

**UFRRJ  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS  
CIÊNCIA DE ALIMENTOS**

**TESE**

**Caracterização da Ocorrência de Dinoflagelados Potencialmente Nocivos em Áreas  
Destinadas a Captura de Pescado na Lagoa de Araruama, RJ, Brasil**

**Thatiana da Paz Ribeiro Lopes**

**2014**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
CIÊNCIA DE ALIMENTOS**

**CARACTERIZAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE DINOFLAGELADOS  
POTENCIALMENTE NOCIVOS EM ÁREAS DESTINADAS A  
CAPTURA DE PESCADO NA LAGOA DE ARARUAMA, RJ,  
BRASIL**

**THATIANA PAZ RIBEIRO LOPES**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Pedro Paulo de Oliveira Silva, Dr.**

Tese submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Doutor em Ciências**, no curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Ciência de Alimentos.

Seropédica, RJ  
Abril de 2014

664.9497

L864c

T

Lopes, Thatiana Paz Ribeiro, 1982-  
Caracterização da ocorrência de  
dinoflagelados potencialmente nocivos em  
áreas destinadas a captura de pescado na  
Lagoa de Araruama, RJ, Brasil / Thatiana  
Paz Ribeiro Lopes. - 2014.  
128 f.: il.

Orientador: Pedro Paulo de Oliveira  
Silva.

Tese (doutorado) - Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-  
Graduação em Ciência e Tecnologia de  
Alimentos.

Bibliografia: 86-106.

1. Pescado - Controle de qualidade -  
Teses. 2. Pescado - Contaminação -  
Araruama, Lagoa de (RJ) - Teses. 3.  
Fitoplâncton - toxicologia - Araruama,  
Lagoa de (RJ) - Teses. 5. Dinoflagelados -  
Araruama, Lagoa de, (RJ) - Teses. I.  
Silva, Pedro Paulo de Oliveira, 1957- II.  
Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Ciência  
e Tecnologia de Alimentos. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS**

**THATIANA PAZ RIBEIRO LOPES**

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de Concentração em Ciência de Alimentos.

TESE APROVADA EM 10/04/2014

---

Pedro Paulo de Oliveira Silva. Dr. UFRRJ  
(Orientador)

---

Gesilene Mendonça de Oliveira. Dr<sup>a</sup>. UFRRJ

---

Tatiana Pires Teixeira Neves. Dr<sup>a</sup>. UFRRJ

---

Maria Helena Baeta Neves. Dr<sup>a</sup>. IEAPM

---

Fernanda Reinhardt Piedras. Dr<sup>a</sup> IEAPM

## DEDICATÓRIA

Aos meus amados, queridos, grandes e eternos amores: FAMÍLIA. Fernando Luiz da Silva Lopes (companheiro de TODAS as horas), Fabianno Paz Gaspar Júnior e Flávio Paz Ribeiro Lopes (filhos que aprenderam a viver com a ausência da mãe para este trabalho), Candido da Luz Ribeiro de Souza e Maria Valduleide Francisca da Paz Ribeiro (pais que me incentivam e se dedicam para que eu possa atingir meus objetivos), Carmem Maria Mendes da Silva (sogra que abdicou muito do seu tempo para suprir os momentos que não pude dedicar à minha família), assim como minhas irmãs e irmão, cunhados, amigos e todos àqueles que sempre me apoiaram e acreditaram em mim.

## AGRADECIMENTOS

Ao Senhor DEUS Pai Todo Poderoso por permitir que eu pudesse caminhar até aqui, por me dar forças e saúde para concretizar meus sonhos; por me dar uma família tão especial, maravilhosa e unida; pela formação do meu caráter e principalmente por estar sempre presente em minha vida, me ajudando, me protegendo, me abençoando, me guiando e semeando em mim a esperança do MAIS. Sempre podemos aprender a fazer mais e melhor. E é por isso que escolhi seguir este caminho, acreditando que assim posso proporcionar a minha amada família um futuro bem melhor, muito, muito, muito mais e melhor.

A minha MAIOR riqueza: FAMÍLIA. PAIS zelosos e que me dedicam um amor incondicional, que fazem o que podem e até o que não podem para me ajudar no que for necessário, que querem o MELHOR para mim. AMORES essenciais que enchem minha vida de alegrias, me fortalecem, me estimulam nos momentos de dificuldades e que com seus sorrisos me fazem a pessoa mais FELIZ do mundo, MARIDO e FILHOS. IRMÃOS que acreditam que eu posso e se orgulham com as minhas conquistas THAÍS, JOYCE e CANDIDO JUNIO. SOGRA MÃEZONA, que me ajuda a cuidar dos nossos tesouros. Padrinhos, avós, tios, sobrinhos, primos, afilhadas, madrasta, cunhados e todos os familiares e amigos que me fazem lembrar que para eles sou importante e querem me ver vencer.

Especialmente a duas mulheres que passaram a fazer parte da família, ajudam a cuidar dos meus BENS e tenho certeza que têm por eles um super carinho, graças a presença dessas mulheres pude concluir minhas tarefas: Maria Isabel Paixão Amorim e Verônica Regly de Souza.

A minha querida e bela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) por proporcionar diversas oportunidades de aprendizado e de experiências de vida. Por contribuir significativamente com o meu conhecimento acadêmico e minha formação profissional.

Ao meu querido AMIGO Luciano Silva Pinto, que me incentivou e estimulou a trilhar caminhos prósperos, uma pessoa fantástica que passou pela minha vida e me deu bons conselhos e exemplos, ex-chefe que permitiu que eu me afastasse algumas vezes em busca deste sonho, até sair definitivamente, uma pessoa que assim como eu acredita que o próprio trabalho pode trazer contribuir com melhorias para sua vida e a vida do outro, da sociedade.

A Professora Dr<sup>a</sup> Arlene Gaspar e amiga que me instruiu a continuar buscando meios para proporcionar um futuro melhor para mim e meu filho, na época eu só tinha o Fabianno.

Ao Professor e Orientador Dr. Pedro Paulo de Oliveira Silva por me abrir as portas desta etapa de vida, o doutorado, me aceitando como orientada, pela confiança, apoio, sinceridade e orientação durante toda realização deste trabalho.

A Professora Dr<sup>a</sup> Vanessa de Magalhães Ferreira que me ajudou a dar os primeiros passos no doutorado, inicialmente me recebeu como sua co-orientada, me auxiliou no projeto da tese e da metodologia das coletas, com todo seu conhecimento me direcionou para traçar este caminho, mas que por circunstâncias da vida não pode continuar me acompanhando e co-orientando, no entanto, contribuiu bastante para que eu me tornasse uma pessoa com maior poder de tomada de decisão e independente.

Com um carinho especial a Professora Dr<sup>a</sup>. Gesilene Mendonça de Oliveira e hoje amiga, pelos ensinamentos acadêmicos, pelo incentivo, apoio e acolhimento desde a minha entrada no doutorado até os dias de hoje, por sempre estar presente e/ou me acompanhando (mesmo que distante fisicamente) em momentos importantes da minha jornada profissional e acadêmica; além da disposição para me dar atenção, conselhos e ajuda no que fosse preciso, inclusive na vida pessoal. Por me receber nos momentos de desespero em sua casa. É um exemplo de perseverança e dedicação. Muito obrigada por todas as orientações!

Aos amigos que fiz no laboratório pela atenção e carinho dispensados: a técnica Elizete Amorim principalmente, as professoras Sin Huei Wang e Cristiane Hess. As companheiras do ToxMar que de alguma forma ajudaram nesta pesquisa: Tayane Martins de Souza (estagiária), Luíza Camargo Renó, Mayla Monique dos Santos Leite e Juliana Oliveira estas últimas bolsistas de iniciação científica.

Aos queridos Dr. Armando Sales e Professora Aparecida Alves do Nascimento, amigos que levo em meu coração por toda a contribuição que até hoje me dão, pela base acadêmica que me forneceram, os ensinamentos que me passaram, a ajuda com as fotografias e as escalas da tese, a assistência tanto profissional como pessoal/emocional que muitas vezes até hoje me oferecem, pela lição de vida de verdadeiros amigos que aprendi a ter e a ser com eles, pelos modelos de inspiração e motivação para o ingresso na carreira docente.

Aos pesquisadores Tatiana Pires Teixeira Neves e Leonardo Mitrano Neves, especialmente por dedicarem um tempo em me auxiliar com o tratamento dos dados estatísticos da tese, esta ajuda foi essencial.

Ao casal de Professores e amigos (pena que estreitamos este laço de amizade já no final do doutorado, mas permanecerá) José Lucena Barbosa Junior e Maria Ivone Martins Jacintho Barbosa que contribuem para o aperfeiçoamento do meu trabalho e da minha vida profissional com sugestões e orientações, com suas próprias experiências e com os conhecimentos que vêm adquirindo ao longo do tempo. A ajuda do Professor Lucena com o computador na fase final de escrita da tese foi importantíssima para a conclusão do trabalho. A dedicação e atenção com que a Coordenadora da Pós-graduação Dr<sup>a</sup> Maria Ivone vem dando ao nosso curso é fundamental para que ele se consolide permanentemente, deixando para a Universidade um legado de trabalho democrático e participativo com os discentes.

Aos membros da minha banca de qualificação que contribuíram com críticas construtivas para aprimoramento do meu trabalho de tese: Professora Dr<sup>a</sup> Gleyci A. de Oliveira Moser, Pesquisadora Dr<sup>a</sup> Maria Helena Baeta Neves, Professora Dr<sup>a</sup> Gesilene Mendonça de Oliveira e Professor Dr. Hércio Borba.

As pesquisadoras Fernanda R. Pidras e Maria Helena B. Neves que me receberam no IEAPM seus locais de trabalho para auxiliarem com a etapa da microscopia para a identificação dos dinoflagelados e com a reorganização do projeto de pesquisa, mediante obstáculos que surgiram ao longo deste percurso.

Um importante agradecimento a cinco pessoas que sem saber participaram do aprendizado técnico mais importante da minha tese, me forneceram o conhecimento para que eu pudesse concluir o trabalho de pesquisa e entender com mais clareza o mundo dos dinoflagelados e das ficotoxinas: Professora Dr<sup>a</sup> Denise Rivera Tenenbaum e Professor Dr. Paulo Sergio Salomon que ministraram a disciplina de Fitoplâncton Marinho na UFRJ, permitindo que eu participasse das aulas e o Dr. Paulo Vale, Dr.

Pedro Costa e a pesquisadora Teresa Equential que me receberam no IPMAR em Portugal e me ensinaram de forma bem enxuta a importância do meu trabalho e como eu deveria abordá-lo. Não posso deixar de fazer um agradecimento fraterno a Zelita Vale que me recebeu com todo carinho em sua casa lá em Portugal, durante o período de treinamento para as ficotoxinas.

A minha eterna gratidão à amiga, companheira e cumadre Renata Luciana Ferreira da Silva que me ajudou nos momentos mais críticos do doutorado, culminando com o nascimento do meu filho Flávio, pessoa que não mediu esforços para que eu pudesse continuar lutando pela realização das tarefas, muito obrigada pela assistência aos meus filhos, especialmente o meu recém-nascido para que eu pudesse ir para a UFRRJ e fazer as disciplinas.

Aos demais docentes e funcionários do Instituto de Tecnologia pela paciência e solicitude nos momentos necessários: Dr<sup>a</sup>. Mônica Pagani, Dr<sup>a</sup>. Verônica Lobato e Dr<sup>a</sup>. Elisa Rocha, Júlio e Josane.

Aos amigos que conquistei e dividi momentos de alegria e de aflições durante estes quatro anos, companheiros de atividades que foram para minha casa fazer grupos de estudos e se disponibilizaram em contribuir com o que possível, representando o gênero masculino cito o Juarez Vicente e o gênero feminino cito a Gisele Lara. E aqueles que permanecem desde a graduação ou mestrado convivendo comigo, me apoiando e torcendo por mim: Vívian de Assunção Nogueira e Rafael Jardim Albieri.

Ao técnico de informática Rômulo que diversas vezes salvou meu computador, antes do último suspiro e toda vez que eu chegava lá depositando toda minha confiança no trabalho dele, ele sempre me orientava a fazer um backup para não perder meus dados.

Ao pescador Marlom que se manteve firme na jornada longa e cansativa das coletas, com paciência em nos explicar diversos porquês deste ecossistema maravilhoso e especial e pela sabedoria da sua atividade prática contribuindo para o sucesso das coletas em face aos diversos desafios e intempéries ambientais.

Ao meu cunhado Flávio Lopes que com sua prática de gestor e experiência em qualidade contribuiu com seus conhecimentos para corrigir o fluxograma criado nesta tese.

A Secretaria de Meio Ambiente, Agricultura e Pesca de São Pedro da Aldeia na gestão do Prefeito Carlindo Filho que ajudou de diversas formas para a execução deste trabalho.

Enfim a todos que me ajudaram para este momento tão importante e especial. Inclusive os nomes que não foram citados, pois graças à Deus são inúmeros os anjos bons na minha trajetória, sendo assim me perdoem por algum eventual lapso de memória, mas sintam-se homenageados e considerem que nesta altura do campeonato a mente cansada não permite a perfeição de lembrar de completamente tudo e todos!

Para finalizar:

- FERNANDO, não seria tão especial sem a sua indispensável e insubstituível participação, você que me mantém firme e de pé, incentivando diariamente sem perder o foco, apesar de todas as dificuldades que surgem e às vezes parecem até que são prioridades em relação à conclusão da tese, disponibilizando seu tempo para me ajudar nas minhas obrigações de coleta, de planilha de dados, de planilha de projetos, de mãe, de dona de casa, de ser humano, você que com tanta sabedoria e admirável paciência

convive harmonicamente com os meus devaneios, sonhos, irritações e felicidades e sabe o momento exato de interceder para o nosso bem maior. Este trabalho é um dos nossos bons resultados. Obrigada pela atenção, paixão, companheirismo, carinho e amor dedicado a mim, a nossa família, a nós..... Você é inexplicavelmente admirável, esta tese é mérito do nosso esforço, das nossas abdições e do nosso sonho de vida melhor a cada dia.

## BIOGRAFIA

Thatiana da Paz Ribeiro Lopes, filha de Candido da Luz Ribeiro de Souza e Maria Valduleide Francisca da Paz, mãe de Fabianno Paz Gaspar Júnior e Flávio Paz Ribeiro Lopes, casada com Fernando Luiz da Silva Lopes, nasceu em 11 de junho de 1982, no município de Cabo Frio ó Rio de Janeiro.

Ingressou na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), no curso de Medicina Veterinária no ano de 2001, tendo concluído em 2007. No final do primeiro período da graduação em Medicina Veterinária foi convidada a estagiar na área de Histologia e Embriologia Animal, onde exerceu a função no período de 01 de fevereiro de 2002 a 31 de dezembro de 2003, sob a orientação do professor Vinícius Rezende Ribeiro. Foi monitora na mesma área de 01 de junho de 2005 até 08 de agosto de 2006, sob a orientação do professor Armando Sales. Em agosto de 2006 passou a ser bolsista de Iniciação Científica do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica ó (PIBIC/CNPq - UFRuralRJ) até 2007, também sob a orientação do professor Armando Sales.

No decorrer do curso de Medicina Veterinária estagiou em outras áreas: Consultório de Pequenos Animais, sob a orientação da Médica Veterinária autônoma Selma Coutinho; Parasitologia Animal, sob a orientação da Professora Rita de Cássia Alves Alcântara Menezes (04/11/2002 ó 14/11/2003); Doenças Parasitárias, sob a orientação do Professor Argemiro Sanavria (7/2005 - 11/2006) e Hospital de Grandes Animais, sob a orientação do Professor Gilberto Botelho (01/2006 ó 06/2006), porém sua escolha foi direcionada para área de Histologia e Embriologia.

A dedicação para as atividades científicas tiveram início no ano de 2003, através do estágio na Parasitologia Animal da UFRRJ, depois iniciou atividades desta categoria na Histologia e Embriologia. Desde essa época tem submetido trabalhos e resumos para publicação em revistas científicas, anais de congressos, conferências, fóruns, reuniões e semanas acadêmicas de produção científica.

Ingressou no curso de Pós-graduação em Biologia Animal em nível mestrado (Stricto sensu) na UFRRJ em março 2007, tendo concluído em abril 2009. Neste período foi bolsista CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

Atuou como instrutora de idiomas da língua inglesa em 2007.

Em 2010 retornou a UFRRJ ingressando no Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos em nível de doutorado (Stricto sensu). Inicialmente foi bolsista do REUNI e posteriormente CAPES.

Entre o mestrado e o doutorado iniciou a carreira profissional trabalhando na Secretaria de Meio Ambiente, Agricultura e Pesca do município de São Pedro da Aldeia, local que passou a morar no final de mestrado, atuando como Diretora de Pesca.

