



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

# Eutrofização e introdução de espécies exóticas em estuário hipersalino: Lagoa de Araruama, Rio de Janeiro, Brasil

## *Eutrophication and introduction of exotic species in hypersaline estuary: Araruama Lagoon, Rio de Janeiro, Brazil*

Ana Polycarpa A. M. Carvalho<sup>1</sup>  
Rafaela dos Santos Costa<sup>1</sup>  
Judson da Cruz Lopes da Rosa<sup>1</sup>

### Resumo

A Lagoa de Araruama é um ecossistema lagunar, que fica localizado na costa do Rio de Janeiro. Por décadas esse ambiente vem sofrendo com impactos antrópicos: principalmente pelo lançamento de esgoto *in natura*, levando assim a eutrofização neste ecossistema. Vários trabalhos já abordaram esse assunto, porém poucos descreveram sobre bioinvasão, que também é outro tipo de poluição, que vem ocorrendo frequentemente no Brasil, inclusive nesse estuário. Tendo em vista esses impactos, o presente tem como objetivo sumarizar sobre os impactos da eutrofização e bioinvasão com a finalidade de ressaltar a preservação do maior ambiente hipersalino do Brasil.

**Palavras chaves:** Lagoa de Araruama. Eutrofização. Bioinvasão.

### Abstract

*The Araruama Lagoon is a lagoon ecosystem, which is located in the Rio de Janeiro coast. For decades this environment has suffered from human impacts: primarily by the release of sewage, thus leading to eutrophication in this ecosystem. Several studies have addressed this issue, but few described the bioinvasion, which is also another type of pollution that is often occurring in Brazil, including in this estuary. Given these impacts, this study aims to summarize the impacts of eutrophication and bioinvasion in order to emphasize the preservation of the largest hypersaline environment in Brazil.*

**Keywords:** Araruama lagoon. Eutrophication. Bioinvasion.

### Introdução

No Brasil os ambientes aquáticos são impactados por diversas formas de poluição: esgoto sem tratamento, lixo, metal pesado, radiação, (Marques *et al*, 2002) bioinvasão (Elliott, 2003; Ferreira *et al.*, 2009) entre outros. Dentre estes os ambientes as baías e os estuários são uns dos mais afetados como por exemplos: Baía de Guanabará, Baía de Sepetiba, Lagoa dos Patos, Lagoa de Araruama (Coelho-Botelho *et al*, 1999; Marques *et al*, 2002; Pereira, 2007). No Brasil e no mundo ecossistemas marinhos hipersalinos

<sup>1</sup>Universidade Federal Fluminense – Programa de Pós-Graduação em Dinâmica dos Oceanos e da Terra.



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

ocorrem em poucas extensões espaciais limitadas nos oceanos, portanto, têm recebido pouca atenção dos cientistas, por diversos tipos de estudos incluindo os de poluição marinha (Cotner, 2004).

A Lagoa de Araruama é um ecossistema lagunar de 210 km<sup>2</sup> que fica localizado na costa do Rio de Janeiro, Brasil, entre as latitudes de 22°40'e 22°57' S e longitudes de 42°00'e 42°23'W (Castro *et al.*, 1999). Possui ligação com o mar pelo canal de Itajuru. É circundada por cinco municípios, Araruama, Arraial do Cabo, Cabo Frio, São Pedro da Aldeia e Iguaba. Uma característica marcante desta laguna é a sua alta salinidade que chega a ser o dobro da água do mar possibilitando a extração de sal natural, atividade tradicional da região (Coutinho *et al.*, 1999). Desde a década de 80, a Lagoa de Araruama vem sofrendo com o despejo de esgoto (Araújo, 2009), provocado pelo aumento de visitantes no verão (aproximadamente cinco vezes a população normal da região) e pelo crescimento da população residente de Araruama e das cidades vizinhas (Coutinho *et al.*, 1999). O lançamento contínuo de esgoto na lagoa vem ocasionando o decréscimo da salinidade e o aumento significativo de nutrientes. Assim, a lagoa passou a ser considerada um ambiente eutrofizado, comprometendo importantes atividades da região como: a pesca, a extração de sal e o turismo (Pereira, 2007).

A eutrofização é uma forma de poluição que vem sendo abordada na Lagoa de Araruama por diversos trabalhos (Kjerfve *et al.* 1996; Moreira, 2001; Moreira, 2003; Mello, 2007; Pereira, 2007; Guerra, 2008) e é muito importante, pois a eutrofização também afeta a biodiversidade (Marques *et al.*, 2002). A biodiversidade é afetada pela introdução de espécies exóticas (Elliott, 2003; Ferreira *et al.*, 2009). Os bioinvasores podem ser patogênicos vindos de diferentes regiões do mundo e de habitats fora de seus limites nativos. Estes possuem potencial de ameaçar o meio ambiente e a economia e são de grande apreensão para as autoridades de vários países. Um dos grandes causadores deste mal é o transporte marítimo, pois são responsáveis pelo transporte de diversas espécies tanto nos cascos dos navios, como na água do lastro (Melo *et al.* 2009). Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo sumarizar as informações sobre a poluição na Lagoa de Araruama em termos de eutrofização e bioinvasão, buscando entender se a comunidade biológica foi afetada ao longo dos anos devido a esses fatores.

### 1.0 Eutrofização na Lagoa de Araruama

A partir dos anos 50 e principalmente depois de 1974, com a inauguração da ponte Rio-Niterói, houve um crescimento exponencial dos loteamentos e condomínios na bacia hidrográfica da lagoa, em sua grande maioria sem qualquer infraestrutura de saneamento. Estudo realizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, aponta que entre 1984 e 1994, houve um crescimento de 70 % das áreas urbanas dos municípios da Região dos Lagos. A ocupação se deu de forma caótica, sem a devida fiscalização das prefeituras, sem quaisquer exigências técnicas e ambientais; a empresa estatal concessionária de água e esgoto eximiu-se de realizar investimentos em coleta e tratamento de esgotos.

