumento da biomassa fitoplanctônica e diminuição da biomassa zooplânctônica. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi observar as respostas do zooplâncton em decorrência do aumento das concentrações de nutrientes inorgânicos dissolvidos no ambiente em experimentos com mesocosmos.

Material e Métodos

A lagoa do Açú localiza-se nos municípios de Campos dos Goytacazes e São João da Barra/RJ, entre as latitudes 21°55' e 22°00'S e longitudes 40°57' e 41°00'W; apresenta formato alongado e dispõe-se paralelamente à praia por mais ou menos 10 km, espalhando-se ao interior por mais 10 km (Fig. 1). Geologicamente, esta lagoa encontra-se embasada sobre depósitos sedimentares flúvio-marinhos quaternários, relacionados aos processos de formação do delta do Rio Paraíba do Sul. O clima da região é quente e úmido com estação chuvosa no verão, relativamente seco no inverno. Grande parte de sua bacia de drenagem é utilizada como pasto, monocultura de cana-de-açúcar ou lavoura de subsistência. Além de ter conexão por percolação com o mar, intermitentemente esta lagoa sofre processos de aberturas artificiais da estreita barra de areia que a separa do mar, acarretando em drásticas diminuições no volume d'água e crescente salinização da mesma (média de $35,7 \pm 3,6 \text{ ‰}$ nos últimos 12 meses).

Experimentos com mesocosmos montados na lagoa do Açú foram realizados durante o mês de fevereiro de 2001. Os mesocosmos, com aproximadamente 500 L e abertos tanto para a superfície quanto para o sedimento, foram divididos em controle (C); adição de $P\text{-}PO_4^{3-}$ (P) e adição de $N\text{-}NO_3^-$; $N\text{-}NH_4^+$ e $P\text{-}PO_4^{3-}$ (N/P). Cada tratamento foi realizado em triplicata sendo adicionado no primeiro dia do experimento uma concentração dez vezes maior de cada nutriente em relação às concentrações médias da lagoa (Chagas & Suzuki, comunicação pessoal).

Amostras de água foram coletadas para determinação das concentrações de clorofila-a, em cada mesocosmos e na lagoa, antes e após a adição. A água coletada foi filtrada em filtro de fibra de vidro Whatman GF/F, acondicionado em freezer, para posterior determinação dos valores de clorofila-a (Nuch & Palme, 1975). As determinações dos parâmetros físicos e químicos da água como temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido, foram realizadas diariamente durante o período de estudo, sendo utilizados os valores médios diários de cada parâmetro para análise dos dados.

O zooplâncton foi coletado com uma rede cilindro-cônica com 50 cm de comprimento e 30 cm de abertura de boca, com uma malha de 70 μm na lagoa e nos mesocosmos no primeiro dia de experimento, antes da adição dos nutrientes e ao final do período experimental (14 dias). O material coletado foi fixado em solução de formaldeído a 5% para posterior análise. Para cada amostra coletada foram feitas alíquotas com um subamostrador do tipo Folsom de acordo com o seu grau de concentração. Os indivíduos da alíquota foram contados na sua totalidade e identificados no menor nível taxonômico possível, seguindo a literatura pertinente (Boltovskoy, 1981; 1999), utilizando-se; esteriomicroscópio e microscópio óptico.

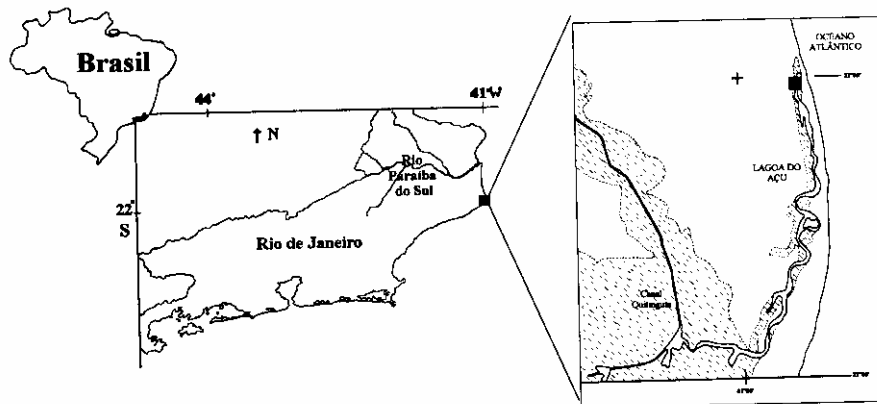


Figura 1: Área de estudo e localização dos mesocosmos na lagoa do Açu (■). Área rachurada corresponde à área alagável do sistema lagunar do Açu.