## RESUMO

RIBEIRO-LOPES, Thatiana da Paz. **Caracterização da Ocorrência de Dinoflagelados Potencialmente Nocivos em Áreas Destinadas a Captura de Pescado na Lagoa de Araruama, RJ, Brasil.** 2014. 110p Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Ciência de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

Os dinoflagelados fazem parte do fitoplâncton marinho, são formados por organismos fotossintetizantes (autotróficos, heterotróficos ou mixotróficos), produtores de oxigênio tanto para a biota marinha quanto terrestre. Estes organismos são a principal fonte de alimento para microcrustáceos, camarões, moluscos bivalves (ostras, mexilhões), peixes pelágicos entre outros organismos filtradores. Desta forma exercendo grande influência positiva na pesca. Apesar da correlação positiva entre o fitoplâncton e o pescado, o fitoplâncton pode causar grandes prejuízos à indústria pesqueira quando ocorrem florações de algas nocivas (FANs). A floração é um aumento exagerado do número de células do fitoplâncton marinho. As possíveis causas das FANs são: eutrofização; mudanças nas condições ambientais; desmatamento demanguezais; bioinvasão por mudanças nas correntes marinhas superficiais ou por introdução antrópica (água de lastro e maricultura). As consequências das FANs podem ser gravíssimas como, por exemplo: efeitos deletérios na biota (depleção de oxigênio e produção de ictiotoxinas); prejuízos nas atividades extrativas e de cultivo; prejuízos nas atividades de recreação; nas atividades de turismo (perigo de contaminação química); na qualidade de águas e principalmente na saúde pública pela produção de ficotoxinas, causando os envenenamentos. O objetivo desta pesquisa foi caracterizar a ocorrência de dinoflagelados potencialmente nocivos na Lagoa de Araruama, RJ - Brasil, durante o período de um ano. Entre setembro de 2011 e agosto 2012 foram realizadas coletas mensais em dois pontos da lagoa, por meio de arrasto vertical de rede de plâncton com 20 µm de malha. As amostras foram fixadas com formol neutralizado 4% e posteriormente identificadas por meio de microscopia invertida de campo claro. Foram verificados dados ambientais de temperatura, salinidade, profundidade. Identificou-se 44 morfotipos de dinoflagelados, distribuídos em 10 gêneros. Destes 44 morfotipos 13 pertencem ao grupo dos dinoflagelados potencialmente nocivos: *Dinophysis* cf. *acuminata*, *Dinophysis* cf. *fortii*, *Dinophysis* cf. *tripos*, *Gonyaulax* cf. *polyedra*, *Gonyaulax* cf. *spinifera*, *Heterocapsa* cf. *niei*, *Prorocentrum* cf. *balticum*, *Prorocentrum* cf. *concovum*, *Prorocentrum* cf. *emarginatum*, *Prorocentrum* cf. *lima*, *Prorocentrum* cf. *mexicanum*, *Prorocentrum* cf. *micans*, *Scropsiella* cf. *trochoidea*. A salinidade média em P1 foi de 37,61 e em P2 foi de 49,11. A temperatura média variou de 23,12 °C em P1 a 24,86 °C em P2. A profundidade média em P1 foi de 1,93 m e de 2,81 m em P2. As espécies mais frequentes e também mais abundantes foram: *Prorocentrum mexicanum* em P1 e *Heteroacapsa niei* em P2. As maiores riquezas foram atribuídas aos gêneros: *Prorocentrum* e *Dinophysis* em ambos os pontos de coleta. Houve diferença significativa para a distribuição espacial das espécies potencialmente nocivas, mas não houve diferença significativa para a distribuição sazonal entre os pontos de coleta. A salinidade e a profundidade foram os principais fatores abióticos correlacionados aos grupos taxômicos identificados na Lagoa de Araruama.

**Palavras-chave:** Toxinas marinhas, Fitoplâncton tóxico, Lagoa hipersalina.

## ABSTRACT

RIBEIRO-LOPES, Thatiana da Paz. **Characterization of Potentially Harmful Dinoflagellates occurred in Areas Intended to Capture the Fin fish Lagoon Araruama, RJ, Brazil.** 2014. 110p Thesis (Doctorate in Science and Food Technology, Food Science). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

The dinoflagellates are part of marine phytoplankton, are formed by photosynthetic organisms (autotrophic, heterotrophic or mixotróficos), producing oxygen for both the marine as terrestrial biota. These organisms are the primary food source for microcrustaceans, shrimp, bivalve molluscs (oysters, mussels), pelagic fish and other filter feeding organisms. Thus exerting great positive influence on fishing. Despite the positive correlation between phytoplankton and fish, phytoplankton can cause great damage to the fishing industry when harmful algal blooms (HABs) occur. Flowering is an exaggerated increase in the number of cells of marine phytoplankton. Possible causes of HABs are: eutrophication, changes in environmental conditions; demanguezais deforestation; bioinvasion by changes in surface ocean currents or anthropogenic introduction (ballast water and mariculture). The consequences of FANs can be very serious, such as: deleterious effects on biota (depletion of oxygen and production of ictiotoxinas); losses in extractive activities and cultivation; losses during recreation, in tourism activities (risk of chemical contamination), on water quality and public health mainly in the production of phycotoxins, causing poisoning. The objective of this research was to characterize the occurrence of potentially harmful dinoflagellates in Araruama Lagoon, RJ - Brazil, during the period of one year. Between september 2011 and august 2012 monthly samples were taken at two points in the lagoon, through vertical drag of placton 20  $\mu\text{m}$  in mesh network. The samples were fixed with 4% neutralized formalin and subsequently identified by inverted light field microscopy. Environmental data on temperature, salinity, depth were observed. 44 morphotypes of dinoflagellates, distributed in 10 genera were identified. 13 of these 44 morphotypes belong to the group of potentially harmful dinoflagellates: *Dinophysis* cf. *acuminata*, *Dinophysis* cf. *fortii*, *Dinophysis* cf. *tripos*, *Gonyaulax* cf. *polyedra*, *Gonyaulax* cf. *spinifera*, *Heterocapsa* cf. *niei*, *Prorocentrum* cf. *balticum*, *Prorocentrum* cf. *concovum*, *Prorocentrum* cf. *emarginatum*, *Prorocentrum* cf. *lima*, *Prorocentrum* cf. *mexicanum*, *Prorocentrum* cf. *micans*, *Scropsiella* cf. *trochoidea*. The average salinity was 37,61 in P1 and P2 was 49,11. The average temperature ranged from 23,12 °C in P1 to 24,86 °C in P2. The average depth in P1 was 1,93 m and 2,81 m in P2. The most frequent and also most abundant species were: *Prorocentrum mexicanum* in P1 and P2 in *Heteroacapsa niei*. The greatest riches were assigned to the genus: *Prorocentrum* and *Dinophysis* at both collection points. There was a significant difference in the spatial distribution of potentially nocicas species, but there was no significant difference in the seasonal distribution between the collection points. The salinity and depth were the main abiotic factors correlated to taxômicos groups identified in Araruama Lagoon.

**Key words:** Marine toxins, Toxic phytoplankton, Hypersaline lagoon

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Espécies de dinoflagelados potencialmente nocivos presentes em P1 e P2 da Lagoa de Araruama durante o período de um ano (setembro de 2011 a agosto de 2012). Unidade: células/litro (céls./l). P1=Cabo Frio; P2=São Pedro da Aldeia. Set. P=setembro-primavera; Out. P=outubro-primavera; Nov. P=novembro-primavera; Dez. V=dezembro-verão; Jan. V=janeiro-verão; Fev. V=fevereiro-verão; Mar. O=março-outono; Abr. O=abril-outono; Maio O=maio-outono; Jun. I=junho-inverno; Jul. I=julho-inverno; Ago. I=agosto-inverno.	30
<b>Tabela 2.</b> Tabela de ANOVA. Valores de F (ANOVA bi-fatorial) e teste de Tukey das comparações entre os pontos de coleta ao longo do período de um ano e interações com variáveis ambientais na Lagoa de Araruama, (p 0,05). P1=Cabo Frio; P2=São Pedro da Aldeia.	68
<b>Tabela 3.</b> Tabela 3. Tabela de média e desvio padrão das variáveis ambientais nos dois pontos de coleta da Lagoa de Araruama. P1=Cabo Frio; P2=São Pedro da Aldeia.	68
<b>Tabela 4:</b> Resultados do ANOSIM (valor de R e nível de significância) e análise do SIMPER para abundância das espécies nos dois pontos da Lagoa de Araruama. P1=Cabo Frio; P2=São Pedro da Aldeia.	78
<b>Tabela 5:</b> Espécies discriminantes de cada ponto na Lagoa de Araruama, utilizando a análise de SIMPER. P1=Cabo Frio; P2=São Pedro da Aldeia.	79

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Distribuição mundial de surtos de intoxicações por toxinas paralisantes de bivalves (pontos pretos) e de ciguatera (zona sombreada). Dados da WHO (1984); HALSTEAD; SCHANTZ (1984); LUPIN (1992). <b>Fonte:</b> FAO Documento Técnico sobre as Pescas, 2004. Garantia de qualidade dos produtos da pesca. HUSS, 1997.	13
<b>Figura 2:</b> Fluxograma de um monitoramento de biotoxinas marinhas em ambiente aquático. Adaptado por Ribeiro-Lopes, T. P. & Lopes, F. L. S., 2013.	18
<b>Figura 3:</b> Artes de pesca artesanal da Lagoa de Araruama, foto tirada no período de coleta de fitoplâncton marinho para a presente tese de doutorado. Foto tirada por Ribeiro-Lopes, T. P., 2012.	19
<b>Figura 4:</b> Uma das espécies de peixe encontrada na Lagoa de Araruama, em junho 2011. Foto tirada pelo pescador Marlom, membro da associação de pescadores da Praia da Pitória (ponto de saída da embarcação das coletas).	21
<b>Figura 5:</b> Episódios de mortandade de pescado na Lagoa de Araruama nos últimos anos. a) Peixes mortos na Lagoa de Araruama, em foto do O Globo, 26/01/2009. Foto retirada de site, disponível em: < <a href="http://www.ecodebate.com.br/2009/02/02/mortandade-de-peixes-na-lagoa-de-araruama-rio-de-janeiro-pode-se-repetir-nos-proximos-dois-anos/">http://www.ecodebate.com.br/2009/02/02/mortandade-de-peixes-na-lagoa-de-araruama-rio-de-janeiro-pode-se-repetir-nos-proximos-dois-anos/</a> >. Acesso em: 22 jan. 2014. b) Mortandade ocorrida em 2011. Foto retirada de site, disponível em: < <a href="http://oglobo.globo.com/participe/mat/2011/08/25/desequilibrio-ambiental-causa-morte-de-peixes-na-lagoa-de-araruama-925208402.asp">http://oglobo.globo.com/participe/mat/2011/08/25/desequilibrio-ambiental-causa-morte-de-peixes-na-lagoa-de-araruama-925208402.asp</a> >. Acesso em: 22 jan. 2014.	22
<b>Figura 6:</b> Orientações básicas de taxonomia de dinoflagelados. A) célula desmoconte; B) célula dinoconte; C) tabulação das placas tecais de um dinoflagelado em visão ventral, onde: (Po) poro apical, (∅) placas apicais, (∅∅) placas pré cingulares, (∅∅∅) pós-cingulares, (∅∅∅∅) antapicais; D) dinoflagelado atecado onde (Ch) cloroplastos, (N) núcleo; E) dinoflagelado tecado em visão apical onde: (a) placas intercalares anteriores; F) dinoflagelado tecado em visão antapical onde: (S) sulcus. Ilustrações adaptadas de Tomas (1997). <b>Fonte:</b> OLIVEIRA, 2009.	24
<b>Figura 7:</b> Lagoa de Araruama, imagem retirada do Google Earth. Pontos de amostragem: P1 (Cabo Frio), P2 (São Pedro da Aldeia).	25
<b>Figura 8:</b> Coleta das amostras de fitoplâncton com rede de plâncton 20 µm, na Lagoa de Araruama. Fotos tiradas por Lopes, F. L. S., 2012.	26
<b>Figura 9:</b> a) Frascos foscos com bartok utilizados para armazenar as amostras de fitoplâncton. b) Utilização de refratômetro para verificar a salinidade. Fotos tiradas pelo pescador Marlom, 2011.	27
<b>Figura 10:</b> Identificação dos táxons de dinoflagelados presentes na Lagoa de Araruama por meio de microscópio óptico invertido de campo claro. Foto tirada por Amorim, E., 2012.	28
<b>Figura 11:</b> Fotomicrografias de <i>Dinophysis cf. acuminata</i> . a) Aumento de 200x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm. Podem ser visualizadas aréolas em toda superfície e região posterior arredondada.	32
<b>Figura 12:</b> Fotomicrografia de <i>Dinophysis cf. fortii</i> , aumento de 200x, escala de 10 µm.	33

<b>Figura 13:</b> Fotomicrografias de <i>Dinophysis cf. tripos</i> . a) Aumento de 200x, escala de 20 µm. b) Aumento de 400x, escala de 20 µm.	34
<b>Figura 14:</b> Fotomicrografias de <i>Lingulodinium cf. polyedrum</i> . a) Aumento de 400x, escala de 10 µm. b) Aumento de 400x, escala de 10 µm.	34
<b>Figura 15:</b> Fotomicrografias de <i>Gonyaulax cf. spinifera</i> . a) Aumento de 200x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm.	35
<b>Figura 16:</b> Fotomicrografias de <i>Heterocapsa cf. niei</i> . a) Aumento de 400x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm.	36
<b>Figura 17:</b> Fotomicrografias de <i>Prorocentrum cf. balticum</i> . a) Aumento de 200x, escala de 10 µm. b) Aumento de 400x, escala de 10 µm.	37
<b>Figura 18:</b> Fotomicrografias de <i>Prorocentrum cf. concavum</i> . a) Aumento de 200x, escala de 10 µm. b) Aumento de 400x, escala de 10 µm.	37
<b>Figura 19:</b> Fotomicrografias de <i>Prorocentrum cf. emarginatum</i> . a) Aumento de 400x, escala de 10 µm. b) Aumento de 400x, escala de 10 µm. c) Aumento de 200x, escala de 10 µm.	38
<b>Figura 20:</b> Fotomicrografias de <i>Prorocentrum cf. lima</i> . a) Aumento de 200x, escala de 10 µm. b) Aumento de 400x, escala de 10 µm.	39
<b>Figura 21:</b> Fotomicrografias de <i>Prorocentrum cf. mexicanum</i> . a) Aumento de 400x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm. c) Aumento de 200x, escala de 10 µm. d) Aumento de 400x, escala de 10 µm.	40
<b>Figura 22:</b> Fotomicrografia de um aglomerado de <i>Prorocentrum cf. mexicanum</i> , no mês de outubro, período de maior número de células encontrado da espécie. Provavelmente uma floração. Aumento de 200x, escala de 10 µm.	41
<b>Figura 23:</b> Fotomicrografias de <i>Prorocentrum cf. micans</i> . a) Aumento de 400x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm. c) Aumento de 400x, escala de 10 µm. d) Aumento de 200x, escala de 10 µm.	42
<b>Figura 24:</b> Fotomicrografias de <i>Scrippsiella cf. trochoidea</i> . a) Aumento de 200x, escala de 10 µm. b) Aumento de 400x, escala de 10 µm.	43
<b>Figura 25:</b> Fotomicrografias de <i>Ceratium cf. declinatum</i> . a) Aumento de 200x, escala de 20 µm. b) Aumento de 200x, escala de 20 µm.	44
<b>Figura 26:</b> Fotomicrografias de <i>Ceratium cf. furca</i> . a) Aumento de 200x, escala de 20 µm. b) Aumento de 400x, escala de 20 µm. c) Aumento de 200x, escala de 20 µm. d) Aumento de 200x, escala de 20 µm.	45
<b>Figura 27:</b> Fotomicrografias de <i>Ceratium cf. Kofoidii</i> . Aumento de 400x, escala de 20 µm.	46
<b>Figura 28:</b> Fotomicrografias de <i>Ceratium cf. symmetricum</i> . Aumento de 400x, escala de 20 µm.	47
<b>Figura 29:</b> Fotomicrografias de <i>Ceratium cf. trichoceros</i> . Aumento de 100x.	48
<b>Figura 30:</b> Fotomicrografias de <i>Ceratium cf. tripos</i> . a) Aumento de 200x, escala de 20 µm. b) Aumento de 200x, escala de 20 µm.	48
<b>Figura 31:</b> Fotomicrografias de <i>Dinophysis cf. dens</i> . a) Aumento de 400x, escala de 10 µm. b) Aumento de 400x, escala de 10 µm. c) Aumento de 200x, escala de 10 µm.	49
<b>Figura 32:</b> Fotomicrografias de <i>Gonyaulax</i> spp. a) <i>Gonyaulax</i> sp1, aumento de 200x, escala de 10 µm. b) <i>Gonyaulax</i> sp1 aumento de 400x, escala de 10 µm. c) <i>Gonyaulax</i> sp2 aumento de 200x, escala de 10 µm.	50
<b>Figura 33:</b> Fotomicrografias de <i>Gonyaulax cf. scrippsae</i> . a) Aumento de 200x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm.	51