Aliado a isto, em 1977 inaugurou-se a adutora de Juturnaíba, ampliando a oferta de água na bacia e, como contrapartida, também o volume de esgotos. Como consequência, hoje há no total 365 pontos de lançamento de esgoto, 308 dos quais canalizados e 57 a céu aberto, além de outros 76 pontos de despejo menores associados a rios e 232 a condomínios. No canal de Itajuru há 197 pontos de despejo, sendo 194 canalizados e três a céu aberto (Consórcio Intermunicipal Lagos São João).

Com todo esse aporte de esgoto sendo lançado na lagoa sem o devido tratamento ao longo desse tempo, ocasionou a eutrofização. Entende-se por eutrofização o aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, nos ecossistemas aquáticos. Um processo de



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

eutrofização intenso resulta efeitos nocivos para a qualidade da água (alterações no pH, concentração de nutrientes e oxigênio dissolvido).

Outro fator importante foi o estreitamento do canal de Itajuru. Isto acarretou a redução do volume de troca de água com o oceano. A lenta renovação faz com que a poluição orgânica fique retida. Especula-se ainda que as dragagens para extração de conchas levarem a matéria orgânica estocada do fundo da lagoa, contribuindo para o enriquecimento da coluna de água e, por consequência, também para a proliferação de algas.

Outras fontes potenciais de poluição ainda não mensuradas são o chorume dos depósitos de lixo e as águas das chuvas que escorrem pelas ruas e calçadas e vão para a lagoa. A renovação da água da lagoa acontece pela entrada de água do mar através do canal do Itajuru. Cada dois litros de água que entram na lagoa, um litro evapora. Isto faz concentrar tanto os sais naturais, como também nutrientes como nitrogênio e fósforo provenientes das águas residuais.

A Lagoa de Araruama em 1980 era oligotrófica, passando a uma condição entre oligotrófica e meso-trófica em 1994, e chegando a situação eutrófica mais recentemente. O alto grau de eutrofização compromete seriamente a pesca, a extração de sal, e as atividades turísticas, todas importantes para a região. (Moreira, 2001)

### 1.1 - Influência da eutrofização no fitoplâncton

Segundo o trabalho de Coutinho e colaboradores (1999), no período de estudo a comunidade planctônica da lagoa de Araruama era pobre (quantidade e qualidade) quando comparado os de águas marinhas da mesma região. Ele justifica a menor densidade da comunidade plâncton devido a maiores valores de salinidade, que chegava a 60. O fitoplâncton era representado por diatomáceas, algas unicelulares com carapaças sílicas, que predominavam na costa oceânica, por causa do efeito eutrófico da ressurgência (subida de correntes frias) de Cabo Frio. Os dinoflagelados prevaleciam na lagoa, e podem levar a maré vermelha, que intoxicam peixes e outros organismos. Sendo assim assembleia fitoplanctônica da época indicava um ambiente de oligotrófico. Durante este período o autor já enfatizava a necessidade de preservar a Lagoa, pois, já estava sendo lançado esgoto sem tratamento no estuário.

Em abril 1991 a março 1992 a biomassa fitoplanctônica foi estimada através da clorofila *a* e também foram encontrados valores baixos. No decorrer do período de estudo foi encontrado um pico de *Cl<sub>a</sub>* no mês de janeiro quando a salinidade da lagoa encontrava-se menos elevada (Souza *et al* 2003). Souza e colaboradores (2003) relata no seu trabalho que mesmo em estações de coletas onde apresentavam valores elevados de fosfato, não pode-se observar uma maior biomassa fitoplanctônica. O despejo de esgoto na lagoa continuava neste período e a lagoa foi caracterizada com baixas concentrações de nutrientes e clorofila *a*, juntamente com as características quantitativas e qualitativas de material em suspensão, que permitia classificar Lagoa de Araruama como oligotrófico. No entanto, os valores máximos de nutrientes dissolvidos, clorofila *a*, foram maiores do que estudos anteriores, estas observações sugerem que a lagoa estava em transição para um estado mesotrófico.

Segundo Guerra (2008) a hipersalinidade da lagoa atrasou o efeito de eutrofização, pois as altas salinidades podem causar um efeito “tampão” sobre a floração de microalgas. Devido aos altos índices de despejos de esgoto na lagoa houve grande queda de salinidade (Kjerfve *et al* 1996; Rosa & Monteiro-Ribas 2011; Alberto *et al* 2012). Em 2005, a salinidade já tinha reduzido bastante e segundo Mello (2007), a Lagoa de Araruama apresentava condições hipertróficas (Mello 2005). Guerra (2008) faz comparações da média de biomassa de clorofila *a* de seu trabalho comparando com trabalhos anteriores: Souza e colaboradores (2003) encontrou média de 2,6 µg. L<sup>-1</sup>, Mello (2007) de 136,6 µg. L<sup>-1</sup>



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

e Guerra (2008) de 449,9  $\mu\text{g. L}^{-1}$ . Devido ao consumo de nutrientes pela assembleia fitoplanctônica ocorreu uma queda de  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ , que estavam altos em 2005 no trabalho de Mello (2007). Desta forma caíram muito com o aumento de densidade do fitoplâncton registrado no trabalho de Guerra (2008) (que realizou coletas em novembro de 2006, março de 2007 e em junho de 2007). Diversos trabalhos também descrevem os impactos causados pelas grandes quantidades de esgoto lançados na Lagoa e a importância de medidas de tratamento para tentar amenizar os efeitos da eutrofização (Kjerfve *et al* 1996; Castro *et al* 1999; Moreira, 2001; Moreira, 2003; Mello 2007; Pereira, 2007; Guerra 2008; Rosa & Monteiro-Ribas 2011; Alberto *et al* 2012; Rosa *et al* 2012).