Resultados

A temperatura variou entre 27,4 a 31,2°C ao longo do período de estudo. Ocorreram dois picos de temperatura, um no segundo dia e outro no décimo terceiro (Fig. 2).

Os valores de salinidade variaram entre 38,4 e 43,2‰. Em todos os tratamentos e na lagoa ocorreu uma redução do primeiro para o segundo dia. Do terceiro dia até o nono ocorreu um aumento progressivo, com estabilização dos valores até o último dia do experimento. No tratamento P, foram encontrados os maiores valores, seguidos pelos valores do tratamento N/P (Fig. 3).

As concentrações de oxigênio dissolvido variaram entre 0,8 mg/L no tratamento P no décimo quinto dia e 6,5 mg/L no décimo terceiro dia no tratamento C. Ocorreram dois picos, um no terceiro dia e outro no décimo terceiro. Nos primeiros dias de experimento, os tratamentos N/P e C apresentaram os maiores valores. A partir do décimo dia, ocorreu um aumento das concentrações na lagoa e no tratamento C, enquanto houve uma ligeira redução nos tratamentos P e N/P (Fig. 4).

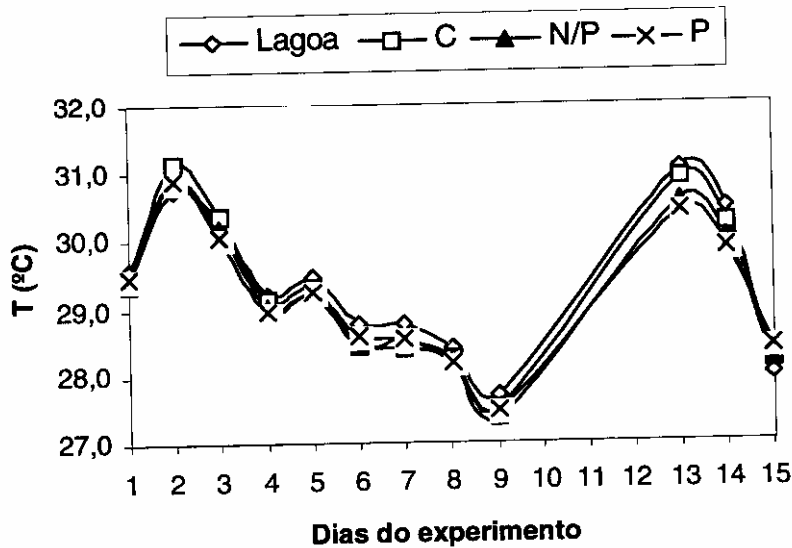


Figura 2: variação média da temperatura durante o período de experimento.

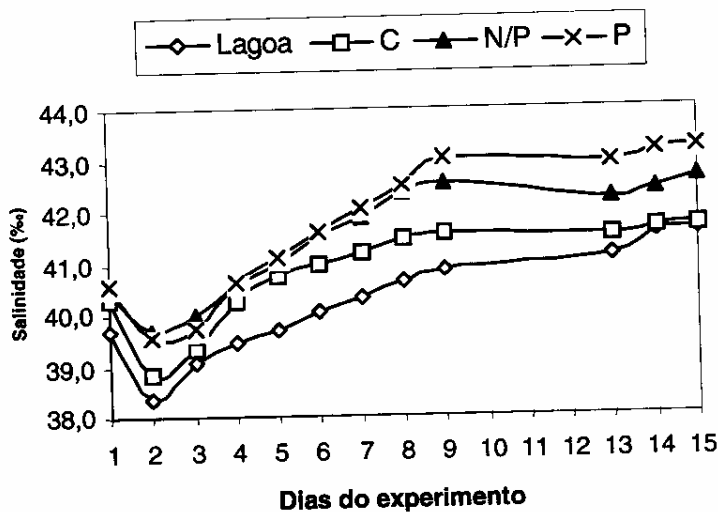


Figura 3: variação média da salinidade durante o período de experimento.