<b>Figura 34:</b> Fotomicrografias de <i>Heterocapsa cf. triquetra</i> . a) Aumento de 200x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm.	51
<b>Figura 35:</b> Fotomicrografias de <i>Ostreopsis</i> sp1. a) Aumento de 400x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm. c) Aumento de 200x, escala de 10 µm. d) Aumento de 200x, escala de 10 µm.	53
<b>Figura 36:</b> Fotomicrografias de <i>Ostreopsis</i> sp2. a) Aumento de 200x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm.	53
<b>Figura 37:</b> Fotomicrografias de <i>Oxyphysis cf. oxytoides</i> . a) Aumento de 200x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm. c) Aumento de 200x, escala de 10 µm. d) Aumento de 200x, escala de 10 µm.	54
<b>Figura 38:</b> Fotomicrografias de <i>Oxyphysis</i> sp1. a) Aumento de 200x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm. Célula apresenta a extremidade da hipoteca reta.	55
<b>Figura 39:</b> Fotomicrografias de <i>Oxyphysis</i> sp2. a) Aumento de 200x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm. Célula apresenta extremidade arredondada.	55
<b>Figura 40:</b> Fotomicrografias de <i>Oxytoxum</i> spp. a) Aumento de 200x, escala de 10 µm.	56
<b>Figura 41:</b> Fotomicrografias de <i>Prorocentrum cf. compressum</i> . a) Aumento de 200x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm. c) Aumento de 400x, escala de 10 µm. d) Aumento de 200x, escala de 10 µm.	57
<b>Figura 42:</b> Fotomicrografias de <i>Prorocentrum cf. gracile</i> . a) Aumento de 400x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm.	58
<b>Figura 43:</b> Fotomicrografias de <i>Prorocentrum cf. scutellum</i> . a) Aumento de 400x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm.	58
<b>Figura 44:</b> Fotomicrografias de <i>Prorocentrum cf. triestinum</i> . a) Aumento de 200x, escala de 10 µm. b) Aumento de 400x, escala de 10 µm.	59
<b>Figura 45:</b> Fotomicrografias de <i>Protoperidinium cf. brevipes</i> , aumento de 200x, escala de 10 µm.	60
<b>Figura 46:</b> Fotomicrografias de <i>Protoperidinium cf. claudicans</i> , aumento de 200x, escala de 10 µm.	61
<b>Figura 47:</b> Fotomicrografias de <i>Protoperidinium cf. conicum</i> . a) Aumento de 400x, escala de 10 µm.	62
<b>Figura 48:</b> Fotomicrografias de <i>Protoperidinium cf. divergens</i> . a) Aumento de 400x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm.	62
<b>Figura 49:</b> Fotomicrografias de <i>Protoperidinium cf. oblongum</i> . a) Aumento de 400x, escala de 10 µm.	63
<b>Figura 50:</b> Fotomicrografias de <i>Protoperidinium cf. oceanicum</i> . a) Aumento de 200x, escala de 10 µm.	64
<b>Figura 51:</b> Fotomicrografias de <i>Protoperidinium cf. pallidum</i> . a) Aumento de 400x, escala de 10 µm.	65
<b>Figura 52:</b> Fotomicrografias de <i>Protoperidinium cf. pellucidum</i> . a) Aumento de 400x, escala de 10 µm.	66
<b>Figura 53:</b> Fotomicrografias de <i>Protoperidinium cf. oviforme</i> . a) Aumento de 400x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm.	66
<b>Figura 54:</b> Fotomicrografias de <i>Scrippsiella</i> spp. a) Aumento de 400x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm.	67

<b>Figura 55:</b> Temperatura (°C) nos pontos de coleta ao longo do período de um ano (setembro 2011 a agosto 2012). SPA=São Pedro da Aldeia; CF=Cabo Frio; SP=Setembro-primavera; OP=Outubro-primavera; NP=Novembro-primavera; DV=Dezembro-verão; JV=Janeiro-verão; FV=Fevereiro-verão; MrO=Março-outono; AO=Abril-outono; MiO=Maio-outono; JnI=Junho-inverno; JII=Julho-inverno; AI=Agosto-inverno.	69
<b>Figura 56:</b> Salinidade nos pontos de coleta ao longo do período de um ano (setembro 2011 a agosto 2012). SPA=São Pedro da Aldeia; CF=Cabo Frio; SP=Setembro-primavera; OP=Outubro-primavera; NP=Novembro-primavera; DV=Dezembro-verão; JV=Janeiro-verão; FV=Fevereiro-verão; MrO=Março-outono; AO=Abril-outono; MiO=Maio-outono; JnI=Junho-inverno; JII=Julho-inverno; AI=Agosto-inverno.	70
<b>Figura 57:</b> Profundidade nos pontos de coleta ao longo do período de um ano (setembro 2011 a agosto 2012). SPA=São Pedro da Aldeia; CF=Cabo Frio; SP=Setembro-primavera; OP=Outubro-primavera; NP=Novembro-primavera; DV=Dezembro-verão; JV=Janeiro-verão; FV=Fevereiro-verão; MrO=Março-outono; AO=Abril-outono; MiO=Maio-outono; JnI=Junho-inverno; JII=Julho-inverno; AI=Agosto-inverno.	70
<b>Figura 58:</b> Abundância das espécies ( <i>D. acuminata</i> , <i>D. tripos</i> , <i>H. niei</i> , <i>G. polyedra</i> , <i>G. spinifera</i> e <i>P. balticum</i> ) de dinoflagelados potencialmente nocivos em P1 da Lagoa de Araruama ao longo do período de um ano.	72
<b>Figura 59:</b> Abundância das espécies ( <i>P. concavum</i> , <i>P. emarginatum</i> , <i>P. lima</i> , <i>P. mexicanum</i> , <i>P. micans</i> e <i>S. trochoidea</i> ) de dinoflagelados potencialmente nocivos em P1 da Lagoa de Araruama ao longo do período de um ano.	73
<b>Figura 60:</b> Abundância das espécies ( <i>D. acuminata</i> , <i>D. fortii</i> , <i>H. niei</i> , <i>P. balticum</i> , <i>P. emarginatum</i> e <i>P. lima</i> ) de dinoflagelados potencialmente nocivos em P2 da Lagoa de Araruama ao longo do período de um ano.	75
<b>Figura 61:</b> Abundância das espécies ( <i>P. mexicanum</i> , <i>P. micans</i> e <i>S. trochoidea</i> ) de dinoflagelados potencialmente nocivos em P2 da Lagoa de Araruama ao longo do período de um ano.	76
<b>Figura 62:</b> Diagrama de ordenação pelo método MDS baseado nos dados de presença/ausência das espécies potencialmente nocivas coletas nos dois pontos de coleta da Lagoa de Araruama, codificadas para estações do ano. P1P=Cabo Frio-Primavera; P1V=Cabo Frio-Verão; P1O=Cabo Frio-Outono; P1I=Cabo Frio-Inverno; P2P=São Pedro da Aldeia-Primavera; P2V= São Pedro da Aldeia-Verão; P2O= São Pedro da Aldeia-Outono; P2I= São Pedro da Aldeia-Inverno.	77
<b>Figura 63:</b> Diagrama de ordenação pelo método MDS baseado nos dados de presença/ausência das espécies potencialmente nocivas coletas nos dois pontos de coleta da Lagoa de Araruama. P1=Cabo Frio; P2=São Pedro da Aldeia.	78
<b>Figura 64:</b> Percentual de dinoflagelados potencialmente nocivos da Lagoa de Araruama em P1 ao longo do período de um ano.	80
<b>Figura 65:</b> Percentual de dinoflagelados potencialmente nocivos da Lagoa de Araruama em P2 ao longo do período de um ano.	81
<b>Figura 66:</b> a) Análise de redundância baseada em distância dbRDA das relações entre a comunidade de dinoflagelados potencialmente nocivos e as variáveis ambientais selecionadas (temperatura, salinidade e profundidade). b) As amostras foram codificadas com relação aos locais P1 (Cabo Frio) e P2 (São Pedro da Aldeia) e as espécies potencialmente nocivas.	83

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	01
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b>	04
2.1 O Pescado	04
2.1.1 Valor nutricional	05
2.1.2 Produção nacional de pescado 2011	05
2.1.3 Pescado na alimentação humana	06
2.1.4 Qualidade do pescado marinho	07
2.2 Influência do Meio Ambiente no Pescado e na Produção da Toxina	09
2.3 Toxinas como Perigo Químico aos Consumidores de Pescado	09
2.3.1 Ciguatera ( <i>Ciguatera Fish Poisoning</i> ó CFP)	11
2.3.2 Envenenamento paralisantes por moluscos (EPM) ou síndrome da paralisia ( <i>Paralytic Shellfish Poisoning</i> ó PSP)	12
2.3.3 Envenenamento diarréico por moluscos (EDM) ou síndrome da diarreia ( <i>Diarrhetic Shellfish Poisoning</i> ó DSP)	14
2.3.4 Envenenamento neurotóxico por moluscos (ENM) ou síndrome neurotóxica ( <i>Neurotoxic Shellfish Poisoning</i> ó NSP)	15
2.3.5 Envenenamento azaspirácido de moluscos (EAM) ( <i>Azaspiracid Shellfish Poisoning</i> ó AZP)	15
2.3.6 Controle das doenças causadas pelas ficotoxinas marinhas	16
2.4 Lagoa de Araruama	19
2.4.1 Recursos pesqueiros da lagoa de Araruama	20
2.4.2 Microalgas encontradas na lagoa de Araruama	21
2.5 Aspectos Taxonômicos Gerais dos Dinoflagelados	22
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b>	25
3.1 Área de Estudos	25
3.2 Delineamento Amostral	26
3.2.1 Pontos de coleta	26
3.2.2 Obtenção de amostras	26
3.3 Identificação dos Dinoflagelados	27
3.4 Tratamento Estatístico dos Dados	28
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	29
4.1 Dinoflagelados Potencialmente Nocivos Identificados na Lagoa de Araruama	31
4.1.1 <i>Dinophysis acuminata</i> Claparède & Lachmann, 1859 (Figura 11)	31
4.1.2 <i>Dinophysis fortii</i> Pavillard, 1923 (Figura 12)	32
4.1.3 <i>Dinophysis tripos</i> Gourret, 1883 (Figura 13)	33
4.1.4 <i>Lingulodinium polyedrum</i> (Stein) Dodge, 1989 (Figura 14)	34
4.1.5 <i>Gonyaulax spinifera</i> (Claparède & Lachmann) Diesing, 1866 (Figura 15)	35
4.1.6 <i>Heterocapsa niei</i> (Loeblich) Morrill & Loeblich III, 1981 (Figura 16)	35
4.1.7 <i>Prorocentrum balticum</i> (Lohmann) Loeblich III, 1970 (Figura 17)	36
4.1.8 <i>Prorocentrum concavum</i> Fukuyo, 1981 (Figura 18)	37
4.1.9 <i>Prorocentrum emarginatum</i> Fukuyo, 1981 (Figura 19)	38

4.1.10 <i>Prorocentrum lima</i> (Ehrenberg) F. Stein, 1878 ó Segundo HABs, 2013 (Figura 20)	39
<i>Prorocentrum lima</i> (Ehrenberg) Dodge, 1975 ó Segundo Tomas, 1997 (Figura 20)	
4.1.11 <i>Prorocentrum mexicanum</i> Tafall, 1942 (Figura 21)	39
4.1.12 <i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg, 1834 (Figura 23)	42
4.1.13 <i>Scrippsiella trochoidea</i> (Stein) Loeblich III 1976 (Figura 24)	42
4.2 Demais Dinoflagelados Identificados na Lagoa de Araruama	43
4.2.1 <i>Ceratium declinatum</i> (Karsten) Jörgensen, 1911 (Figura 25)	43
4.2.2 <i>Ceratium furca</i> (Ehrenberg) Claparède & Lachmann, 1859 (Figura 26)	44
4.2.3 <i>Ceratium Kofoidii</i> Jorgensen, 1911 (Figura 27)	45
4.2.4 <i>Ceratium symmetricum</i> Pavillard, 1905 (Figura 28)	46
4.2.5 <i>Ceratium trichoceros</i> (Ehrenberg) Kofoid, 1908 (Figura 29)	47
4.2.6 <i>Ceratium tripos</i> (O. F. Müller) Nitzsch, 1817 (Figura 30)	48
4.2.7 <i>Dinophysis dens</i> Pavillard, 1915 (Figura 31)	49
4.2.8 <i>Gonyaulax</i> spp Diesing, 1866 (Figuras 32)	49
4.2.9 <i>Gonyaulax scrippsae</i> Kofoid, 1911 (Figura 33)	51
4.2.10 <i>Heterocapsa triquetra</i> (Ehrenberg) Stein, 1883 (Figura 34)	51
4.2.11 <i>Ostreopsis</i> spp. Schmidt, 1901 (Figuras 35 e 36)	52
4.2.12 <i>Oxyphysis oxytoxoides</i> Kofoid, 1926 (Figura 37, 38 e 39)	54
4.2.13 <i>Oxytoxum</i> spp. Stein, 1883 (Figura 40)	56
4.2.14 <i>Prorocentrum compressum</i> (Bailey) Abé ex Dodge 1975 (Figura 41)	56
4.2.15 <i>Prorocentrum gracile</i> Schütt, 1895 (Figura 42)	57
4.2.16 <i>Prorocentrum scutellum</i> Schröder, 1900 (Figura 43)	58
4.2.17 <i>Prorocentrum triestinum</i> Schiller, 1918 (Figura 44)	59
4.2.18 <i>Protoperidinium brevipes</i> (Paulsen) Balech, 1974 (Figura 45)	59
4.2.19 <i>Protoperidinium claudicans</i> (Paulsen) Balech, 1974 (Figura 46)	60
4.2.20 <i>Protoperidinium conicum</i> (Gran) Balech, 1974 (Figura 47)	61
4.2.21 <i>Protoperidinium divergens</i> (Ehrenberg) Balech, 1974 (Figura 48)	62
4.2.22 <i>Protoperidinium oblongum</i> (Aurivillus) Parke & Dodge, 1976 (Figura 49)	63
4.2.23 <i>Protoperidinium oceanicum</i> (VanHöffen) Balech, 1974 (Figura 50)	63
4.2.24 <i>Protoperidinium pallidum</i> (Ostenfeld) Balech, 1973 (Figura 51)	64
4.2.25 <i>Protoperidinium pellucidum</i> Bergh, 1881 (Figura 52)	65
4.2.26 <i>Protoperidinium oviforme</i> (Dangeard) Balech (Figura 53)	66
4.2.27 <i>Scrippsiella</i> Balech ex Loeblich III, 1965 (Figura 54)	67
4.3 Variáveis Ambientais	68
4.4 Distribuição Sazonal dos Dinoflagelados Potencialmente Nocivos da Lagoa de Araruama	71
4.5 Distribuição Espacial dos Dinoflagelados Potencialmente Nocivos da Lagoa de Araruama	77
4.6 Influência das Variáveis Ambientais na Distribuição dos Dinoflagelados Potencialmente Nocivos	82
<b>5. CONCLUSÕES</b>	84
<b>6. CONSIDRAÇÕES FINAIS</b>	85
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	86

<b>8. ANEXOS</b>	107
<b>A ó Modelo de Planilha de Campo para Coleta de Fitoplâncton</b>	108
<b>B ó Modelo de Check List para Coleta de Fitoplâncton em Campo</b>	109

## 1. INTRODUÇÃO

O fitoplâncton marinho é constituído por organismos de vida livre, solitários ou coloniais; autotróficos, heterotróficos ou mixotróficos. Organismos fitoplanctônicos fotossintetizantes são importantes para a produção de oxigênio, tanto para a biota marinha quanto terrestre e constituem a base da teia alimentar de ambientes aquáticos. Constituem a principal fonte de alimentos para microcrustáceos, camarões, moluscos bivalvos (ostras, mexilhões), peixes pelágicos e demais organismos filtradores (NYBAKKEN, 2001). Os dinoflagelados fazem parte de um dos grupos que compõem o fitoplâncton marinho e estão mundialmente distribuídos pelos oceanos, desde águas quentes tropicais até as gélidas águas antárticas. Entretanto, em situações específicas como no caso de uma floração nociva, as microalgas podem ter efeitos deletérios que afetam atividades como: pesca, maricultura, recreação, turismo, qualidade de águas e saúde pública, assim como a própria biota aquática.

Segundo Anderson et al. (2001) a floração é um fenômeno natural provocado pelo o crescimento exagerado/explosivo em número de determinada microalga (uma ou poucas espécies), autolimitante, que tem curta duração, motivado por condições favoráveis como altas temperaturas, concentração de nutrientes, baixa salinidade, frequentemente produzindo mudança na coloração visível dos corpos hídricos naturais. No entanto, pode acontecer floração sem mudança da coloração da água. Quando a floração é nociva ocorre depleção de oxigênio e/ou produção de ficotoxinas. Este tipo de floração é conhecido como: floração (ões) algal (is) nociva (s) (FANs) ou HABs (Harmful Algal Blooms).

Nos últimos anos os problemas causados pelas algas tem se acentuado em todo o mundo, na América Latina e especificamente no Brasil o cenário não é diferente. Este fato é atribuído a diversas causas: mudanças ambientais globais; maior atenção dos cientistas ao tema; crescente número de intoxicações de pessoas, provocadas pelo consumo de alimentos marinhos contaminados por ficotoxinas, entre outros.

Moestrup *et al.* (2009), relataram a existência de 79 espécies de dinoflagelados potencialmente nocivos. Em países da América Latina como Argentina, Brasil, Chile, Equador, Peru e Uruguai já foram registrados 50 espécies de microalgas produtoras e/ou potenciais produtoras de toxinas, com exceção do grupo das cianobactérias. Dessas 50 espécies, os dinoflagelados contribuem com 30 espécies, representando 60% do total deste grupo de microalgas (ODEBRECHT; AKSELMAN, 2013). Dentre a comunidade de dinoflagelados potencialmente nocivos encontrados no litoral fluminense encontram-se diversas espécies de *Dinophysis* nas baías de Sepetiba e Ilha Grande (MARINÉ *et al.*, 2010; FERREIRA, 2009; LOURENÇO *et al.*, 2007a, b); *Prorocentrum*, *Ostreopsis* e *Coolia* na baía de Sepetiba (SZÉCHY, 1986; OLIVEIRA, 2009); *Dynophysis* e *Prorocentrum* na Lagoa de Araruama (CILSJ, 2013; RIBEIRO-LOPES *et al.*, 2013a,b; OLIVEIRA *et al.*, 2013); *Gonyaulax*, *Scrippsiella*, *Dinophysis* na Baía de Sepetiba (TENENBAUM *et al.*, 2004); *Ostreopsis* no Arraial do Cabo e Búzios (NASCIMENTO *et al.*, 2010).