### 1.3 - Influência da eutrofização nas macroalgas

Adubadas pelo Nitrogênio e Fósforo dos esgotos, as algas proliferam, desprendem-se do fundo, formam massas flutuantes que se acumulam as margens da lagoa, nas praias de Araruama, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia e Cabo Frio, empurradas pelos ventos e correntes. Em certas épocas, toneladas de algas mortas misturadas com areia e argila são retiradas pelas Prefeituras. O cheiro das algas em decomposição e as massas flutuantes nas praias afugentam os turistas, veranistas e moradores. As algas crescem não apenas próximo às margens, mas também em diversas áreas entre 2 e 4 metros de profundidade, inclusive sobre sedimentos com areia grossa, conchas e seus fragmentos. As algas formam tapetes que tem em média 35cm de espessura chegando às vezes a 10 cm dependendo do relevo de fundo. Buracos e valas na areia são os sítios preferenciais de crescimento e acumulação da biomassa de algas.

As principais algas que se encontra na lagoa são dos gêneros *Ulva sp.*, *Rhizoclonium sp.*, *Cladophora sp.* e *Chaetomorpha sp.* (Consórcio Intermunicipal Lagos São João)

## 2.0 - Bioinvasão: origens e impactos

Devido à crescente globalização e consequente aumento do comércio internacional, espécies aquáticas e terrestres têm sido transferidas acidental ou deliberadamente para áreas fora de sua distribuição geográfica (Lopes, Villac & Novelli, 2009). Esses organismos que se estabelecem fora de sua distribuição geográfica são denominados bioinvasores, exóticos, alienígenas, não nativas. (Carlton, 2001).

Segundo *The World Conservation Union-IUCN* (2000), espécies exóticas são aquelas que estão fora de sua área de distribuição natural e que possuem potencial de distribuição nessa nova área (onde não poderiam se encontrar sem a introdução antrópica direta ou indireta). A entrada desses organismos pode ocasionar competição entre espécies nativas gerando desequilíbrio ecológico e extinções (Souza, Calazans, Silva, 2009). Mas para que as bioinvasoras consigam ser introduzidas em um novo ecossistema é necessário o transporte, a liberação e sobrevivência no novo ecossistema e o seu estabelecimento (Carlton, 1996).

A entrada de espécies exóticas no ambiente pode se dar de diversas formas como plataformas, diques, boias de navegação, pesquisa, pesca, equipamentos de recreação, entre outros (Carlton, 2001). Todavia, com o aumento do tráfego marítimo, isso ocorre mais frequentemente, sendo a água de lastro e a bioincrustação (*biofouling*) em cascos de navios um dos principais vetores de dispersão de organismos (Teixeira *et al.*, 2010).

Para garantir a estabilidade do navio durante a viagem, passou-se a utilizar água do mar — “lastro” — como elemento equilibrador do navio (ONG Água de lastro, 2009). A água de lastro



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

transportada e descarregada transfere microrganismos e espécies da fauna e da flora típicos de uma região para outra totalmente estranha, o que pode causar sérias ameaças ecológicas, econômicas e à saúde (Collyer, 2007)

A bioincrustação é o processo resultante da colonização ou do crescimento de bactérias, algas e/ou invertebrados sésseis sobre superfícies submersas (Batista, 2012), sejam elas naturais (tais como rochas, madeira, outros organismos, etc) ou através de estruturas marítimas como plataformas, molhes e cascos de embarcações que também estão sujeitos ao processo de bioincrustação. (Martins & Vargas 2013)

Atualmente na costa brasileira existem relatos variados sobre a introdução de espécies marinhas bentônicas, na maioria dos casos mostrando um forte indício de introdução via bioincrustação. (Eno, Clark, Sanderson, 1997). Como por exemplo, os bentos *Megabalanus coccopoma*, *Amphibalanus reticulatus*, *Myoforceps aristatus* entre outros.

Devido aos impactos causados, o processo de bioinvasão é considerado uma “poluição biológica” (Elliott, 2003). No Brasil esse processo ocorre desde a colonização e tráfico de escravos (Souza, Calazans, Silva, 2009), desde então, vem acontecendo frequentemente causando diversos danos ao ambiente. Vários organismos vêm causando danos aos ecossistemas brasileiros, destacando-se o mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*) e o coral-sol (*Tubastraea coccinea* e *T. tagusensis*).

O molusco originário do sudeste asiático (Santos & Lamonica, 2008) *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), conhecido vulgarmente como mexilhão-dourado, foi introduzido através de água de lastro (Santos, Wurdig & Mansur, 2005). Esse molusco vive em águas doces e salobras (Darrigan & Ezcurra de Drago, 2000) e compete com a fauna bentônica nativa. Além disso, causam prejuízos na economia gerando entupimento de tubulações, filtros de usinas hidroelétricas e de bombas de aspiração de água (Dias, 2010).

O coral-sol (*Tubastraea coccinea* e *Tubastraea tagusensis*) originário do oceano Pacífico, teve seu primeiro registro no Brasil na década de 80 incrustado em plataformas de petróleo (Castro & Pires, 2001). Os impactos de sua introdução já podem ser observados em várias comunidades bentônicas brasileiras. Um bom exemplo dessa alteração são as evidências que sugerem que o poder competidor de *Tubastraea* pode reduzir ou excluir o coral nativo *Mussismilia hispida* na Baía de Ilha Grande (Santos *et al.*, 2013).