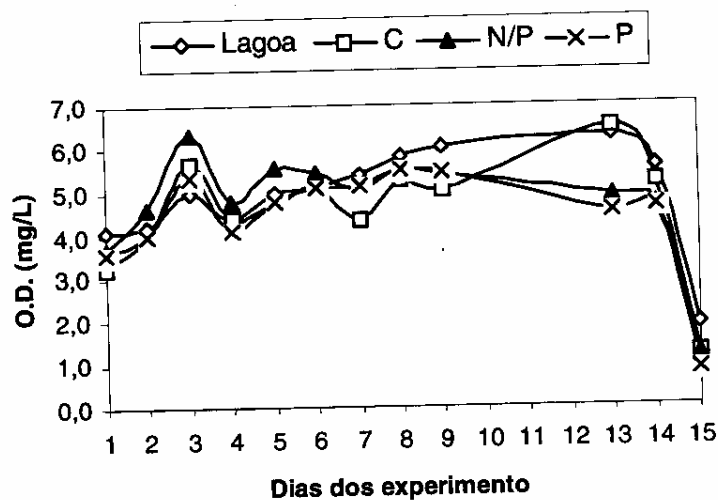


Figura 4: variação média das concentrações de oxigênio dissolvido durante o período de experimento

As concentrações de clorofila-a oscilaram entre 0,9 no tratamento P e 13,0 $\mu\text{g/L}$ no tratamento N/P. No tratamento C, houve um pequeno aumento a partir do quarto dia até o oitavo, mantendo-se estável até o final do experimento. O tratamento P apresentou o mesmo padrão do tratamento controle. No tratamento N/P, ocorreu um pico no segundo dia, seguido de um declínio no terceiro. A partir do oitavo dia, houve um aumento significativo, atingindo um pico máximo no último dia (Fig. 5).

Em relação à comunidade zooplancônica, o grupo Copepoda apresentou uma melhor resposta nos experimentos. Foram encontrados indivíduos adultos (*Olithona oculata*), jovens (copepoditos) e na forma larval (náuplios). Na amostra coletada na lagoa antes da adição, foram encontrados 650.879 ind. m^{-3} de copepodos adultos; 617.774 ind. m^{-3} na forma de copepodito e 414.566 ind. m^{-3} na forma de náuplios (Fig. 6). No mesocosmos C, foram encontrados 483.547 ind. m^{-3} de copepodos adultos; 419.319 ind. m^{-3} na forma de copepodito e 530.091 ind. m^{-3} na forma de náuplios (Fig. 7). Após os quatorze dias, observou-se na lagoa uma diminuição das formas de copepodito para 45.837 ind. m^{-3} e náuplios para 17.825 ind. m^{-3} , mas os valores dos adultos se mantiveram semelhantes, com 514.388 ind. m^{-3} . O mesmo padrão ocorreu no mesocosmo controle, onde as formas de copepodito diminuíram para 52.203 ind. m^{-3} e náuplios para 18.250 ind. m^{-3} , enquanto os adultos mantiveram valores semelhantes, com 528.818 ind. m^{-3} (Fig. 7).

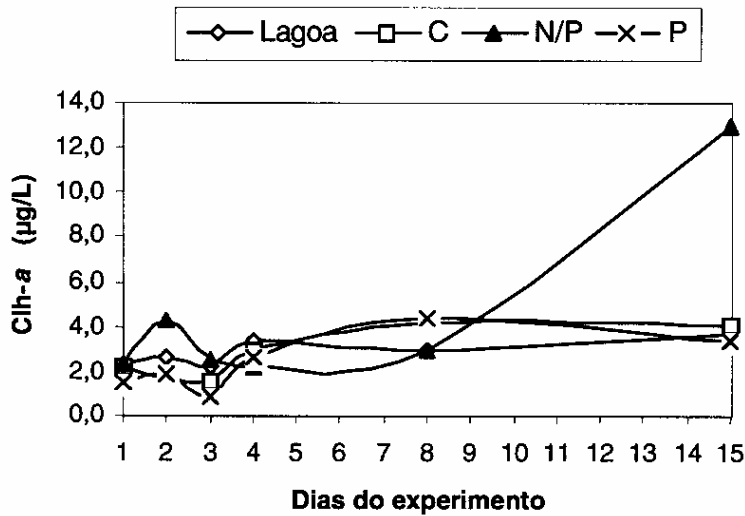


Figura 5: variação média das concentrações de clorofila-a durante o período de experimento.