As microalgas potencialmente tóxicas representam perigo de contaminação química para o pescado, pois podem produzir dois tipos de toxinas: ictiotoxinas (que afetam principalmente invertebrados e peixes pelágicos, causando mortalidade) e ficotoxinas (que causam as diversas Síndromes de Envenenamento). As ficotoxinas afetam principalmente humanos e mamíferos aquáticos, trazendo prejuízos tanto econômicos para as atividades extrativas e de cultivo, quanto para a saúde pública (REGUERA, 2002). O termo nocivo engloba o grupo das microalgas produtoras de toxinas e as que não foram identificadas como produtoras de toxinas, mas são capazes de formar floração, provocando depleção de oxigênio e mortandade, às vezes massiva de peixes e outros organismos marinhos, portanto também trazem prejuízos econômicos, sociais e ambientais.

De acordo com pesquisadores (NASCIMENTO, 1998; BASSANI, 2000; CILSJ, 2013) diversos grupos de microalgas foram encontrados na Lagoa de Araruama; dentro destes grupos foram identificados gêneros de dinoflagelados que possuem espécies potencialmente tóxicas: *Alexandrium* e *Gymnodinium*, que contêm espécies capazes de produzir toxinas paralisantes e *Prorocentrum* e *Dinophysis* que contêm espécies potencialmente produtoras de toxinas diarreicas (NASCIMENTO, 1998; CILSJ, 2013).

A Lagoa de Araruama é o maior ecossistema lagunar hipersalino em estado permanente do mundo, com superfície de 220 km<sup>2</sup> e idade estimada entre 5 a 7 mil anos, sendo seu volume em torno de 636 milhões de m<sup>3</sup> e sua profundidade média 2 a 3 metros, podendo chegar a 19 metros em alguns locais (CILSJ, 2002). Segundo CILSJ, 2002, apesar de existirem outras lagoas hipersalinas, elas não mantêm o espelho d'água constante durante o ano, como é o caso de: Coorong (Austrália); Dawhat as Sayh, (golfo Árabe); Bardawill (costa leste do Mediterrâneo); Madre do Texas e Torrey Pines (EUA); Madre de Tamaulipas e Ojo de Liebre (México) e Enriquillo (República Dominicana). É uma relevante fonte econômica, cultural e sócio-ambiental para a Região dos Lagos. O pescado capturado na Lagoa é comercializado e consumido em todo o estado do Rio de Janeiro e tem uma boa aceitação no mercado. O tipo de pesca exclusiva da lagoa é a pesca artesanal.

Dentro da teia trófica da Lagoa de Araruama diversas espécies de peixes importantes comercialmente, como os da família Clupeidae, alimentam-se de organismos planctônicos (microalgas). Os peixes pelágicos vivem em cardume, nadando livremente na coluna d'água como, por exemplo: sardinhas, anchovas, atuns, muitos tubarões. Os peixes de pequenas dimensões como as sardinhas são geralmente planctófagos, ou seja, alimentam-se do plâncton disperso na água que filtram, à medida que nadam e örespiramö.

Como os dinoflagelados constituem o principal grupo de microalgas potencialmente nocivas, com 79 espécies, segundo a Lista Taxonômica da Comissão Oceanográfica Intergovernamental (MØESTRUP, 2009) e o fitoplâncton serve de alimento para peixes de valor comercial e de boa aceitação no mercado consumidor, é importante se identificar as espécies potencialmente tóxicas, pois as toxinas produzidas por elas podem causar prejuízos econômicos, contaminando o pescado e trazer danos à saúde dos consumidores, constituindo um perigo para a saúde pública. Os trabalhos já realizados na lagoa de Araruama tiveram uma abordagem ecológica para a comunidade fitoplânctônica. Porém a maioria das espécies de microalgas potencialmente nocivas apresenta ocorrência rara ou pouco frequente, geralmente em baixas abundâncias exceto quando em floração. Desta forma faz-se necessário identificar os dinoflagelados em nível infragenérico e relatar as espécies nocivas presentes para que se possa caracterizar a problemática das microalgas nocivas neste ambiente. E dessa forma iniciar o processo de avaliação de risco para ficotoxinas, procedendo à identificação do perigo que elas representam para a produção de pescado na lagoa.

A presente pesquisa será a primeira a verificar a ocorrência dos dinoflagelados potencialmente nocivos, contemplando sua distribuição espacial e sazonal. Estudos anteriores apenas identificaram a presença de alguns táxons de microalgas na superfície deste corpo hídrico: *Alexandrium* spp., *Gymnodinium* spp., *Prorocentrum* spp., diversos morfotipos de dinoflagelados (CILSJ, 2013; NASCIMENTO 1998). Por isso a importância de se fazer um estudo para a identificação de microalgas produtoras de ficotoxinas que possam representar perigo de contaminação química no pescado da Lagoa de Araruama.

A hipótese que se deseja testar é: Microalgas potencialmente nocivas ocorrem naturalmente na Lagoa de Araruama, o que pode oferecer perigo de contaminação química para o pescado capturado nesse corpo hídrico.

Sendo assim o objetivo desta pesquisa é caracterizar a ocorrência de dinoflagelados potencialmente nocivos que ofereçam perigo químico de contaminação ao pescado da Lagoa de Araruama, RJ - Brasil, durante o período de um ano. Contribuindo para justificar a

necessidade de se realizar um estudo de avaliação de risco das ficotoxinas para este ambiente, através da realização da etapa de identificação do perigo representado pela ocorrência destes dinoflagelados potencialmente tóxicos. Gerando assim conhecimento científico que auxilie as autoridades competentes na elaboração de programa de monitoramento direcionado para a problemática das ficotoxinas em áreas destinada a captura de pescado no litoral norte do estado do Rio de Janeiro. Dentre os objetivos específicos deste trabalho pode-se citar: identificar e quantificar os dinoflagelados potencialmente nocivos presente ao longo da coluna d'água; determinar a distribuição horizontal destes dinoflagelados ao longo de um gradiente de salinidade; avaliar a ocorrência sazonal dos dinoflagelados nocivos identificados; relacionar a ocorrência de dinoflagelados nocivos aos fatores abióticos: temperatura, salinidade e profundidade.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O Pescado

Desde os tempos mais remotos os peixes são utilizados como alimento pelo homem. A pesca possui grande relevância na alimentação de vários povos e representa uma das atividades econômicas mais antigas da humanidade. Os recursos pesqueiros são explorados de acordo com os termos culturais próprios de cada sociedade (MITCHELL, 1989). Muitas das espécies de peixes têm ao menos algum valor de mercado direto ou fazem parte de teias alimentares que suportam outros recursos economicamente importantes. Os recursos pesqueiros proporcionam satisfações estéticas (MOYLE; CECH Jr., 1996) e têm sido fonte de substâncias naturais de interesses diversos, inclusive farmacológicos (NORSE, 1993). No entanto existem alguns problemas que levam a uma diminuição da produção como é o caso da pesca predatória; avanço do turismo; expansão imobiliária na costa; poluição aquática, causada por dejetos industriais, domésticos, agro-pastoril e até mesmo da própria aquicultura; falta de planejamento para uso do mar, falta de regulamentação e medidas de controle, frotas com número excessivo de embarcações, agressões a regiões de reprodução, falta de dados e informações suficientes e confiáveis sobre os recursos em alto-mar, deficiência de informação científica sobre as principais espécies, formas de pescar e aparelhagem inadequadas do ponto de vista da pesca seletiva, fiscalização insuficiente (FILHO; SIQUEIRA, 1997; SEAP, 2005).

O pescado constitui importante fonte de proteína de alto valor biológico. O teor protéico das diferentes espécies de peixes varia de 15% a 20%. De acordo com Lederer (1991), o valor calórico dos peixes depende do teor de gordura: peixes magros, com menos de 1% de gordura; peixes meio gordos, com 7% a 8% de gordura e peixes gordos, com mais de 15% de gordura. O valor biológico das gorduras é importante na prevenção do ateroma (FERRETTI *et al* 1994; OSSA, 1985), devido à presença de ácidos graxos poli-insaturados, além dos ácidos palmitoléico, linoléico, linolênico e araquidônico. A crescente preocupação com a saúde pelos consumidores tem levado à mudança nos hábitos alimentares e conseqüente aumento do consumo de carnes brancas, contribuindo para o aumento do consumo de peixes e derivados, principalmente após a descoberta de que alimentos ricos em ácidos graxos poliinsaturados e com baixos níveis de colesterol reduzem as doenças cardíacas (FILHO; SIQUEIRA, 1997). Os peixes são alimentos de alta digestibilidade por apresentarem mínimas quantidades de tecido conjuntivo; além disso, apresentam quantidades significativas de fósforo ( $250\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  de tecido) e de iodo (peixes de mar), pouco cálcio e ferro, vitaminas A, D, B1 e sódio (PEREIRA, 2009). Contudo, o consumo de peixe pode também causar doenças devido a infecções ou intoxicações (HUSS, 1997).

Em 2010 a produção mundial de pescado foi de aproximadamente 168 milhões de toneladas, 3% maior que em 2009, incluindo-se pesca extrativa e de aquicultura. Os cinco maiores produtores foram: China, Indonésia, Índia, Japão e Filipinas. O Brasil ocupou o 19º lugar com uma produção de 1.264.765 toneladas (BRASIL, 2013a).

O pescado no Brasil apresenta uma ampla distribuição geográfica ocorrendo em todo o litoral brasileiro, apesar da baixa produção no cenário mundial, este é um dos motivos pelo qual as políticas públicas nacionais vêm desenvolvendo diversas medidas para estimular o incremento da produção aquícola, assim como utilizar os recursos pesqueiros de forma sustentável. Mas muito ainda tem a ser feito, o setor precisa conhecer detalhadamente todas as etapas da cadeia produtiva para que as medidas de ordenação e manejo tenham sucesso e possam orientar de forma satisfatória os investimentos que devem ser feitos em cada segmento.

### 2.1.1 Valor nutricional

A composição química do peixe varia muito de uma espécie a outra e até em uma mesma espécie (STANSBY, 1978). Diversos fatores como os geográficos e ambientais influenciam na composição química do peixe como, por exemplo: quantidade e qualidade de alimento ingerido pelo peixe, principalmente o fitoplâncton e zooplâncton; gasto de energia; tamanho do peixe; idade; gênero; estações do ano em que a espécie foi capturada; habitat; temperatura; reprodução (PIGOTT; TUCKER, 1990; STANSBY, 1978; CONTRERAS-GUZMAN, 1994). Aliado a estes fatores, as poucas informações acerca do valor nutritivo dos peixes brasileiros dificultam a aplicação de dietas balanceadas para diversas coletividades e o processamento industrial (MUSTAFA; MEDEIROS, 1985; MENEZES, 2006).

Os peixes apresentam diversos componentes com valor nutricional como as proteínas, ácidos graxos poliinsaturados, especialmente o eicosapentanoico (EPA-C20:5 -3) e o docosaxaenóico (DHA-C22:6 -3), da série -3 (BADOLATO *et al.* 1994a, b; MENEZES, 2006), os quais têm sua variação explicada pela quantidade e qualidade especialmente do fitoplâncton e zooplâncton disponíveis aos peixes (MENEZES, 2006). A relação dos ácidos graxos poliinsaturados -6 e -3 é importante na prevenção de doenças cardiovasculares e inflamatórias, arteriosclerose e trombose, dermatite atópica, lúpus, psoríase, artrite reumática, esclerose múltipla, diabete melitos, colite ulcerativa e câncer, na manutenção da pressão arterial, coagulação sanguínea, na formação de compostos com propriedades hormonais, no desenvolvimento e função do cérebro, retina e esperma (BELDA; POURCHET-CAMPO, 1991; MENEZES, 2006).

Dentre os principais constituintes químicos do peixe, a água está em primeiro lugar, com valores entre 64% e 90% na parte comestível; seguido pelas proteínas com 8% a 23%, mesma proporção que as carnes bovinas, suínas e de aves; a gordura com 0,5% a 25%; os sais minerais com 1% a 2%, sendo estes o cálcio, fósforo, sódio, potássio, manganês, cobre, cobalto, zinco, ferro e iodo (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994); os carboidratos que não chegam a 1% e as substâncias nitrogenadas não protéicas, sem importância nutricional, que não atingem 0,5% em peixes frescos (BADOLATO *et al.* 1994a, b).

A carne de peixe, apesar de ter a mesma proporção de proteínas que outras carnes, possui qualidade maior pelo fato de apresentar menor teor de tecido conjuntivo. Além disso, apresenta vantagens em relação aos teores de vitaminas lipossolúveis A e D. Também apresenta vitaminas hidrossolúveis como a tiamina, riboflavina, piridoxina, ácido pantotênico, ácido fólico e vitamina C. A composição de aminoácidos essenciais no peixe é completa (histidina, isoleucina, leucina, lisina, metronima, fenilalanina, treonina, triptofano e valina) (MENEZES, 2006). Ogawa; Maia (1999) relataram magnésio, cloro, enxofre, selênio, cromo, níquel entre outros minerais no músculo dos peixes.

### 2.1.2 Produção nacional de pescado 2011

No Brasil a produção de pescado em 2011 atingiu 1.431.974,4 toneladas (t), o que representou um aumento de aproximadamente 13,2% quando comparada com a produção em 2010 (BRASIL, 2013a). Quanto às modalidades de pesca, a pesca extrativa marinha representou a maior parte da produção, com 38,7% do total produzido no país (553.670,0 t); seguida pela aquicultura continental com 38% (544.490,0 t); pesca extrativa continental com 17,4% (249.600,2 t) e aquicultura marinha com aproximadamente 6% (84.214,3 t). A região Nordeste foi a maior produtora com 454.216,9 t (31,7%), em seguida veio a região Sul com 336.451,5 t (23,5%), depois Norte com 326.128,3 t (22,8%) e Sudeste e Centro-Oeste com 226.233,2 t (15,8%) e 88.944,5 t (6,2%), respectivamente. Todas as regiões brasileiras tiveram um incremento na produção de pescado em relação à produção no ano de 2010 (BRASIL, 2013a).

Os peixes corresponderam a 87% da produção, os crustáceos a 10% e os moluscos a 3%. As espécies de peixe que mais contribuíram para este quadro na modalidade de pesca extrativa marinha foram na ordem decrescente: a sardinha-verdadeira, a corvina, o bonito-listrado, a pescada amarela e a tainha. No grupo dos crustáceos foram: camarão-sete-barbas e camarão rosa e no grupo dos moluscos o mexilhão, o sururu e o polvo. Na aquicultura as espécies de peixe mais representativas foram: tilápia, tambaqui, tambacu, carpa e pacu (todas as espécies de aquicultura continental) (BRASIL, 2013a).

Vale ressaltar que na região sudeste, o estado do Rio de Janeiro foi o maior produtor de pescado com 86.218,5 t e a nível nacional o estado de Santa Catarina ocupou o primeiro lugar com 194.866,7 t (BRASIL, 2013a).

Em relação a balança comercial brasileira de pescado no período de 2011 as exportações alcançaram U\$\$ 271.193.147 milhões de dólares e as importações corresponderam a U\$\$ 1.262.888.212 bilhões de dólares, havendo um déficit de quase U\$\$ 991 milhões (BRASIL, 2013a). Os principais produtos exportados na ordem decrescente de valores foram: lagostas congeladas (exceto inteiras) com 2.134.773 quilogramas (Kg) (U\$\$ 69.163.978), extratos e sucos com 1.873.641 kg (U\$\$ 29.006.504) e peixes congelados com 7.422.285 Kg (U\$\$ 22.426.922). Considerando as cifras, os Estados Unidos foi o maior comprador dos produtos brasileiros de pescado, seguido da Espanha, Japão, Hong Kong e França. Mas considerando a quantidade em toneladas, a Espanha fica em primeiro lugar, seguida dos Estados Unidos, Japão, China e França (BRASIL, 2013a). O pescado destinado à exportação no Brasil é transportado principalmente pela via marítima 80,78%; em seguida utiliza-se a via aérea 12,06% e depois a via rodoviária com 7,06%, estes dados foram referentes ao ano de 2007. Os principais portos envolvidos na exportação de pescado estão na região nordeste: o de Fortaleza (CE), Recife (Suape) e Pecém (CE) (IBAMA, 2007). Considerando as importações brasileiras, os países que mais exportaram para o Brasil em relação ao valor no ano de 2011 foram: Chile, China, Noruega, Argentina e Portugal. No entanto, em relação à quantidade em toneladas foram: China, Argentina, Chile, Noruega e Portugal. Os principais produtos importados pelo Brasil em ordem decrescente de valores foram: bacalhau, filés congelados e salmões (BRASIL, 2013a).