### 2.1 - Bioinvasão na Lagoa de Araruama

No levantamento bibliográfico foram encontradas as seguintes espécies exóticas: *Coscinodiscus wailesii*, *Temora turbinata*, *Pleopis schmackeri*, *Isognomo bicolor*, *Perna perna*, *Branchiomma luctuosum* e *Charybdis hellerii*. Cabe ressaltar que os dados são temporais, não há trabalhos mais recentes que possam evidenciar que esses organismos ainda estejam mantidos na lagoa.

Dentro do grupo de fitoplâncton, a diatomácea *Coscinodiscus wailesii* é encontrada na Lagoa de Araruama de acordo com Nascimento (1988). Essa espécie é originária dos Oceanos Pacífico e Índico (Boalch & Harbour, 1977). Ela ocorre da Bahia até o Rio Grande do Sul, tendo seu primeiro registro na Baía de Paranaguá, Paraná (Ascenio, 2004). Essa diatomácea pode esgotar os nutrientes da água causando o aumento da turbidez (Procopiak, 2006). Na Baía de Paranaguá, PR, a floração dessa espécie resultou em competição por nutrientes e exclusão temporária de demais espécies do fitoplâncton (Fernandes *et al.*, 2001). Além disso, essa floração pode trazer riscos à saúde humana, através de liberação de toxinas e alterando as cadeias tróficas aquáticas (Hallegraeff *et al.*, 1993 & Hallegraeff *et al.*, 1995).

O copépode *Temora turbinata* foi registrado na Lagoa pela primeira vez em fevereiro de 2010 e esteve presente da Boca da Barra até Ponta da Areia, ou seja, onde ocorre maior circulação de água



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

do mar (Rosa & Monteiro-Ribas 2011). A espécie é citada como umas das espécies mais dominantes em ambientes estuarinos com uma ampla distribuição pela costa brasileira (Santos *et al.*, 2009). Esta espécie tem registros de ocorrência no Índico, Pacífico Leste, Mar do Japão e Nova Zelândia, sendo categorizada como invasora para a costa brasileira, na qual foi citada pela primeira vez na década de 80 na região nordeste (Araújo & Mantu 1993) e em seguida sua ocorrência foi registrada no Sul do país (Muxagata & Gloeden 1995). Conseqüentemente esta espécie se adaptou bem a condição ambiental encontrada nas águas do Atlântico e ampliou a sua distribuição na costa brasileira. *T. turbinata* compete com a espécie nativa *Temora stylifera* tanto na fase adulta quanto no estágio de náuplios. Este invasor é menor que a espécie nativa, podendo então explorar recursos alimentares de tamanhos diferentes apesar de serem do mesmo grupo taxonômico. A chegada do alienígena reduziu a densidade da população da espécie nativa principalmente em regiões costeiras (Cunha, 2008).

O *Pleopis schmackeri* foi registrado pela primeira vez em março de 2010 na Boca da Barra (entrada de água na Lagoa de Araruama) (Monteiro-Ribas & Rosa 2010 com. pessoal). A espécie tem características ecológicas desconhecidas, devido à baixa abundância e presença rara em águas tropicais (Marazzo, 2002; Monteiro-Ribas *et al.*, 2013). Sua incidência tem sido descrita em águas do Mar do Sul da China para o Nordeste de Honshu (Japão) e há registros esporádicos para Aqaba Bay (Mar Vermelho) e Madagascar (Oceano Índico). Em águas brasileiras, alguns registros foram feitos: por Rocha (1985) no litoral de São Paulo; por Resgalla Jr. e Montu (1993) no litoral Sul; por Marazzo (2002); na Baía de Guanabara, no Rio de Janeiro; por Monteiro-Ribas *et al.* (2013) Rio das Ostras no Rio de Janeiro; por Resgalla Jr. (2008; 2011) no litoral de Santa Catarina e no litoral sul entre outros trabalhos. A espécie *Pleopis schmackeri* pode ter sido introduzida no Brasil através de água de lastro, por ovos de diapausa associados aos sedimentos dos tanques dos navios ou por indivíduos adultos também na água de lastro (Lopes, 2004). Há também a hipótese de que este cladóceros se aproxime da costa apenas no inverno (Marazzo 2002).

Representando o meroplâncton foi encontrado pela primeira vez em março de 2010 larvas de *Isognomon bicolor* na Boca da Barra (Monteiro-Ribas & Rosa 2010 com. Pessoal). Estes invertebrados marinhos bentônicos liberam os seus gametas na coluna d' água onde as suas larvas planctônicas crescem, desenvolvem e permitem a dispersão ao longo de centenas ou milhares de quilômetros (Highfield *et al.*, 2010). Sendo assim é possível à espécie introduzida em Arraial do Cabo possa ter chegado a Lagoa através de correntes. O molusco é originário do Caribe e foi observado pela primeira vez em 1996 na região entre marés dos costões rochosos de Arraial do Cabo (VILLAC *et al.*, 2008; Melo *et al.* 2009). Esse molusco encontra-se estabelecido em várias regiões da costa brasileira, ocasionando alterações na paisagem dos costões. A espécie *I. bicolor* é dominante na região médio-litoral dos costões rochosos de Arraial do Cabo e responsável pela redução de 50% da população da craca nativa, *Tetraclita stalactifera*. Estudos recentes realizados neste mesmo município mostraram que essa espécie agora faz parte da dieta do gastrópode *Stramonita haemastoma* (Ferreira *et al.*, 2009; Melo *et al.* 2009).