No tratamento P, antes da adição de nutrientes, foram encontrados 998.981 ind.m⁻³ de copépodos adultos, 428.062 ind.m⁻³ para copepoditos e 167.897 ind.m⁻³ para náuplios. Após o experimento, observou-se uma redução dos adultos para 89.127 ind.m⁻³, copepoditos para 53.221 ind.m⁻³ e náuplios para 21.900 ind.m⁻³ (Fig. 7).

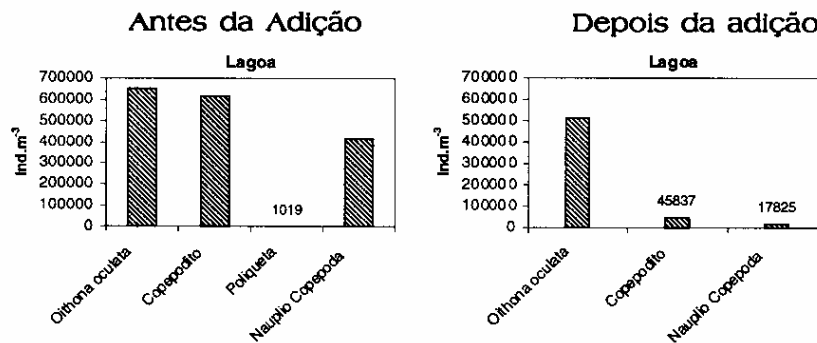


Figura 6:- Abundância do zooplâncton (Ind.m⁻³) na lagoa antes e depois da adição de nutrientes

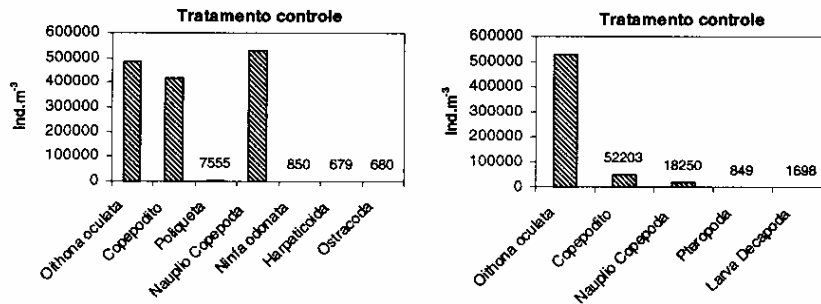


Figura 7: Abundância do zooplâncton (Ind.m⁻³) no tratamento controle antes e depois da adição de nutrientes.

No tratamento N/P, inicialmente foram encontrados 751.464 Ind.m⁻³ de copépodos adultos, 205.755 Ind.m⁻³ para copepoditos e 229.947 Ind.m⁻³ para náuplios. Após 14 dias, o número de adultos diminuiu para 97.530 Ind.m⁻³, copepodito para 25.719 Ind.m⁻³ e náuplios para 25.974 Ind.m⁻³ (Fig. 8).

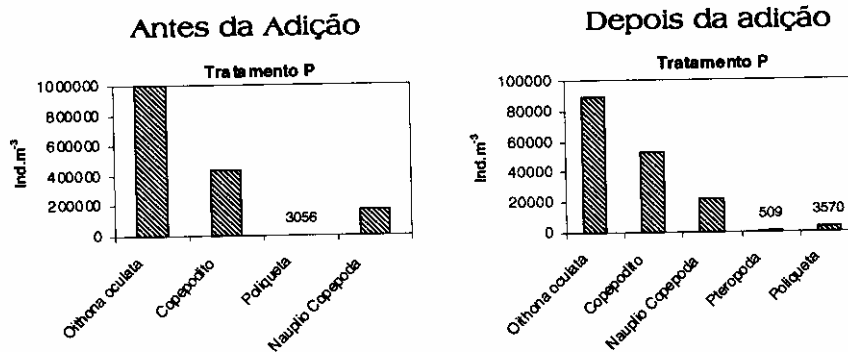


Figura 8:- Abundância do zooplâncton (Ind.m⁻³) no tratamento P antes e depois da adição de nutrientes.