### **2.1.3 Pescado na alimentação humana**

O pescado é uma rica fonte de proteína animal e pode contribuir para diminuir o problema de carência alimentar da população. A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda o consumo de 12 quilos de pescado por habitante/ano e o Brasil pretende alcançar esta meta até o final de 2014 (BRASIL, 2010). Contudo há pouca quantidade de uma mesma espécie quando comparada com a grande variedade de espécies existente no Oceano Atlântico.

A crescente preocupação dos consumidores com a saúde tem levado ao aumento do consumo de alimentos ou componentes alimentares ativos fisiologicamente, também conhecidos como alimentos funcionais, os designados de bioativos; apesar, de todos os alimentos serem considerados funcionais pelo fato de proporcionarem sabor, aroma e valor nutritivo (PIEIDADE, 2007). Em alimentos o termo *õ*funcionalö tem sido usado para designar um benefício fisiológico adicional ao alimento que já satisfaz as necessidades básicas nutricionais, porém mesmo que uma profusão de compostos biologicamente ativos tenha sido identificada, a quantidade de publicações que informem detalhes técnicos sobre a forma de ação destes compostos específicos de vários alimentos é restrita (PIEIDADE, 2007).

Segundo Filho; Siqueira, 1997 a produção de pescado é destinada ao consumo humano em aproximadamente 70% e a farinhas e óleos 30%. O Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) realizou um estudo denominado *õ*Consumo Per Capita Aparente de Pescado no Brasil 1996-2009ö, este estudo mostra que a produção nacional ainda é insuficiente, está mais

voltada para atender a demanda interna que vem aumentando nos últimos anos. O consumo de pescado individual no ano de 2009 foi de 9,03 kg/hab/ano. Em 2008 foi de 8,36 kg/hab/ano, quando comparados estes períodos pode-se observar um aumento de 8%. Do total consumido em 2009 no país 69,4% foi produzido no Brasil, neste mesmo ano, somente 4% foi destinado à exportação. Todo este estudo do MPA foi baseado na produção nacional, incluídas as importações e excluídas as importações, sendo o volume total dividido pela produção brasileira, obedecendo assim à seguinte equação:  $CPA = (PN + IMPO \text{ ó } EXPO) / POP$ . As políticas públicas nacionais atuais estimulam a produção interna através da aquicultura no intuito de diminuir a necessidade de importação e aumentar o consumo interno de pescado (BRASIL, 2010).

No território nacional a caracterização do consumo de pescado tanto qualitativa quanto quantitativa é diferente em cada região. De acordo os microdados da Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) 2002-03, as regiões brasileiras apresentam consumo de pescado variado: as regiões Norte e Centro-Oeste consomem mais peixes de água doce 17,76 kg/hab/ano e 0,53 kg/hab/ano respectivamente; enquanto as regiões Nordeste, Sudeste e Sul consomem mais peixe de água salgada 2,23 kg/hab/ano, 1,46 kg/hab/ano e 0,82 kg/hab/ano respectivamente (SONODA, 2006).

#### **2.1.4 Qualidade do pescado marinho**

O termo "qualidade" refere-se a diversos aspectos como: qualidade sensorial (deterioração), segurança, pureza, nutrição, consistência, honestidade na rotulagem, valor, delícias gastronômicas, excelência do produto (HUSS, 1997).

A segurança do alimento marinho está muito sujeita as condições do meio onde o pescado é capturado e ao fato deles serem úteis e inócuos à saúde do consumidor. O conceito de segurança alimentar no Brasil está baseado em dois aspectos: o alimento seguro, que não traz danos à saúde do consumidor e o físico e econômico, o qual se refere ao acesso de todas as pessoas poderem usufruir de alimentos básicos de qualidade e em quantidades suficientes (LEITE; PIETRAFFESA 2003; SANTOS, 2006; OLIVEIRA, 2009).

Sabe-se que a flora microbiológica nos intestinos dos animais pecilotérmicos (sangue frio: peixes, mariscos, por exemplo) é bastante diferente da flora microbiológica dos animais homeotérmicos (sangue quente: bovinos, aves, suínos, por exemplo) e que a primeira é de natureza psicrófila, podendo ser um reflexo da contaminação do ambiente aquático.

A principal condição para obtenção de um alimento seguro para o consumo humano é a higiene (SANTOS, 2006). A indústria com seu processamento limita-se à escolha da matéria-prima observando o tamanho, as condições e as espécies descarregadas pelos pescadores. Apesar disso, existem indústrias modernas processando peixes com tecnologias tão avançadas e complexas como as de outros tipos de alimentos, porém mesmo assim, existe o risco do peixe estar contaminado com organismos patogênicos ou toxinas (HUSS, 1997) e um dos graves problemas é que o acúmulo de toxinas no animal não provoca alterações sensoriais (odor, cor, sabor e textura), sendo este perigo químico da ordem de saúde pública (FAO, 2004; OLIVEIRA, 2009).

A maior parte dos países não apresenta como parte de sua política, a obrigatoriedade de relatar às autoridades de Saúde Pública as doenças provocadas pela ingestão de alimentos, muitas vezes não é realizado nem um simples sistema de registro. Isso dificulta a obtenção de dados para a verificação da verdadeira incidência das doenças transmitidas por alimentos marinhos.

A Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde publicou em 2011 que foram notificados entre 2000 e 2011, 8.663 surtos de doenças transmitidas por alimentos (DTA) no Brasil, destes 163.425 pessoas ficaram doentes e 112 vieram a óbito. Em mais de 50% dos surtos, as causas foram ignoradas, inconsistentes ou inconclusivas. Na relação de

vinte alimentos envolvidos nos surtos, os pescados, frutos do mar e processados aparecem com o 11º lugar na lista de alimentos causadores de DTA.

Nos últimos anos tem ocorrido um aumento dos casos de intoxicações alimentares envolvendo as biotoxinas marinhas (CARON *et al.*, 2010; FUREY *et al.*, 2010; VALE, 2011, 2006; PROENÇA *et al.*, 2007). Talvez pelo aumento da identificação deste perigo ou mesmo pelo aumento do consumo de pescado contaminado. O consumo, por exemplo, de moluscos filtradores (mexilhões, ostras e vieiras) e peixes de alto valor comercial contaminados com ficotoxinas está ocasionando mundialmente um número crescente de casos de intoxicações nos seres humanos (FAO, 2004). No Brasil, este fenômeno também tem sido observado devido à expansão da maricultura (PROENÇA, 2002).

As ficotoxinas têm sido consideradas problemas sanitários envolvendo os setores de saúde, economia, sociedade e meio ambiente (HALLEGRAEFF *et al.*, 2003). Os incidentes de intoxicações humanas registrados chegam 2000 por ano com aproximadamente 15% de mortalidade no mundo, principalmente devido ao consumo de peixes, moluscos e água contaminados, pode-se ainda incluir a exposição via contato e inalação (HALLEGRAEFF *et al.*, 1995; MASÓ; GARCÉS, 2006). O custo nos Estados Unidos com essas doenças por ano é da ordem de muitos milhares de milhões de dólares (TODD, 1989).

Em 1991, 1997 e 2002 as Diretivas na União Européia estabeleceram normas sanitárias quanto à presença de ficotoxinas em bivalvos através do cálculo de um nível de referência que garanta proteção à saúde pública. Os níveis de referência toxicológica (NOAEL - No Observed Adverse Effect Level; LOAEL - Lowest Observed Adverse Effect Level) foram obtidos através do estudo epidemiológico de surtos ocorridos em diversas partes do mundo, mesmo sendo restrita esta base de dados epidemiológicos (TOYOFUKU, 2006).

No Brasil, o Governo Federal através da antiga Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República (SEAP/PR), atualmente Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA, lei nº 11958 de 26 de junho de 2009) está assumindo os custos e a responsabilidade de planejar a ocupação de áreas destinadas à maricultura em águas da União. A metodologia adotada está baseada em um planejamento local por meio de Planos Locais de Desenvolvimento da Maricultura (PLDM), cujo objetivo é planejar o desenvolvimento do setor utilizando ferramentas de microzoneamento numa escala municipal, ou se necessário, realizar este planejamento para baías, lagoas, reservatórios, estuários (SEAP, 2005).

No início desta pesquisa, no Brasil não havia legislação para monitoramento da ocorrência de espécies tóxicas de dinoflagelados e nem para detecção de ficotoxinas, com exceção do estado de Santa Catarina que fazia o controle da sanidade aquícola através da PORTARIA 021 da Secretaria de Desenvolvimento da Agricultura de 1º de outubro de 2002, onde foi estabelecido que a presença de toxinas paralíticas (envolvidas no Envenenamento Paralisante por Moluscos - EPM) e diarréicas (envolvidas no Envenenamento Diarréico por Moluscos - EDM) nos bivalvos era de notificação obrigatória (PROENÇA; VILLAC, 2003; OLIVEIRA, 2009). Mas felizmente em 2012 o país passou a dispor de uma legislação nacional, com a Instituição do Programa Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves (PNCMB) por meio da Instrução Normativa Interministerial Nº 7 de 8 de maio de 2012 e da Portaria Nº 204, de 28 de junho de 2012. Esta última estabelece os procedimentos para coleta de amostras para análises de toxinas em moluscos bivalves e análises de monitoramento de espécies de microalgas potencialmente produtoras de toxinas, além de definir as metodologias analíticas oficiais. Esta medida é de considerada relevância visto que o Brasil é um país que apresenta um extenso litoral com atividades pesqueiras e turísticas e que o consumo nacional de alimentos marinhos vem crescendo.

## 2.2 Influência do Meio Ambiente no Pescado e na Produção da Toxina

A qualidade e segurança do pescado estão diretamente relacionadas à qualidade do ambiente onde vivem. Desta forma todas as alterações que ocorrerem no ambiente podem afetar o pescado, principalmente à contaminação ambiental, já que a causa poluidora mais comum registrada no mundo inteiro é o lançamento de efluentes domésticos e industriais nos ecossistemas aquáticos (SOUSA, 2003). Os peixes juvenis podem se alimentar com segurança nos bancos de areia, os estuários, porém estes estão ameaçados pela concentração da população que vive no litoral em uma faixa de até 60 km do mar, poluindo regiões costeiras. Outra condição para contaminação do ambiente é a da água de lastros das embarcações, podendo introduzir espécies nocivas de microalgas no local por onde passam (RUIZ *et al.*, 2000; MARINÉ *et al.*, 2010). Os aterros de lagos e lagoas, o desmatamento de florestas de mangues e a água doce que é desviada de seu curso natural, afetando a salinidade dos estuários e o crescimento de peixes novos, também são problemas discutidos na ocorrência de FANs (FILHO; SIQUEIRA, 1997).

Diversos fatores ambientais (fatores *bottom-up*) como temperatura, salinidade, luz, concentração de nitrogênio (N), fósforo (P), sílica (SiCo<sub>2</sub>) e matéria orgânica (MO) dissolvida e particulada controlam as variações espaço-temporais da densidade e atividade planctônica; assim como as relações de predação, competição e lise celular por ação de vírus (fatores *top-down*) (CASTRO; MOSER, 2012; RIEGMAN; WINTER, 2003; SOLÉ *et al.*, 2005; WRIGHT; COFFIN, 1983; ZHOU *et al.*, 2009). Assim, a produção das toxinas também tem relação direta com fatores ambientais (naturais e/ou antropogênicos) e genéticos, que influenciam a distribuição e a densidade do dinoflagelado tóxico (LEHANE, 1999; TOYOFUKU, 2006). No peixe a concentração de toxinas é influenciada por diversos fatores como: a taxa de ingestão, eficiência de absorção, grau e natureza de biotransformação da toxina ao longo da teia trófica, taxas de excreção e crescimento do peixe (OLIVEIRA, 2009).

Existe grande discussão dos pesquisadores sobre o real valor adaptativo da produção de ficotoxinas (CASTRO; MOSER, 2012). Alguns autores consideram que a produção se deve a respostas naturais do organismo sintetizador em função das condições ambientais (YU *et al.*, 2000; GRANÉLI *et al.*, 2008), outros consideram ser resultados de desvios metabólicos, produto de interações indiretas com bactérias (KODAMA *et al.*, 2006). Também é discutido que a produção de toxina representa vantagem sobre outros organismos, atividades alelopáticas podem inibir o crescimento de competidores e/ou provocar a morte de competidores (FLYNN, 2008; HULOT; HUISMAN, 2004; GRANÉLI *et al.*, 2008).

Apesar de todos os benefícios que o peixe pode trazer para a saúde humana, eles também podem ser transmissores de patógenos como, por exemplo: vírus, bactérias, parasitos (protozoários), resíduos, químicos e ficotoxinas, nocivos à saúde do homem (LENOCH, 2003; LOURENÇO *et al.*, 2007a; LEAL; FRANCO 2008). Para a Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI) toda região onde há consumo de pescado deve ser monitorada, caso não ocorra o devido monitoramento, a região deve ser considerada de alto risco para a saúde pública (REGUERA, 2002).

## 2.3 Toxinas como Perigo Químico aos Consumidores de Pescado

A toxicologia é uma ciência multidisciplinar que estuda as intoxicações no intuito de conhecer as alterações das funções fisiológicas, os efeitos nocivos causados por substâncias químicas sobre o organismo (LEITE; AMORIM, 2009). Tal ciência possui diversos ramos: toxicologia clínica, toxicologia experimental, toxicologia analítica, ambiental, forense, de medicamentos e cosméticos, ocupacional, ecotoxicologia, entomotoxicologia, veterinária, de alimentos, etc (LEITE; AMORIM, 2009).

Biointoxicação é como se denomina o processo patológico causado pela ingestão de alimentos marinhos contendo toxina sintetizada pelas microalgas planctônicas/bentônicas.

Este processo é diferente das intoxicações causadas por bactérias, vírus, parasitos, compostos químicos ou pela sensibilidade dos consumidores (processos alérgicos).

As biotoxinas marinhas são produzidas naturalmente por microalgas tóxicas; podem contaminar naturalmente peixes planctófagos (pequenos pelágicos) e moluscos bivalves e ainda podem provocar doenças em humanos, as Síndromes de Envenenamento por Molusco. Não são essenciais ao funcionamento da célula do dinoflagelado (maior grupo produtor de ficotoxinas), porém, são produtos de um metabolismo secundário com função ecológica: proteção contra herbivoria, competição por nutrientes, mediação de reprodução sexuada (DARANAS *et al.* 2001; GRANÉLI ; TURNER 2006). Também chamadas de ficotoxinas marinhas e têm sido descritas em diversas pesquisas, como as de Taylor (1987), Hall (1991), WHO (1984, 1989), Todd (1993), Huss (1997), Castro; Moser, (2012). Essas toxinas são consideradas contaminantes naturais pelo *Codex Alimentarius* (2006). Portanto elas constituem um perigo químico para os consumidores de pescado.

As ficotoxinas pertencem a um grupo de potencial interesse na tecnologia de alimentos por diversos motivos: não alteram as propriedades sensoriais do pescado, não sendo possível detectar visualmente ou por palatatividade se este está ou não contaminado por ficotoxinas; são termoestáveis; ácido-base resistentes; lipofílicas ou hidrofílicas (HUSS, 1997, FAO, 2004). Dessa maneira, os procedimentos e tecnologias empregados no processamento de pescado não alteram, nem inativam seus mecanismos de ação tóxica; ou seja, as toxinas não são desnaturadas ou destruídas pelo cozimento, vaporização, autoclavagem, refrigeração, congelamento, salga, defumação ou secagem (FAO, 2004). Logo, existe um perigo químico mesmo após processamento nos frutos do mar contaminados, o que representa um risco substancial a saúde humana. Para minimizar este risco é necessária adoção de medidas de controle, ou seja, monitoramento tanto das microalgas potencialmente tóxicas quanto da presença das toxinas.

No litoral brasileiro há registro da ocorrência de espécies de dinoflagelados potencialmente tóxicos (PROENÇA *et al.*, 2001; TAVARES *et al.*, 2009; MELLO *et al.*, 2010; HARAGUCHI; ODEBRECHT, 2010; ISLABÃO; ODEBRECHT, 2011). No litoral sul do estado do Rio de Janeiro também foram registradas espécies tóxicas (OLIVEIRA, 2001; FERREIRA, 2004; LOURENÇO, 2004; MARINÉ, 2007; FERREIRA, 2009; OLIVEIRA, 2009). Oliveira *et al.* (2005) detectaram ácido ocadaico (AO) em mexilhões na baía de Sepetiba-RJ, esta foi uma pesquisa pioneira. A produção de ficotoxinas e a ocorrência de microalgas produtoras de toxinas variam tanto espacial quanto temporalmente (OLIVEIRA, 2009). No litoral norte fluminense algumas espécies tóxicas também já foram identificadas como *conferatum* (RIBEIRO-LOPES *et al.*, 2013a, b; OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Inicialmente oito grupos para classificação das ficotoxinas foram formados baseados na estrutura química, metodologia esta, mais aplicada para as propostas analíticas padronizadas pelo *Codex* que estabelece normas alimentares que são aceitas em nível internacional (antigamente eram classificadas de acordo com os sintomas clínicos causados). Estes grupos eram: azaspirácidos, brevetoxinas, iminas cíclicas, ácido domóico (AD), ácido ocadaico (AO), pectenotoxinas (PTX), saxitoxinas (STX) e yessotoxinas (YTX) (TOYOFUKU, 2006).