Um outro animal encontrado na lagoa de acordo com os levantamentos bentônicos de Silva (1988) é o mexilhão *Perna perna*. Esse animal é nativo da África do Sul (Bownes & McQuaid, 2009) com fortes indícios de introdução via água de lastro (Ferreira *et al.*, 2013). Pode ser facilmente encontrado nos costões rochosos brasileiros e em substratos artificiais, seus primeiros registros são do Rio de Janeiro (Fernandes *et al.*, 2008). O *Perna perna* compete com mexilhões nativos, além de apresentar impactos econômicos já que, é comumente encontrado incrustado em cascos de navios e plataformas (Ferreira *et al.*, 2013). Atualmente apresenta um grande valor econômico na maricultura, pois é comercializado e seu cultivo é realizado em diversas partes do país (Marenzi & Branco, 2005). Mesmo apresentando essa vantagem econômica, esses organismos são filtradores e usados como biomarcadores de qualidade da água, pois podem acumular poluentes (Souza *et al.*, 2011). Muitos estudos apontam esse



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

mexilhão como acumulador de metais pesados, hidrocarbonetos entre outros (Ferreira *et al.*, 2013). Seus impactos podem ser vistos na saúde, a ingestão desses organismos contaminados causa riscos ao homem (Archer & Moretto, 1994).

Um dos bentos encontrado é a poliqueta *Branchiomma luctuosum* em píeres das marinas da Lagoa de Araruama (Carrerette, 2010). Segundo Rossi (2008) essa poliqueta é originária do Mar Vermelho, tendo registros em São Paulo e Rio de Janeiro (Assis *et al.*, 2012). Vive em substratos consolidados natural ou artificial e substrato inconsolidado (Carrerette, 2010). No Brasil essa espécie compete por habitat com a poliqueta *Branchiomma patriota*, que além de ser nativa é endêmica (Costa-Paiva, 2006).

Um dos animais exóticos descrito, é o siri *Charybdis hellerii* que, segundo Silva (2009), pode ser encontrado na lagoa. Originário do Indo-Pacífico (Carqueija & Gouvêa, 1996), O seu primeiro registro foi na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro (Tavares & Mendonça Jr., 1996). Esse siri não apresenta valor econômico para a pesca, está competindo com as espécies nativas por habitat e alimento, além de ser um potencial hospedeiro do vírus da síndrome da mancha branca (Silva, 2009). Os sinais clínicos mais comuns dessa síndrome são pontos brancos circulares na carapaça, muitas vezes acompanhados de uma coloração avermelhada no corpo do animal. Essa enfermidade é disseminada rapidamente e gera alta mortalidade em crustáceos (Marques, 2008).

## Conclusões

De acordo com o levantamento bibliográfico realizado referente à eutrofização, os primeiros trabalhos realizados de biomassa fitoplanctônica demonstraram a importância de prevenir os impactos causados pelo esgoto *in natura*. Porém, com o decorrer dos anos os nutrientes nos sedimentos aumentavam consideravelmente, mas a assembleia fitoplanctônica não respondia ao aumento da disponibilidade de nutrientes. Um fator que contribuía para amenizar a eutrofização era a natureza hipersalina da lagoa.

Devido ao tratamento secundário de esgoto, rico nos nutrientes (fósforo e nitrogênio) e a redução da salinidade pela entrada de água doce, isso disponibilizou nutrientes na coluna d'água que antes era retido no sedimento, levando o "bloom" de fitoplâncton. Com a presença abundante de fitoplâncton, aumentou a turbidez da água que reduziu a entrada de luz, prejudicando o crescimento de macroalgas e microalgas bentônicas.

Como todos os ambientes estão sujeitos a bioinvasão, não seria diferente na Lagoa de Araruama. Mesmo com a hipersalinidade da lagoa, espécies invasoras conseguiram se adaptar nesse ambiente, como alguns organismos dos grupos de fitoplâncton, zooplâncton e bentos. Cabe ressaltar que os dados são temporais, não há trabalhos mais recentes que possam evidenciar que esses organismos ainda estejam mantidos na lagoa. Logo é válido realizar o monitoramento da Lagoa de Araruama para que se possa constatar e estabelecer medidas de prevenção e controle.

Ressalta-se a importância do presente trabalho, na preservação da biodiversidade da Lagoa de Araruama, o maior ambiente hipersalino do Brasil, no que diz respeito a eutrofização e bioinvasão como fatores que alteram a biota e as características naturais do local. Dessa forma é importante realizar novos estudos com ênfase nos impactos causados por ambas as poluições na lagoa, tendo em vista que poucos trabalhos abordam esse assunto.



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

### Referências

ALBERTO, M.D.; ROSA, J.C.L.; MONTEIRO-RIBAS, W.M. Variação da composição da assembleia de Ictioplâncton na Lagoa de Araruama, RJ Brasil. In: IX CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, 9, 2012, Poços de Caldas, p.1-3.

ARAÚJO, H.M.P.; MONTU, M. Novo registro de *Temora turbinata* (Dana, 1849) (Copepoda, Crustacea) para águas Atlânticas. *Nauplius*, [s.l.], v. 1, p. 89-90, 1993.

ARAÚJO, P. R. Lagoa de Araruama vai ser recuperada até 2010. Disponível em: <<http://pib.socioambiental.org/pt/noticias?id=65264>>. Acesso em: 24 jul. 2014, 11:55:30.

ARCHER, R.M.B.; MORETTO, E. Ocorrência de *Vibrio parahaemolyticus* em mexilhões (*Perna perna*, Linnaeus, 1758) de banco natural do litoral do município de Palhoça, Santa Catarina, Brasil. *Caderno de Saúde Pública*, Santa Catarina, v. 10, n. 3, p.379-386, 1994.