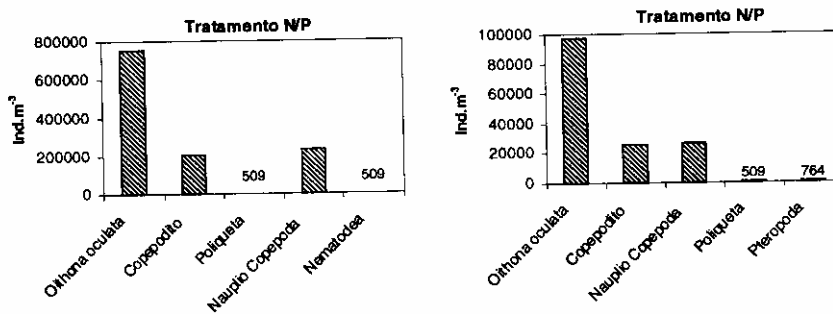


Figura 9: Abundância do zooplâncton (Ind.m⁻³) no tratamento N/P antes e depois da adição de nutrientes.

Discussão

A temperatura, como esperado no verão foi elevada. A salinidade média se manteve alta, evidenciando a característica hipersalina da lagoa. As menores concentrações de oxigênio dissolvido ocorridas no último dia de experimento se devem, possivelmente, ao fato de que estas medições foram feitas somente no início da manhã, onde a taxa de fotossíntese é menor, enquanto nos outros dias foram realizadas três vezes ao dia. O padrão de variação das concentrações de clorofila-a é semelhante ao encontrado por Malone et al. (1996), que observaram que o fitoplâncton respondeu a adição de nitrogênio e fósforo dissolvido na forma de aumento da concentração de clorofila-a numa escala de tempo também de um a dez dias.

O mesmo padrão de variação encontrada na lagoa e no mesocosmo controle para a abundância do zooplâncton confirma a eficiência da montagem dos mesocosmos. Nos tratamentos onde foram adicionados nutrientes, ocorreu uma grande redução do número de indivíduos. O tratamento P teve a maior redução, na ordem de dez vezes o valor inicial. Neste caso, o ambiente se tornou N limitante, alterando a razão N/P. Como não houve aumento da biomassa fitoplanctônica no tratamento P, a acumulação de fósforo, provavelmente pode ter levado a uma mudança na composição do fitoplâncton, onde indivíduos que requerem maior disponibilidade de nitrogênio podem ter sido substituídos por outros que requerem disponibilidade menor. O nitrogênio é considerado como o nutriente mais limitante ao crescimento do fitoplâncton em ambientes salobros e salinos (Mackas & Harrison, 1997). Yorkovskis (1998) observou no Golfo de Riga que o aumento nas concentrações de fósforo levou a um aumento dos dinoflagelados, clorofíceas e cianofíceas.

No tratamento N/P, a redução foi um pouco menor, provavelmente devido à manutenção da razão N/P. Apesar de ter ocorrido uma elevação dos valores da biomassa fitoplanctônica, o aumento da carga de nutrientes levou a uma redução da abundância do zooplâncton. Assim como no tratamento P, pode ter ocorrido uma mudança na composição do fitoplâncton. Em situações de elevadas concentrações de nutrientes, o ambiente tende a um aumento da biomassa fitoplanctônica (Breitburg et al., 1999). Por outro lado, ocorre uma redução da diversidade do fitoplâncton, uma vez que espécies oportunistas de crescimento rápido passam a dominar o ambiente. O enriquecimento com nitrogênio e fósforo induzem a um declínio da razão Si/N e Si/P, causando modificações na sucessão fitoplanctônica, onde por exemplo ambientes dominados por diatomáceas são alterados com blooms de dinoflagelados e microflagelados (Mozetic et al., 1998; Rabalais et al., 1996; Pape & Menesguen, 1997; Yurkovskis, 1998; Pitta et al., 1998). O aumento da eutrofização leva a modificações como da produtividade (Justic et al., 1995), e da competição entre o zooplâncton herbívoro (Yurkovskis, 1998). A biomassa do zooplâncton, principalmente de indivíduos maiores como o mesozooplâncton tende a diminuir com o aumento da eutrofização (Park & Marshall, 2000; Yurkovskis et al., 1999), como também observado nos mesocosmos na lagoa do Açú.