O ácido domóico é responsável por causar a Síndrome da Amnésia ou Envenenamento Amnésico por molusco (*Amnesic Shellfish Poisoning* ó **ASP**), esta é uma síndrome que não é provocada por dinoflagelados, mas sim por um outro grupo de fitoplâncton, as diatomáceas, as quais não são alvo desta pesquisa, mas nem por isso menos importante; as brevetoxinas causam a Síndrome Neurotóxica ou Envenenamento Neurológico por Moluscos (*Neurotoxic Shellfish Poisoning* ó **NSP**); já as saxitoxinas causam a Síndrome da Paralisia ou Envenenamento Paralizante por Moluscos (*Paralytic Shellfish Poisoning* ó **PSP**); o grupo do ácido ocadaico com seus derivados, incluindo as dinofisistoxinas (DTX), o grupo das

yessotoxinas e das pectenotoxinas eram responsáveis pela Síndrome da Diarréia ou Envenenamento Diarréico por Moluscos (*Diarrhetic Shellfish Poisoning* ó **DSP**), mas atualmente somente o primeiro grupo é considerado como causador de DSP, pois a ação dos demais grupos não desencadeiam os sintomas desta síndrome (PAZ *et al.*, 2008; SUZUKI; QUILLIAM, 2011); as ciguatoxinas e maitotoxinas estão relacionadas com a Ciguatera (*Ciguatera Fish Poisoning* ó **CFP**); os azaspirácidos respondem pelo Envenenamento Azaspirácido de Moluscos (*Azaspiracid Shellfish Poisoning* ó **AZP**).

Vale ressaltar que existe um estabelecimento de níveis regulatórios feitos a partir de estudos epidemiológicos realizados durante surtos de Síndromes de Envenenamento por Moluscos, levando em consideração a situação de cada país. A avaliação de risco foi baseada na identificação do perigo, na caracterização do perigo, na avaliação da exposição e na caracterização do risco gerado NOAEL (No Observed Adverse Effects Level ó Nível em que não são observados efeitos adversos) e LOAEL (Lowest Observable Adverse Effects Level ó Nível inferior em que se observam efeitos adversos) para diversas ficotoxinas (TOYOFUKU, 2006).

### **2.3.1 Ciguatera (*Ciguatera Fish Poisoning* ó CFP)**

Os dinoflagelados bentônicos são as principais fontes das toxina que causam CFP, em especial os *Gambierdiscus toxicus*. Espécies como *Amphidinium carterae*, *Gymnodinium sangienseum*, *Gymnodinium polyedra*, *Ostreopsis lenticularis*, *Prorocentrum concavum*, *Prorocentrum hoffmannianum*, *Prorocentrum lima*, *Prorocentrum mexicanum*, *Prorocentrum rhathytum* são capazes de produzir ciguatoxinas e maitotoxinas (BRAVO *et al.* 2001, CAMPÀS *et al.* 2007, VARKITZI *et al.* 2010 *apud* CASTRO; MOSER, 2012). Os *G. toxicus* são microalgas marinhas microscópicas que vivem junto dos recifes corais ligados a macroalgas. Os dinoflagelados epibentônicos produzem ficotoxinas análogas da palitoxina, cooliatoxina, anfidinóis, compostos com ação hemolítica e ciguatoxinas (FODEN *et al.*, 2005; CORRÊA *et al.*, 2007). A ciguatera tem como principais toxinas as: ciguatoxinas e as maitotoxinas (LEWIS, 1992; LEHANE; LEWIS 2000). As ciguatoxinas surgem da biotransformação nos peixes dos seus precursores, as gambiertoxinas-4B (GTX-4B). Dinoflagelados bênticos e epífitos dos gêneros *Gambierdiscus*, *Ostreopsis*, *Coolia*, *Prorocentrum* e *Amphidinium* estão envolvidos em deflagrações de Ciguatera em áreas endêmicas (LEHANE; LEWIS 2000). Em ambientes com baixa profundidade estes dinoflagelados bentônicos podem ser ressuspensos por ação hidrodinâmica, podendo ser encontrados na coluna d'água em comportamento ticoplanctônico.

As ciguatoxinas são lipossolúveis, classificados como poliéteres cíclicas. São ácido-base resistentes, permanecem estáveis após cozimento e congelamento. Aproximadamente 20 congêneres CTX tiveram sua estrutura caracterizada. As estruturas das ciguatoxinas CTX-1, CTX-2, CTX-3 e gambiertoxinas-4B (GTX-4B) são as principais conhecidas e causadores da ciguatera no Oceano Pacífico (LEWIS, 1991; LEWIS; SELLIN, 1993). Os peixes carnívoros em sua maioria apresentam a forma CTX-1 da toxina, que é a mais potente (FAO, 2004), no entanto, mais de uma estrutura pode ser encontrada na musculatura do peixe, o que pode variar os sintomas. No Caribe as ciguatoxinas (C-CTX-1) são dez vezes menos tóxicas que as do Pacífico, estudos sugerem que as ciguatoxinas do Oceano Índico e Caribe sejam diferentes das do Pacífico (OLIVEIRA, 2009).

Esta toxina pode ser encontrada nos intestinos, fígados e tecido muscular dos peixes que se alimentam destas microalgas, assim como em peixes carnívoros que se alimentam dos peixes herbívoros. Os peixes contaminados não apresentam alteração no gosto e olfato e sua aparência é normal (LEHANE; LEWIS 2000). Há relatos que alguns peixes podem eliminar a toxina acumulada (TAYLOR, 1987).

Com concentrações de 0,1 µg.kg<sup>-1</sup> de músculo de peixes carnívoros já pode haver intoxicação (LEHANE, 1999). Concentrações maiores que 0,1 ppb de P-CTX-1 causam o efeito tóxico no homem, já as C-CTX-1 é necessário concentrações maiores que 1,0 ppb (VAN DOLAH, 2002 *apud* Oliveira, 2009). Diversos peixes de águas tropicais ou quentes têm sido referidos como causadores de contaminação por ciguatera em humanos, estima-se que mais de 400 espécies tenham sido envolvidas nesta contaminação (HALSTEAD, 1978). Segundo Halsted 1978, os casos fatais giram em torno de 12%.

Os sintomas são tanto gastrintestinais quanto neurológicos: vômitos; diarreia; sensação de formigamento nas mãos, boca e disfagia (dificuldade de engolir); amolecimento dos dentes; ataxia; fraqueza; dor muscular e na articulação; dor de cabeça; vertigem; problemas neurológicos e circulatórios; suor; hipersensibilidade ao frio; reversão térmica (calor/frio) (LEWIS, 1991; LEWIS, 1992; LEWIS, 2001; VAN DOLAH, 2002; HUSS, 1997). Os sintomas cardiovasculares podem ocorrer: bradicardia, taquicardia, hipotensão arterial. Podem cruzar a barreira placentária e ser transmitidas pelo aleitamento materno (LEHANE; LEWIS, 2000). Segundo De Fow *et al.* (2001), a ciguatera também pode ser transmitida sexualmente, existem relatos de dor peniana, pélvica e abdominal após relação sexual. No Caribe predominam os sintomas gastrintestinais e no Pacífico os neurológicos. Eles aparecem dentro de 2 a 30 horas após a ingestão da toxina e pode durar de dois a três dias, sendo que em casos críticos pode durar de semanas a anos, chegando à morte devido ao colapso circulatório (HUSS, 1997). No entanto, menos de 1% dos casos ocorre o óbito (LEWIS, 1992). As vítimas podem apresentar recorrência dos sintomas ao se alimentar de peixe. Os sintomas variam entre indivíduos: idade, peso e sexo; de acordo com a espécie de peixe, quantidade e parte consumida. Os casos fatais são mais comuns no Oceano Índico do que no Pacífico (LEWIS *et al.*, 1988 *apud* LEHANE; LEWIS, 2000). A toxina é acumulativa (LEWIS, 1991; ARCILA-HERRERA *et al.*, 2001).

As maitotoxinas são hidrossolúveis, mas podem ser solúveis em solventes orgânicos, também são poliéteres cíclicos como as GTX e CTX. São menos letais que as CTX. Podem ser encontradas no fígado de peixes carnívoros e suas concentrações não são altas o suficiente para causar intoxicação em humanos ou fígado e outras vísceras de peixes herbívoros (LEWIS, 1991).

O CFP é o mais registrado problema de saúde devido a envenenamento por consumo de frutos do mar com 10.000 a 50.000 casos por ano e é comum em regiões tropicais e subtropicais (CASTRO; MOSER, 2012). É amplamente distribuído (Figura 1).

### **2.3.2 Envenenamento paralisantes por moluscos (EPM) ou síndrome da paralisia (*Paralytic Shellfish Poisoning* ó PSP)**

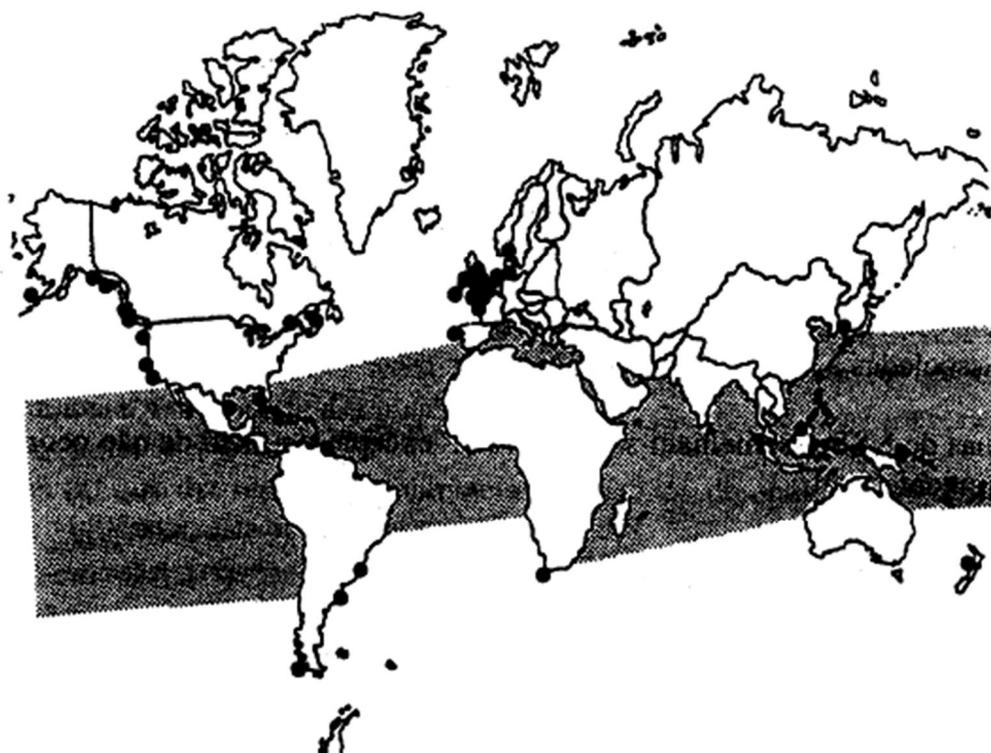
As toxinas paralisantes (saxitoxinas) são as responsáveis pela síndrome Envenenamento Paralisantes por Moluscos. Por sua ação aguda ser fatal em casos de alta contaminação, são as mais conhecidas. E atualmente as mais poderosas e perigosas do planeta, segundo Caron *et al.* (2010). Essas toxinas de natureza protéica e, portanto hidrossolúveis, bloqueiam canais de sódio nas células e impedem a transmissão de impulsos nos músculos de seres humanos e outros vertebrados. Pequenas quantidades podem causar a perda de sensibilidade na ponta dos dedos e da língua. Em casos extremos, causam a parada respiratória levando à morte da pessoa (FAO, 2004). Toxinas paralisantes já foram detectadas em diversas espécies de sardinhas e anchovas em diversas partes do mundo, como África do Sul e Califórnia (JESTER *et al.*, 2009).

É uma síndrome conhecida há séculos. Diversos dinoflagelados do gênero *Alexandrium* e as espécies *Gymnodinium catenatum* e *Pyrodinium bahamense var. bahamense* são produtores destas toxinas, conhecidas como saxitoxinas e derivados. *Alexandrium acatenella*, *Alexandrium andersonii*, *Alexandrium catenella*, *Alexandrium*

*cohorticula*, *Alexandrium excavatum*, *Alexandrium fraterculus*, *Alexandrium fundyense*, *Alexandrium minutum*, *Alexandrium tamarense* e *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* podem produzir as STXs (CASTRO; MOSER, 2012). A intoxicação ocorre após o consumo de bivalves (mexilhões, vieiras) ou peixes. Os sintomas provocam desordem neurológica como: formigamento, sensação de calor e dormência dos lábios e da ponta dos dedos, ataxia, sonolência e discurso incoerente, podendo levar a morte por paralisia respiratória. O aparecimento dos sintomas ocorre entre 0,5 hora e 2 horas após a ingestão e as vítimas que se sobrevivem após 12 horas costumam se recuperar (HUSS, 1997).

A intoxicação por toxinas paralisantes de bivalves (EPM) está associada à FANs ( $>10^6$  células/litro). Estas FANs podem causar mudança na cor da água, tornando-a com uma coloração avermelhada ou amarelada, por isso costumam estar associados as ômarés vermelhas, porém vale lembrar que nem toda floração de algas tóxicas apresentam cor, além disso, a coloração da água pode ser causada pela proliferação de outros tipos de espécies planctônicas que não são tóxicas (HUSS, 1997). De acordo com Schantz, 1984 alguns bivalves são tóxicos apenas no período de floração, pois eliminam a toxina muito rapidamente; outros retêm a toxina durante um longo período, até mesmo anos. A PSP é de ocorrência mundial (Figura 1).

O nível máximo permitido para consumo e comercialização no Brasil é abaixo de 0,8 mg (eq-STX) para 1 Kg da parte comestível dos moluscos bivalves. E o método normativo aceito internacionalmente é o biológico (AOAC 959.08). Alternativamente pode-se utilizar o método de cromatografia líquida de alta eficiência com detecção por fluorescência HPLC-FLD com derivatização pré-coluna (AOAC 2005.06) ou pós-coluna (AOAC 2011.02) (BRASIL, 2012b).



**Figura 1.** Distribuição mundial de surtos de intoxicações por toxinas paralisantes de bivalves (pontos pretos) e de ciguatera (zona sombreada). Dados da WHO (1984); HALSTEAD; SCHANTZ (1984); LUPIN (1992). **Fonte:** FAO Documento Técnico sobre as Pescas, 2004. Garantia de qualidade dos produtos da pesca. HUSS, 1997.

### 2.3.3 Envenenamento diarréico por moluscos (EDM) ou síndrome da diarreia (*Diarrhetic Shellfish Poisoning* ó DSP)

As toxinas diarréicas (ocadaiatos) afetam o sistema digestório, porém não se limitam a isto e são responsáveis pelo envenenamento diarréico por moluscos. Sua estrutura química é a de um ácido graxo poliéter, portanto lipossolúveis. Causam dor de cabeça, náusea, vômito (FAO, 2004) e, em casos de exposição crônica, estão relacionadas à incidência de câncer no estômago e intestino (CORDIER *et al.*, 2000; CARON *et al.*, 2010). As principais toxinas diarreicas são: ácido ocadaico (AO) e dinophysistoxinas (DTXs) (DARANAS *et al.*, 2001). Além de serem lipossolúveis são termoestáveis e ácido-base resistentes (FAO 2004 *apud* OLIVEIRA, 2009).

A molécula do ácido ocadaico difere de seus derivados apenas pela posição dos seus radicais e em propriedades químicas como peso molecular, tempo de retenção; porém quanto ao modo de ação tóxico não diferem (FAO, 2004). Ao adicionar um radical acyl no sítio 1 da molécula de AO, obtém-se o derivado DTX-3 (VALE; SAMPAYO 2002).

A intoxicação por toxinas diarréicas bioacumuladas em bivalves é causada por toxinas produzidas por dinoflagelados pelágicos do gênero *Dinophysis* e bentônicos do gênero *Prorocentrum*. Conforme Daranas *et al.* (2001), estes organismos são comuns em águas brasileiras (FERREIRA, 2004, 2009; MARINÉ, 2007; MARINÉ *et al.*, 2010; OLIVEIRA, 2001, 2009; OLIVEIRA *et al.* 2005). Estão envolvidas com DSP as seguintes espécies: *D. acuminata*, *Dinophysis acuta*, *Dinophysis caudata*, *Dinophysis fortii*, *Dinophysis hastata*, *Dinophysis mitra*, *Dinophysis norvegica*, *Dinophysis rotundata*, *Dinophysis sacculus*, *Dinophysis tripos*, *Gonyaulax polyhedra*, *Phalacrocoma rotundatum*, *Protoceratium reticulatum*, *Protoperdinium oceanicum*, *Protoperdinium pellucidum*, *Prorocentrum arenarium*, *Prorocentrum belizeanum*, *Prorocentrum concavum*, *Prorocentrum maculosum*, *Prorocentrum lima* e *Prorocentrum redfieldi* (CAMPÀS *et al.* 2007 *apud* CASTRO; MOSER, 2012; HALLEGRAEFF *et al.*, 1995; BURRI; VALE, 2006).

A ficotoxina ácido ocadaico é a mais amplamente distribuída e estudada, sendo encontrada nos mares de todo planeta (VALE; SAMPAYO 2002). Foi relatado por Qualfood 2009, que quando os moluscos são cozidos eles podem concentrar as toxinas presentes devido a perda de água que a carne sofre durante a cocção. O cozimento também pode promover a migração das toxinas nos tecidos do animal segundo Linnaeus (1758) *apud* Oliveira (2009).