ASSIS, J.E.; ALONSO, C.; BRITO, R.J.; SANTOS, A.S.; CHRISTOFFERSEN, M.L. Polychaetous annelids from the coast of Paraíba State, Brazil. *Revista Nordestina de Biologia*, Paraíba, v.21, n. 1, p. 3-45, 2012.

BATISTA, W.R. Utilização de glicerofosfolipídios sintéticos análogos do PAF como agentes antiincrustantes na composição de tintas marítimas: proposta, síntese, caracterização química e avaliação de performance. Rio de Janeiro, 2012. 214f. Tese(Doutorado em Química) - Instituto de Química/UFRJ.

BOALCH, G. T.; HARBOUR, D. S. Unusual diatom off the coast of south-west England and its effects on fishing. *Nature*, [s.l.], v. 269, p. 687-688, 1977.

BOWNES, S.J.; McQUAID, C.D. Mechanisms of habitat segregation between an invasive and an indigenous mussel: settlement, post-settlement mortality and recruitment. *Marine Biology*, [s.l.], v. 156 p. 991-1006, 2009.

CARLTON, J.T. Introduced species in U.S. coastal waters: environmental impacts and management priorities. *Arlington*, [s.l.], n. 28, p. 36, 2001.

CARQUEIJA, C.R.G.; GOUVÊA, E.P. A ocorrência, na costa brasileira, de um Portunidae (Crustácea: Decapoda), originário do Indo- Pacífico e Mediterrâneo. *Nauplius*, [s.l.], v. 4, p. 105-112, 1996.

CASTRO, C.B.; PIRES, D. Brazilian coral reefs : what we already know and what is still missing. *B. Mar. Sci.* [s.l.], v. 69, n. 2, p. 357-371, 2001.

CASTRO, M. S.; BONECKER, A. C. T.; VALENTIN, J. L. Ichthyoplankton of a permanently hypersaline coastal lagoon: Lagoa de Araruama, Brazil. *J.Trop.Ecol.*, [s.l.], v. 40, n. 2 p. 221-227, 1999.

COELHO-BOTELHO, M. J.; MAURO, J.B.N.; DIAS, C. O.; KURTZ, F. W.; TRUZZI, A. C.; NOGUEIRA, C. H; REIS, J. L.; MATHIAS, A. M. F. Aspectos do zooplâncton Baía de Sepetiba. Pp. 01-33. In Silvas, S. H. G & Lavrado,



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

H. P. (eds). Ecologia dos ambientes costeiros do Estado do Rio de Janeiro. Série Oecologia Brasiliensis, vol. VII. PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil. 1999.

COLLYER, W. Água de lastro, bioinvasão e resposta internacional. **Revista Jurídica**, [s.l.], v. 9, n. 84, p.145-160, 2007.

CILSJ - CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL LAGOS SÃO JOÃO. Disponível em: <<http://www.lagossaojoao.org.br/la-impactos.htm>>. Acesso em: 11 de Jun de 2014.

COSTA-PAIVA, E. M. **Estudo taxonômico de *Branchiomma nigromaculatum* (Baird, 1865) (Annelida: Polychaeta: Sabellidae) na costa brasileira**. Rio de Janeiro, 2006. Rio de Janeiro. 159 f. Dissertações (Mestrado em Zoologia) - Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

COTNER, J.B.; SUPLEE, M.W.; CHEN, N.W.; SHORMANN, D.E. Nutrient, sulfur and carbon dynamics in a hypersaline lagoon. **Estuar Coast Shelf S.**, [s.l.], v 59, p. 639-652, 2004.

COUTINHO, R.; RIBEIRO. P.; KJERFVE. B.; KNOPPERS. B.; MUEHE. D.; VALENTIN. J. L. Araruama, uma lagoa ameaçada. **Ciência Hoje**, [s.l.], v. 25, n. 149, p. 24-31, 1999.

CUNHA, D. R. **Estudo comparativo dos copépodes *Temora Stylifera* e *T. turbinata* na plataforma continental sudeste do Brasil no verão e inverno de 2002**. São Paulo, 2008. 155f. Dissertação (Mestrado). Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo/USP.

DARRIGAN, G.E.I.; DRAGO, E. Distribucion el *Limnosperma fortunei* Dunker,1857) (Mytilidae), em la Cuenca del Plata, Region Neotropical. **Meio Ambiente, Buenos Aires**, [s.l.], v. 13, n. 2, p.75-79, 2000.

DIAS, D.C.F. Água de lastro, uma ameaça silenciosa. Monografia de pós-graduação lato sensu. Universidade Candido Mendes, RJ, 2010.

ELLIOTT, M. Biological pollutants and biological pollution - an increasing cause for concern. **Marine Pollution Bulletin**, [s.l.], n. 46, p. 275-280, 2003.

ENO, N. C.; CLARK, R. A.; SANDERSON, W. G. Non-native marine species in british waters: a review and directory. **Joint Nature Conservation Committee**, [s.l.], 152, 1997.

FERNANDES, F.L.; ZEHNDER-ALVES, L.; BASSFELD, J.C. The recently established diatom *Coscinodiscus wailesii* (Coscinodiscales, Bacillariophyta) in Brazilian waters. I: Remarks on morphology and distribution. **Phycological Research**, [s.l.], v. 49, p. 89- 96, 2001.

FERNANDES, F.C.; SOUZA, R.C.L.; JUNQUEIRA, A.O.R.; RAPAGNÃ, L.C.; RAMOS, A.B. **Distribuição mundial e o impacto de sua introdução no Brasil**. In: RESGALLA JR, C.; WEBER, L.I. E CONCEIÇÃO, M.B. O mexilhão Perna perna (L.): Biologia, Ecologia e Aplicações. Rio de Janeiro, **Interciência**, p.324, 2008.