A magnitude das respostas depende da manutenção da proporção das taxas entre os nutrientes. Para um período de 15 dias, a adição diferenciada de nutrientes resultou em diminuição da abundância do zooplâncton, possivelmente refletindo alterações nos itens alimentares do mesmo. No tratamento P, ocorreu uma grande alteração da razão N/P e a resposta foi provavelmente uma mudança na composição do fitoplâncton. No tratamento N/P onde se manteve a razão N/P, a resposta foi o aumento da biomassa fitoplanctônica e também uma mudança na composição do fitoplâncton. Com isso, a adição de nutrientes pode ter afetado qualitativamente a disponibilidade de alimento para o zooplâncton, levando à diminuição de sua abundância.

Referências citadas

- Boltovskoy, D. (ed.). 1981. Atlas del Zooplankton del Atlántico Sudoccidental. INIDEP, Argentina. 936 p.
- Boltovskoy, D. (ed.). 1999. South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden. 1706 p.
- Breitburg, D.L., Sanders, J.G. & Gilmour, C.C. 1999. Variability in responses to nutrients and trace elements, and transmission of stressor effects through an estuarine food web. *Limnol. Oceanogr.*, 44: 837-863.
- Justic, D., Rabalais, N.N. & Turner, R.E. 1995. Stoichiometric nutrient balance and origem of coastal eutrophication. *Mar. Pollut. Bull.*, 1: 41-46.
- Kennish, M.J. 1990. Ecology of Estuaries: Anthropogenic Effects. CRC Press, Boca Raton. 494 p.
- Kennish, M.J. (ed.) 1994. Practical handbook of marine science. CRC Press, Boca Raton. 566p.
- Li, M., Gargett, A. & Denman, K. 2000. What determines seasonal and interannual variability of phytoplankton and zooplankton in strongly estuarine systems? Application to the semi-enclosed estuary of Strait of Georgia and Juan de Fuca Strait. *Estuarine Coastal Shelf Sci.*, 50: 467-488.
- Mackas, D.L. & Harrison, P.J. 1997. Nitrogenous Nutrient Sources and Sinks in the Juan de Fuca Strait/ Strait of Georgia/Puget Sound Estuarine System: Assessing the Potencial for Eutrophication. *Estuarine Coastal Shelf Sci.*, 44: 1-21.
- Malone, T.C., Conley, D.J., Fisher, T.R., Gilbert, P.M & Harding, L.W. 1996. Scales of nutrient-limited phytoplankton productivity in Chesapeake Bay. *Estuaries*, 2B: 371-385.
- Mozetic, P., Turk, V. & Malej, A. 1998. Nutrient enrichment effect on plankton composition. *Ann. Istran Mediterr. Studies.*, 13: 31-42.
- Nusch, E. A. & Palme, G. 1975. Biologische methoden fur die praxis der gewisseruntersuchung 1. Bestimmung des Chlorophyll a und Phaeopigmentgehaltes in Oberflächenwasser. *GWF*, 116 : 562 - 565.
- Pape, O.L. & Menesguen, A. 1997. Hydrodynamic prevention of eutrophication in the Bay of Brest (France), a modeling approach. *J. Mar. Syst.*, 12: 171-186.
- Park, G.S. & Marshall, H.G. 2000. Estuarine relationships between zooplankton community structure and trophic gradients. *J. Plankton Res.*, 1: 121 - 135.
- Pitta, P., Giannakourou, A., Divanach, P. & Kentouri, M. 1998. Planktonic food web in marine mesocosms in the Eastern Mediterranean: bottom-up or top-down regulation? *Hydrobiologia*, 363: 97-105.

- Rabalais, N.N., Turner, R.E., Dortch, Q., Wiseman Jr., W.J. & Gupta, B.K.S. 1996. Nutrient changes in the Mississippi River and system responses on the adjacent continental shelf. *Estuaries*, 2B: 386-407.
- Tundisi, J. G. 1970. O Plâncton Estuarino. *Contrib. Avulsas Inst. Oceanogr. Univ. S. Paulo: Ocean. Biol.*, (19): 1-22.
- Yurkovskis, A. 1998. Course and environmental consequences of eutrophication in the Gulf of Riga. *Proc. Latvian Acad. Sci. Sect. B Suppl.*, (52): 56-61.
- Yurkovskis, A., Kostichkina, E. & Ikaunieca, A. 1999. Seasonal succession and growth in the plankton communities of the Gulf of Riga in relation to long-term nutrient dynamics. *Hydrobiologia*, 393: 83-94.

Recebido em: 05 / 12 / 2001

Aprovado em: 06 / 05 / 2002