Os efeitos tóxicos dos ocadaiatos são: carcinogênico (SUEOKA; FUJIKI 1997), citotóxico (HUYNH *et al.*, 1998), neurotóxico (FERNÁNDEZ-SÁNCHEZ *et al.*, 1998) e genotóxica (SILVA *et al.*, 2001). Os sintomas do DSP são distúrbios gastrintestinais: diarreia, vômitos, dores abdominais, náuseas, estes sintomas costumam aparecer desde meia hora até algumas horas após a ingestão do alimento contaminado, a recuperação ocorre entre 3 e 4 dias. Já foram registrados diversos casos de distúrbios gastrintestinais causadas por DSP na Europa, Japão, Oceania, nas Américas do Norte e Sul (Chile, Argentina, Uruguai e Brasil) (WHO, 1984; HALLEGRAEFF, 1993; AVARIA, 1989; MÉNDEZ *et al.*, 1993; PROENÇA *et al.*, 1998). No Brasil, o primeiro caso confirmado ocorreu em 1990 em Santa Catarina e com o aumento da produção de moluscos valvas, aumentaram também os registros de casos de intoxicação. No verão de 2007 foi detectado o primeiro surto completamente nesta região (CASTRO; MOSER, 2012). A dose mínima para induzir os sintomas está entre 32-55µg de AO e/ou DTX-1. (FAO, 2004). Não há registros de fatalidades.

As YTXs são cardiotóxicas e as PTXs são hepatotóxicas; diferindo das DTXs e AO que apresentam citotoxicidade e genotoxicidade (FAO, 2004). A diferente sintomatologia destes dois grupos contribuiu para que deixassem de ser consideradas promotoras de DSP (PAZ *et al.*, 2008; SUZUKI; QUILLIAM, 2011).

No Brasil foi relatada a presença de AO em Santa Catarina (SCHMITT; PROENÇA, 2000), no do Rio de Janeiro (OLIVEIRA, 2001; FERREIRA, 2004; LOURENÇO *et al.*,

2007a, b; MARINÉ, 2007; MARINÉ *et al.*, 2010) e em Recife (SOUZA *et al.*, 2007). Maiores investigações no litoral sul e norte fluminense (Rio de Janeiro) da presença de outras toxinas lipofílicas são necessárias devido a ocorrência de dinoflagelados potencialmente tóxicos na região (FERREIRA, 2004, 2009; OLIVEIRA, 2009; RIBEIRO-LOPES *et al.*, 2013a, b; OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Os regulamentos europeus vigentes permitem valores máximos conjuntos de AO, DTXs e PTXs de 160µg AO eq/Kg de carne comestível. O método normativo, inclusivo no Brasil é cromatografia líquida com detecção por espectrometria de massas (referência EU-RL-MB-Harmonised-LIPO-LCMS/MS ó Regulamento UE nº 15/2011). A legislação brasileira preconiza que os valores sejam inferiores a 0,16mg (eq-OA) para o ácido ocadáico em 1kg da parte comestível dos moluscos bivalves, abaixo de 20mg (eq-YTX) para yessotoxinas (BRASIL, 2012b).

### **2.3.4 Envenenamento neurotóxico por moluscos (ENM) ou síndrome neurotóxica (Neurotoxic Shellfish Poisoning ó NSP)**

O dinoflagelado *Karenia breve* (*Gymnodinium breve*) é o responsável pela produção das brevetoxinas, as quais estão envolvidas nos casos de intoxicação por neurotoxinas de bivalves (NSP), provavelmente *Karenia mikimotoi* também esteja envolvida com NSP (HALLEGRAEFF *et al.*, 1995; GRANÉLI *et al.*, 2008). Estes dinoflagelados também produzem as chamadas ômarés vermelhas e o consumo de bivalves expostos a estes eventos causa a NSP em pessoas. No entanto, as brevetoxinas atingem também os peixes, provocando morte massiva de peixes por se tratar de uma toxina altamente letal para eles. Ostras e mexilhões são importantes vetores das brevetoxinas (SALZMAN *et al.*, 2006 *apud* CASTRO; MOSER, 2012). Os sintomas da NSP em humanos são parecidos aos da PSP, com a exceção de não provocarem paralisia, a doença raramente é fatal. A ocorrência encontrava-se limitada ao Golfo do México e às áreas da costa da Florida (HUSS, 1997). Posteriormente esta espécie de dinoflagelado foi introduzida via água de lastro na Austrália (FAO, 2004).

As brevetoxinas são poliéteres, lipossolúveis, termoestáveis (ácido-estável), insípidas e inodoras, que despolarizam as membranas celulares através da abertura voltaica e persistente dos canais de sódio, originando descargas elétricas contínuas (VAN DOLAH, 2000 *apud* CASTRO; MOSER, 2012). Os análogos da brevetoxina PbTx-1 e os análogos da brevetoxina PbTx-2 são considerados os dois grupos de poliéteres mais tóxicos. Aproximadamente 80 g de PbTx- 2 é suficiente para causar danos físicos ao homem. Os sintomas são diversos e também parecidos com os do CFP: entorpecimento, câimbras, náuseas, vômitos, diarreia, calafrios e suadouros. Pode ainda produzir irritações dermatológicas pela formação de aerossóis pela ação de ondas, além de problemas respiratórios parecidos com os da asma (CARON *et al.* 2010).

O nível máximo permitido para consumo e comercialização em vários países é de 80 µg STX eq. 100g de carne. Atualmente, segundo o Regulamento da União Européia nº 15/2011, o método normativo empregado para detecção da toxina é a cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC- High Performance/Pressure Liquide Chromatography). Na Itália não é permitido a presença de qualquer nível que seja nos moluscos. Na Nova Zelândia é realizada análises do fitoplâncton semanais em todas as zonas de cultivo (FAO, 2004).

### **2.3.5 Envenenamento azaspirácido de moluscos (EAM) (Azaspiracid Shellfish Poisoning ó AZP)**

Os azaspirácidos são poliéteres ácidos com anel azaspiro pouco comum, amina cíclica, sem anel carboxílico. Os principais compostos são os azaspirácidos 1 a 3 (AZA1, AZA2 e AZA3) (CASTRO; MOSER, 2012).

O primeiro caso de AZP foi registrado em 1995 na Holanda, depois surgiram outros registros na Europa, em países como Irlanda, Inglaterra, Noruega, França e noroeste da Espanha; na África e no Chile (FUREY *et al.*, 2010; VALE, 2004). Este envenenamento foi o mais recente a ser descoberto e inicialmente era associado ao gênero *Protoperidinium* (OLIVEIRA *et al.*, 2010), especialmente *Protoperidinium crassipes* (FAO, 2004). No entanto, recentemente tem sido associado ao *Azadinium spinosum*, uma nova espécie de dinoflagelado descoberto.

O envenenamento por azaspirácidos causam problemas de saúde gastrointestinais como diarreias que variam de fracas a severas, náuseas, vômitos e cólicas. São consideradas tóxicas para o homem as concentrações entre 23 e 86 g/pessoa (valor médio 51,7 g/pessoa) (FAO, 2004). Não foi relatada a toxicidade para organismos marinhos.

A legislação brasileira permite valores abaixo de 0,16mg (eq-AZA1) para azaspirácidos, grupo que também é formado por toxinas lipofílicas (BRASIL, 2012b).

### **2.3.6 Controle das doenças causadas pelas ficotoxinas marinhas**

O monitoramento das áreas de extração e cultivo de pesca e dos bancos de bivalve para os fitoplâncton tóxicos e para análise das toxinas é a principal medida de prevenção das doenças causadas pelas biotoxinas. A suspensão das atividades pesqueiras e comercialização do pescado também devem ser executadas em casos de confirmação da presença da toxina para os níveis acima do recomendado pelas legislações vigentes. A Comissão Oceanográfica Intergovernamental recomenda que áreas destinadas à extração ou cultivo de pescado sem monitoramento devam ser consideradas de alto risco à saúde pública (REGUERA, 2002).

Métodos de conservação de alimentos como os aplicados normalmente nas indústrias: cozimento, fumagem, secagem e salga não destroem as toxinas, além disso, o aspecto do peixe ou da carne do marisco, não apresenta alteração aparente quando a toxina está presente (HUSS, 1997). O ideal é a implantação de um programa de monitoramento efetivo e constante para avaliação da qualidade da água observando se há presença de espécies tóxicas (FAO, 2004).

A ocorrência das espécies potencialmente toxígenas, bem como a produção das ficotoxinas não podem ser controladas, pois ocorrem naturalmente (HALL, 1991). Além do que os pescadores não têm influência no manejo das suas presas antes de serem capturadas (HUSS, 1997). No entanto, pode-se minimizar a ocorrência das FANs provocadas por fatores de influência antrópica citados anteriormente. Apenas os monitoramentos do pescado e da comunidade fitoplanctônica podem detectar a contaminação e fornecer às autoridades competentes a recomendação de suspender a comercialização enquanto durar a contaminação. No quadro 2 estão listadas as toxinas, a tolerância e os métodos de análise utilizados, é relevante informar que as toxinas são todas de natureza não protéica e extremamente estáveis (GILL *et al.*, 1985).

Na última década os diferentes métodos de detecção de ficotoxinas contribuíram para a redução dos casos de intoxicações por pescado contaminado, em locais onde este problema é presente e são adotadas medidas de controle. Estes métodos estão sendo desenvolvidos com o objetivo de prevenir a chegada de pescado tóxico ao consumidor; eles possibilitam detectar a presença de ficotoxinas a níveis muito baixos, mais baixos do que se considera um risco à saúde humana (FERNÁNDEZ, *et al.* 2002).

Métodos de ensaio ou métodos analíticos são as classificações dadas aos métodos de determinação das ficotoxinas. Os ensaios proporcionam um valor do conteúdo total da toxina baseando-se na mediação de uma única resposta: a biológica ou bioquímica, que engloba a atividade de todos os congêneres presentes na amostra. A toxicidade é determinada em função de uma curva dose-resposta e a concentração da toxina é expressa em equivalente-grama (eqg), atualmente sua utilização está mais restrita (UE, 2011). No método analítico se realiza

uma separação, identificação e quantificação individual das toxinas em função de uma resposta instrumental que é proporcional a concentração de cada uma das toxinas presentes na amostra. Porém, a utilização de métodos analíticos requer a calibração do equipamento com padrões de concentração conhecida de cada uma das toxinas envolvidas no estudo (FERNÁNDEZ *et al.*, 2002).

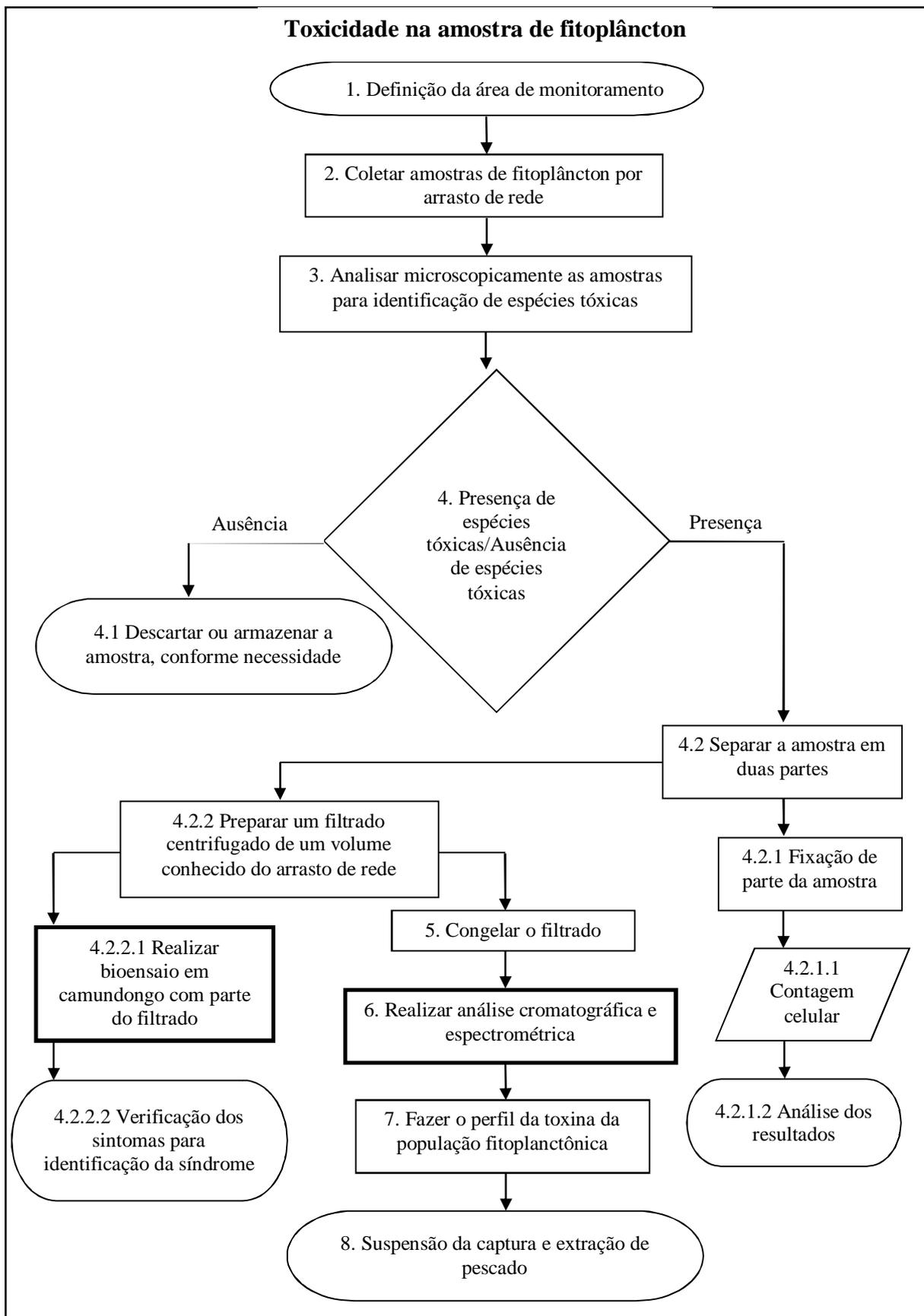
A União Europeia por meio do Regulamento Europeu nº15 de janeiro de 2011, que trata dos métodos de análises reconhecidos para detecção de biotoxinas marinhas em bivalvos vivos, define a aplicação adequada de diferentes metodologias conforme o objetivo do estudo. A cromatografia líquida de alta eficiência com detector de massa deve ser usada como método de referência para a detecção de toxinas lipofílicas e deve-se usar de forma habitual para os controles oficiais em qualquer etapa da cadeia alimentar e para autocontrole das empresas de alimentos. Outros métodos químicos poderão ser usados, desde que se cumpram os critérios de eficácia estabelecidos pela UE. Deverá ser validado entre laboratórios. Os métodos biológicos somente poderão ser usados para detectar toxinas marinhas novas e desconhecidas.

Mediante os dados expostos anteriormente foi adaptado um fluxograma para monitoramento de ficotoxinas marinhas em ambiente aquático voltado para análise no plâncton, assim pode ser priorizada a análise para ficotoxina na água, no entanto o pescado pode e deve ser quando o resultado para toxina no fitoplâncton for positivo e/ou quando o pescado for oriundo de áreas suspeitas (Figura 2).

Este fluxograma foi montado conforme as instruções de Campos (2004). As etapas 4.2.2.1 e 6 estão representando as possibilidades de controle deste monitoramento e podem ser utilizadas para prevenir a ocorrência das doenças causadas pelas síndromes de envenenamento. Quando o resultado for positivo e os níveis de toxinas identificadas estiverem iguais ou superiores aos preconizados na legislação, a extração de pescado na região analisada e o consumo devem ser imediatamente suspensos, assim como a comercialização dos alimentos marinhos oriundos da referida área. Paralelamente a estes acontecimentos, a frequência amostral deve ser aumentada e análises em moluscos e peixes também devem ser realizadas até que ocorra a detoxicação das ficotoxinas nas espécies e a área possa ser liberada novamente para a pesca, assim como o pescado para consumo.

O controle das doenças provocadas pela presença de ficotoxinas no alimento marinho é difícil, uma vez que os métodos de conservação não as eliminam e que sua prevenção depende de uma inspeção e amostragem ambiental das áreas de pesca, ou seja, de um monitoramento.

No entanto, a contaminação do pescado (moluscos e peixes) é um fenômeno passível de ser monitorado e controlado. Desse modo, a prevenção dos riscos tanto para a saúde pública quanto para os diferentes setores econômicos afetados, consiste na implantação de programas de monitoramento através da contagem microscópica das espécies tóxicas de fitoplâncton na água do mar concentrada e de testes de toxicidade realizados nos diferentes vetores aplicando métodos padronizados, conforme etapas enumeradas no fluxograma da figura 2.



**Figura 2:** Fluxograma de um monitoramento de biotoxinas marinhas em ambiente aquático. Adaptado por Ribeiro-Lopes, T. P. & Lopes, F. L. S., 2013.