FERREIRA, C.E.L.; JUNQUEIRA, A.O.R.; VILLAC, M.C.; LOPES, R.M. Marine bioinvasions in the Brazilian coast: brief report on history of events, vectors, ecology, impacts and management of non-indigenous



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

species. In: RILOV, G.; CROOKS, J.A. (Eds.). Biological invasions in marine ecosystems: Ecological, management, and geographic perspectives. Berlin, Heidelberg: Springer, v. 204. p.459-477, 2009.

GUERRA, L. V. **Processos microbiológicos e composição da matéria orgânica relacionadas à eutrofização de uma Lagoa costeira hipersalina. L. Araruama, RJ.** Niterói, 2007. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geoquímica Ambiental. Universidade Federal Fluminense.

HALLEGRAEF, G. M. A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. **Phycologia, Lawrence**, [s.l.], v. 32, p.79-99, 1993.

HALLEGRAEFF, G. M. Harmful algal blooms: A global overview. In Hallegraeff, G. M., Anderson D. M. and Cembella A. D. (Eds) Manual on Harmful Marine Microalgae. Intergovernmental Oceanographic Commission UNESCO, Paris, p. 1-22, 1995.

HIGHFIELD, J. M.; ELOIRE, D.; CONWAY, D. V. P.; LINDEQUE, P.K.; ATTRILL, M. J.; SOMERFIELD, P. J. Seasonal dynamics of meroplâncton assemblages at station L4. **Journal of Plankton Research**, [s.l.], v.32. n. 5. P. 681-691. 2010.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: < <http://www.inpe.br/>>. (Acesso em: 30 de jul de 2014).

IUCN (The World Conservation Union). 2000. IUCN Guidelines for the Prevention of Biodiversity Loss Caused by Alien Invasive Species. <<http://www.iucn.org/>>. (Acesso em: 12 de jun de 2014).

KJERFVE, B.; SCHETTINI, C.A.F.; KNOPPERS, B.; LESSA, G.; FERREIRA, H.O. Hydrology and salt balance in a large, hypersaline coastal lagoon: Lagoa de Araruama, Brazil, **Estuarine Coastal Shelf Sci.**, [s.l.], 42, 701-725, 1996.

LOPES, R. M. Bioinvasões aquáticas por organismos zooplancônicos: uma breve revisão. In: SILVA, J. S. V.; SOUZA, R. C. C. L. (Orgs). Águas de lastro **bioinvasão**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, p. 113-131, 2004.

MARAZZO, A. Record of *Pleopis schmacheri* (Poppe) (Branchiopoda, Onychopoda) in the Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 19, supl. 1, p. 335-336, 2002.

MARENZI, A.W.C; BRANCO, J.O. The mussel *Perna perna* (Linnaeus) (Bivalvia, Mytilidae) in culture at the Armação of the Itapocoroy, Santa Catarina, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, vol.22, n..2, 2005.

MARQUES JR, A. N.; MORAES, R. B. C.; MAURAT, M. C. Poluição Marinha. In: Pereira, R. C.; Soares-Gomes, A. (Ed). *Biologia Marinha*, p. 311-334. 2002.

MARQUES, J.S. **Contribuição para o monitoramento do vírus da Síndrome da Mancha Branca na carcinicultura de Santa Catarina.** Florianópolis, 2008. 51f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura), Ciências agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.

MARTINS, T.; VARGAS, V. Riscos à biota aquática pelo uso de tintas anti-incrustantes nos cascos de embarcações. **Ecotoxicology and Environmental Contamination**, [s.l.], v.8, n.11, p.01-11, 2013.



#### IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

MELLO, T. B. M. **Caracterização biogeoquímica da Lagoa de Araruama, Rio de Janeiro**. Niterói, 2007. 82f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geoquímica Ambiental. Universidade Federal Fluminense.

MELO, L. V.; SALES, T. B.; SOUZA, G. L.; BRANT, F. F.; MANICACCI, M. Ampliação do Porto do Forno na Reserva Extrativista Marinha em Arraial do Cabo – RJ. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, v. 3, n. 2, p. 163-186, 2009.

MONTEIRO-RIBAS, W. M.; FREITAS, I. S.; ROSA, J. C. L. Record of *Pleopis schmackeri* (Poppe) Branchiopoda in Rio das Ostras, Rio de Janeiro, Brazil, **Biotemas**, v. 26 (1), p. 201-202, 2013.

MOREIRA, A. L. C. Rápidas mudanças na Lagoa de Araruama (RJ) e o impacto ambiental das estações de tratamento secundário. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE DEFESA AMBIENTAL, Clube de Engenharia, RJ, Resumos do VII Congresso Brasileiro de Defesa Ambiental. 2003.

MUXAGATA, E.; GLOEDEN, I.M. Ocorrência de *Temora turbinata* Dana, 1849 (Crustacea: Copepoda) no estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. **Nauplius**, [s.l.], v.3, p.163-164, 1995.

NASCIMENTO, L.R. **O fitoplâncton da Laguna hipersalina de Araruama (RJ)**. Niterói, 1998. 200f. Dissertação (Mestrado) Programa de pós-graduação em Biologia Marinha/Universidade Federal Fluminense.

ONG Água de lastro. A água de lastro e os seus riscos ambientais/Organização ONG Agua de Lastro Brasil.. São Paulo, 2009.

PEREIRA, L. F. M. A gestão participativa no caso do saneamento da região dos Lagos, Rio de Janeiro. **Rev. Disc. Exp. Geogr.**, [s.l.], n. 03, p. 10-41, 2007.

PROCOPIAK, L.K.; FERNANDES, L.F.; FILHO, H.M. Diatomáceas (Bacillariophyta) marinhas e estuarinas do Paraná, Sul do Brasil: lista de espécies com ênfase em espécies nocivas. **Biota Neotropical**, [s.l.], v. 6, n.3, 2006.

RESGALLA, C. Pteropoda, Cladocera, and Chaetognatha associations as hydrological indicators in the southern Brazilian Shelf. **Latin american journal of aquatic**, v.36 p. 271-282, 2008.

RESGALLA, C. The holoplankton of the Santa Catarina coast, southern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 83, p.575-588, 2011.

RESGALLA, J. R.; MONTÚ, M. Cladóceros marinhos da plataforma continental do Rio Grande do Sul, Brazil. **Nauplius**, v. 1, p. 63-79, 1993.

ROCHA, C. E. F. The occurrence of *Pleopis schmackeri* (Poppe) in Southern Atlantic and other marine cladocerans on the Brazilian coast. **Crustaceana**, v. 49, p. 202-204, 1985.

ROSA, J. C. L.; MONTEIRO-RIBAS, W. M. 2011. Zooplâncton da lagoa de Araruama, RJ Brasil. 3º Congresso Brasileiro de Biologia Marinha. Resumo: 115-1. Disponível em file:///D:/Tempor%C3%A1rios/CBBM%202011/resumos/R0115-1. html. Acesso em 11 mar. 2012.



#### IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

ROSA, J. C. L.; Monteiro-Ribas. W M; Alberto. M D. Assembleia de copépodes como bioindicadores da qualidade da água da Lagoa de Araruama-Rj Brasil. In: IX CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS, 9, 2012, Poços de Caldas. p. 1-3.

ROSSI, M.C.S. **Contribuição ao conhecimento taxonômico dos poliquetas sabelídeos (Polychaeta: Sabellidae) da Região Sudeste do Brasil.** São Paulo, 2008. 184f. Dissertação (Mestrado em zoologia). Universidade de São Paulo/USP.

SANTOS, C.P.; WURDIG, N.L.; MANSUR, M.C.D. Fases larvais do mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker) (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae) na Bacia do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 3, p.702-708, 2005.

SANTOS, J.G.A.; LAMONICA, M.N. Água de lastro e bioinvasão: introdução de espécies exóticas associadas ao processo de mundialização. **Revista Vértices**, [s.l.], v.10, n.1/3, 2008.

SANTOS, T.G.; GUSMÃO, L.M.O.; NEUMANN-LEITÃO, S.; CUNHA, A.G. Zooplâncton como indicador biológico da qualidade ambiental nos estuários dos rios Carrapicho e Botafogo, Itamaracá – PE. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v.4, p. 45-56, 2009.

SILVA, E.P. Estudo preliminar dos bentos das margens da Lagoa de Araruama, RJ (Brasil). Inst. De Biologia, Departamento de Biologia Marinha, UFRJ, Rio de Janeiro. (monografia de Bacharelado), p. 87, 1988.

SILVA, F.C.S. Primeiro registro do sirí *Charybdis hellerii* (Milne edwards, 1867) (crustácea, Decapoda, portunidae) na laguna de araruama, cabo frio – RJ. Disponível em [pesca.iff.edu.br/artigos/Nota%20 Cientifica%20-Cabo%20Frio.pdf](http://pesca.iff.edu.br/artigos/Nota%20Cientifica%20-Cabo%20Frio.pdf). Acesso em 19 de Jun de 2014.

SOUZA, I.C.; SANTANA Jr, P.J.S.; ALMADA, B.V.P.; ZARONI, L.P.; MATSUMOTO, S.T. Avaliação da resposta celular do mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758) na Baía do Espírito Santo por meio do tempo de retenção do vermelho neutro (TRVN). **Natureza on line**, v. 9, n. 2, p. 54-58, 2011.

SOUZA, M. F. L.; KJERFVE, B.; KNOPPERS, B.; SOUZA. W. F. L.; DAMASCENO, R. N. Nutrient budgets and trophic state in a hypersaline coastal lagoon: Lagoa de Araruama, Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.57, p. 843–858, 2003.

SOUZA, R.C.C.; CALAZANS, S.H.; SILVA, E.P. Impacto das espécies invasoras no ambiente aquático. **Cienc. Cult**, v.61, n.1, p. 35-41, 2009.

TAVARES, M.; AMOUROUX, J.M. First record of the nonindigenous crab, *Charybdis hellerii* (A. Milne-Edwards, 1867) from French Guyana (Decapoda, Brachyura, Portunidae). **Crustaceana**, v. 76, n. 5, p. 625-630, 1996.

TAVARES, M.; MENDONÇA Jr., J.B. *Charybdis hellerii* (A. Milne Edwards, 1867) (Brachyura: Portunidae), eighth nonindigenous marine decapod recorded from Brazil. **Crustacean Research**, v. 25, p. 151-157, 1996.



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

TEIXEIRA, R.M.; BARBOSA, J.S.P.; LÓPEZ, M.S.; SILVA-FERREIRA, M.A.G.; COUTINHO, R.; VILLAÇA, R.C. Bioinvasão marinha: os bivalves exóticos de substrato consolidado e suas interações com a comunidade receptor. **Oecol. Aust.**, v. 14, n. 2, p. 381-402, 2010.

VILLAC, M.C.; FERREIRA, C.E.L.; JUNQUEIRA, A.O.R. Bioinvasão. *In*: BAPTISTA NETO, J.A.; WALLNER-KERSANACH, M.; Patchineelam, S.M. (Orgs.). Poluição Marinha. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, p. 43-74, 2008.