## 2.4 Lagoa de Araruama

A Lagoa de Araruama é um ecossistema hipersalino com alto potencial pesqueiro, a qual sustenta cerca de 3.000 pescadores (AZEVEDO, 1984; BARROSO, 1987; SAAD, 2003). É o maior ecossistema lagunar hipersalino em estado permanente do mundo (KJERFVE *et al.*, 1996). Está localizada em um dos maiores corredores de importação e exportação da América Latina, margeando seis municípios: Saquarema, Araruama, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia, Cabo Frio e Arraial do Cabo (CILSJ, 2002), representando um importante papel para a economia destes municípios através da pesca artesanal e de atividade turística. Este ecossistema vem sofrendo um rápido processo de degradação ambiental pela entrada de matéria orgânica, proveniente principalmente do aumento dos dejetos orgânicos dos centros urbanos do entorno.

A atividade pesqueira distribui-se por toda a laguna, porém concentra-se junto ao Boqueirão (São Pedro da Aldeia) e Canal de Itajurú (Cabo Frio), utilizando técnicas artesanais (Figura 3) (BARROSO, 1987). O Brasil (2013b) estabeleceu critérios e procedimentos para a gestão da atividade pesqueira na Lagoa de Araruama e definiu 3 áreas: I, II e III. Na área I a pesca é permitida com os seguintes pretrechos: marcas de barragem, tarrafas de arremesso, puças, linha-de-mão, molinete ou carretilha; na área II com: arrasto de dois calões, troia para camarão, gancho de tainha, gancho de carapicu, tarrafas de arremesso, puças, linha-de-mão e molinete ou carretilha e na área III com: arrasto de dois calões, troia para camarão, gancho de tainha, gancho de carapicu, gancho de camarão, rede de espera ou cerco de carapicu, rede de despera ou cerco de tainha, rede de espera ou cerco de perumbeba, rede de espera ou cerco de carapeba, rede de espera ou cerco de saúba, tarrafas de arremesso, puças, linha-de-mão e molinete ou carretilha. Durante o período de 1º de agosto a 31 de outubro a pesca de peixe e crustáceos fica proibida na lagoa (BRASIL, 2013b).

As principais atividades realizadas na Lagoa e margens são: pesca artesanal de peixes e camarões com linha e rede (principal); coleta de invertebrados nos manguezais (estando hoje a maioria extinto); turismo; recreação; esporte; lazer; navegação e em pequenas proporções, uso medicinal por meio da ôlamoö. A extração de sal á foi uma importante atividade, porém esta atividade está extinta, pois grandes áreas de salinas foram aterradas para exploração imobiliária. A extração de conchas de *Anomalocardia brasiliiana* já empregou muitas pessoas da região, no entanto esta atividade também foi paralisada há alguns anos, pois a empresa CNA (Cia Nacional de Álcalis) que explorava a região teve suas atividades suspensas (CILSJ, 2002). A orla da Lagoa também concentra alguns grandes empreendimentos como Base Aeronaval de São Pedro da Aldeia; Adutora de Juturnaíba (Prolagos-empresa de tratamento de esgoto); Aeroporto de Cabo Frio; Refinaria Nacional de Sal; CNA; Salinas Perynas e Ilhas Perynas Resort (em implantação) e diversos condomínios residenciais (CILSJ, 2002).



**Figura 3:** Artes de pesca artesanal da Lagoa de Araruama, foto tirada no período de coleta de fitoplâncton marinho para a presente tese de doutorado. Foto tirada por Ribeiro-Lopes, T. P., 2012.

Estima-se que o formato atual da Lagoa exista a cerca de 5 a 7 mil anos, mas a origem de sua formação é discutida por pesquisadores. A renovação de água da Lagoa de Araruama é lenta, para que seja trocado 50% do volume de água, são necessários aproximadamente 84 dias. O volume da lagoa é de 636 milhões de m<sup>3</sup>, em sua superfície de 220 km<sup>2</sup> estão distribuídas 54 praias e 10 ilhas (CILSJ, 2002). Este ecossistema é constituído por um corpo principal e um canal que liga a lagoa ao oceano, o chamado canal Itajurú. As margens sul e leste são arenosas e a norte é de natureza rochosa e de sedimentos aluviais. O fundo da lagoa foi moldado sob a influência das ondas, geradas pelos ventos incidentes na superfície; correntes, muitas vezes formadas pelos ventos nordeste e sudoeste principalmente; oscilações de nível médio do mar, as quais podem ser provocadas pelas chuvas, ventos que provocam empilhamento (*wind setup*) e/ou marolas (*wave setup*); diferentes fontes de sedimentos, os quais se aportam neste ambiente e da retirada de sedimentos por meio das dragagens (inclusive em 2012, período de coleta, foi possível presenciar o trabalho das máquinas retirando areia do fundo da lagoa). O processo de assoreamento é constante, talvez seja por isso um dos motivos da pequena profundidade da lagoa (média de 2 a 3 metros, com pontos que podem chegar a 19 metros). De acordo com Argento & Coimbra (1989) *apud* CILSJ (2002) o principal motivo de assoreamento são os esporões que avançam da restinga de Massambaba para a margem oposta da lagoa (CILSJ, 2002).

#### **2.4.1 Recursos pesqueiros da lagoa de Araruama**

As espécies de peixes encontradas na Lagoa de Araruama (Figura 4), com seus respectivos nomes vulgares, são: *Elops saurus* (ubarana), *Opistonema oglinum* (sardinha), *Atherinella brasiliensis* (peixe rei), *Hemiramphus brasiliensis* (bicuda), *Poecilia vivipara* (barrigudinho), *Scorpaena brasiliensis* (peixe pedra), *Dactylopterus volitans* (coió), *Centropomus paralelus* (robalo), *Pomatomus saltator* (anchova), *Mugil curema* (saúba), *Mugil lisa* (tainha), *Decapterus punctatus* (carapau), *Trachinotus carolinus* (xerelete), *Caranx latus* (pampo), *Eucinostomus argenteus* (carapicu), *Eugerres brasilianus* (carapeba), *Eucinostomus gula* (carapicu), *Diapterus olisthostomus* (caratinga), *Anisotremus virginicus* (salema), *Pomadasys corvinaeformis* (cocoroca), *Pagrus pagrus* (pargo), *Calamus pennatula* (cagão), *Diplodus argenteus* (marimba), *Lutjanus jocu* (vermelho), *Pogonias cromis* (perumbaba), *Micropogonias furnieri* (corvina), *Menticirrhus americanus* (papa terra), *Pomacantus paru* (paru), *Achirus lineatus* (linguadinho), *Bothus ocellatus* (linguado), *Sphaeroides testudines* (baiacu sem espinho) (NASCIMENTO, 1998). Segundo CILSJ (2002) também podem estar presentes as espécies a seguir: *Astroscopus Ygraecum* (peixe sapo), *Stephanolepis hispidus* (peixe porco), *Umbrina coroides* (castanha riscada), *Syngnathus* sp (cachimbo), *Chilomicterus spinosus* (baiacu com espinho), *Bathigobius soporator* (maria da toca), *Phallopticus januarius* (também chamado de barrigudinho), *Eucinostomus gula* (também conhecido como carapicu), *Jenynsia lineata* (outro barrigudinho). Dentre estas espécies encontram-se peixes planctófagos como a sardinha e a anchova por exemplo.

Em determinadas épocas do ano os peixes ôsaltam/pulamö tanto que chegam a cair nas embarcações (Figura 4). Fato presenciado por mim durante a coleta.



**Figura 4:** Uma das espécies de peixe encontrada na Lagoa de Araruama, em junho 2011. Foto tirada pelo pescador Marlom, membro da associação de pescadores da Praia da Pitória (ponto de saída da embarcação das coletas).

#### 2.4.2 Microalgas encontradas na lagoa de Araruama

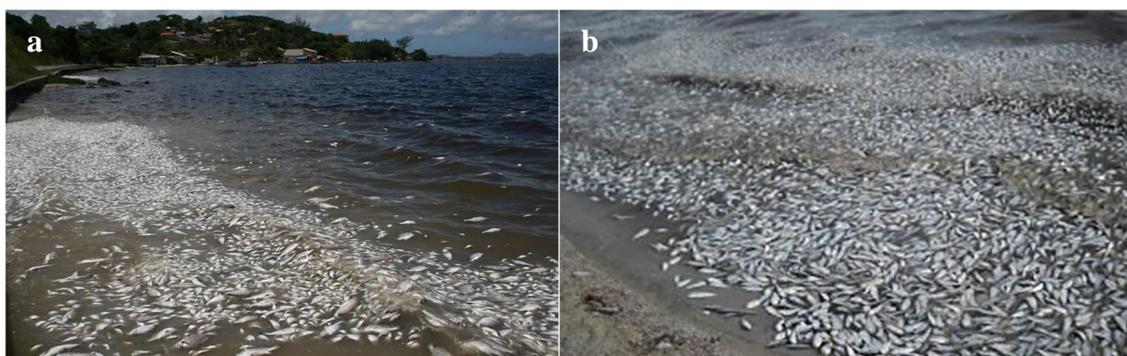
No início desta pesquisa poucos trabalhos foram encontrados listando as espécies de microalgas presentes na Lagoa de Araruama. Segundo Nascimento (1998) os grupos encontrados na Lagoa eram: Bacillariophyta (diatomáceas), Dinophyta (dinoflagelados), Cyanophyta (cianofíceas), Chlorophyta (clorofíceas), Euglenophyta (euglenofíceas), Cryptophyta (criptofíceas), Haptophyta (cocolitoforídeos), Dictyochophyta (silicoflagelados) e Fitoflagelados. Atualmente existem diversos outros trabalhos com fitoplâncton da lagoa como a dissertação de Magalhães (2012) e os relatórios de fitoplâncton, disponibilizados no site do Consórcio Intermunicipal Lagos São João a partir de 2011 ([www.lagossaojoao.org.br](http://www.lagossaojoao.org.br)), realizados pela Dr<sup>a</sup> Maria Helena Baeta Neves, este último é fruto da implantação do Projeto do Centro de Monitoramento Permanente da Lagoa de Araruama e Canal do Itajuru, iniciado em 2010 pelas Concessionárias da Região dos Lagos. No entanto, estes trabalhos também são de cunho ambiental e representam uma relevante evolução para as pesquisas neste campo científico. Outra iniciativa relevante para este ecossistema foi a criação da Unidade de Conservação Parque Estadual da Costa do Sol, pois as margens da lagoa fazem parte da área protegida.

De acordo com o levantamento realizado por Nascimento (1998), o grupo dos dinoflagelados foi mais representativo na Lagoa de Araruama, tanto em termos de riqueza de espécies quanto em termos de ocorrência. Em seguida vieram as criptofíceas e as diatomáceas. Estes grupos apresentam espécies potencialmente nocivas, por isso representam perigo para o ecossistema e para a saúde pública. Além disso, a Lagoa em determinadas circunstâncias apresenta características propícias (excesso de matéria orgânica, altas temperaturas da água, queda da salinidade) à ocorrência de florações.

Os gêneros *Alexandrium*, *Prorocentrum*, *Gymnodinium* foram listados na Lagoa de Araruama. Dentre as comunidades de dinoflagelados identificadas existem táxons potencialmente nocivos, quer seja por capacidade toxigênica, quer seja por possibilidade de formação de florações (NASCIMENTO, 1998). Depois do início do monitoramento na lagoa novos gêneros foram identificados: *Scropsiella*, *Ceratium*, *Dinophysis* e *Gambierdiscus* (MAGALHÃES, 2012; CILSJ, 2013).

Foram encontrados relatos de eventos nocivos registrados na Lagoa de Araruama em 2009 e 2011. Em janeiro de 2009 ocorreu uma mortandade expressiva de peixes e crustáceos na Lagoa, pesquisadores relataram que o nível de oxigênio dissolvido chegou a 0 (Figura 5).

Segundo o Secretário de Meio Ambiente, Agricultura e Pesca Luciano S. Pinto, na época, só município de São Pedro da Aldeia retirou 80 toneladas de pescado morto na margem da Lagoa e florações neste corpo hídrico não são raras, há períodos em que a cor da água se modifica e às vezes surge também um odor desagradável. Em 2011 um novo evento com grande mortandade de peixes ocorreu, sendo inclusive noticiado no jornal o globo (Figura 5).



**Figura 5:** Episódios de mortandade de pescado na Lagoa de Araruama nos últimos anos. a) Peixes mortos na Lagoa de Araruama, em foto do O Globo, 26/01/2009. Foto retirada de site, disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2009/02/02/mortandade-de-peixes-na-lagoa-de-araruama-rio-de-janeiro-pode-se-repetir-nos-proximos-dois-anos/>>. Acesso em: 22 jan. 2014. b) Mortandade ocorrida em 2011. Foto retirada de site, disponível em: <<http://oglobo.globo.com/participe/mat/2011/08/25/desequilibrio-ambiental-causa-morte-de-peixes-na-lagoa-de-araruama-925208402.asp>>. Acesso em: 22 jan. 2014.

## 2.5 Aspectos Taxonômicos Gerais dos Dinoflagelados

Os dinoflagelados são organismos eucariotos unicelulares, em sua maioria marinhos e apresentam espécies fotossintetizantes, mixotróficas e heterotróficas. Podem ser encontrados em todos os ambientes aquáticos, apresentam um variado número de espécies, aproximadamente 2.000 espécies. Este grupo fitoplanctônico é heterotrófico ou mixotrófico em metade das formas existentes, suas reservas alimentares são basicamente ácidos graxos insaturados e amidos. O ciclo de vida dos dinoflagelados apresenta dois estágios: um móvel e outro imóvel. Na fase móvel a célula vegetativa está envolvida pela teca, que é uma estrutura celulósica, uma membrana e apresenta dois flagelos dimórficos. Na fase imóvel a célula está dentro de um cisto. A presença ou ausência de placas de natureza celulósica em sua membrana classifica o grupo em tecados ou atecados, respectivamente. Essas placas recebem o nome de teca ou anfiesma (TOMAS, 1997; HACKETT *et al.*, 2004). As placas formam a parede celular dos dinoflagelados tecados são a característica taxonômica mais importante; sua forma, número e posição são próprios de cada espécie.

A região superior dos dinoflagelados tecados recebe o nome de epiteca e a inferior de hipoteca, todas duas estão separadas por um cingulo que aloja o flagelo transversal. Na hipoteca existe um sulcus na região ventral onde se encontra o flagelo longitudinal na região ventral da (Figura 6A, B, C e D). Em algumas espécies as placas da epiteca e hipoteca podem se prolongar. Na epiteca são chamadas de projeções apicais e na hipoteca de projeções antapicais, essas projeções são estruturas ocas. Há também os espinhos que são estruturas maciças, ambas estruturas são acessórias e servem como característica taxonômica (TOMAS, 1997).

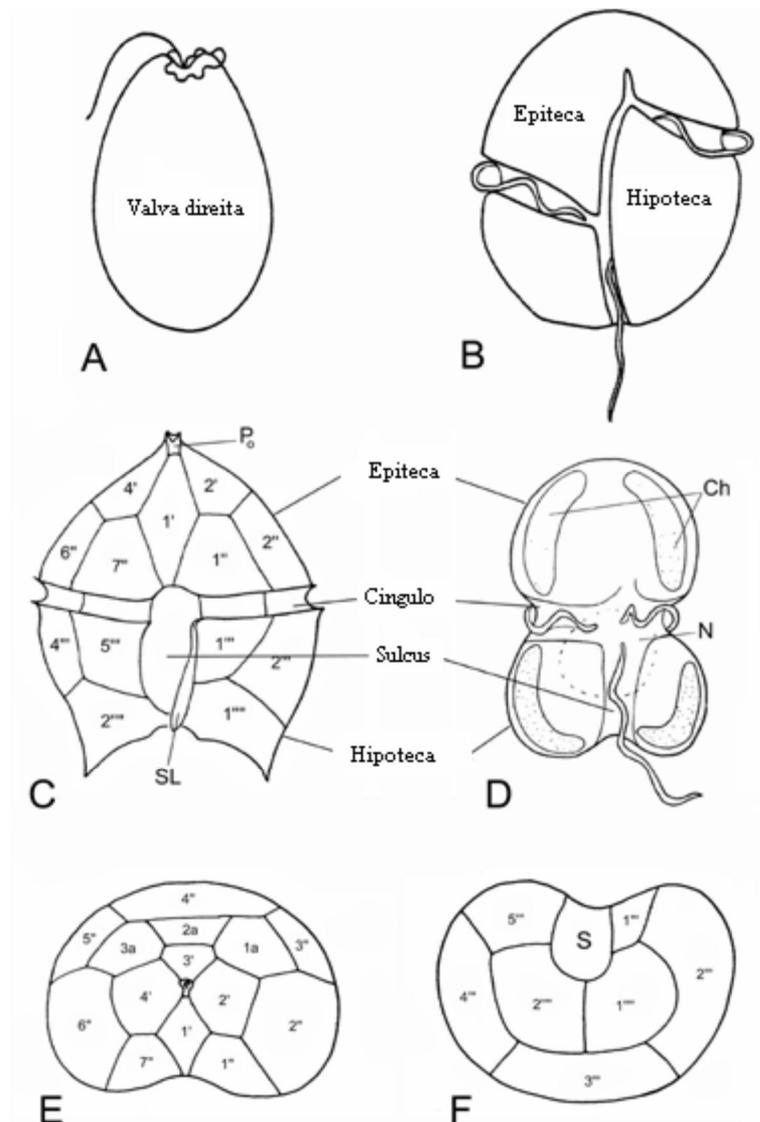
As placas apresentam a seguinte denominação e nomenclatura: placas da epiteca e placas da hipoteca. As placas da epiteca são apicais:  $x\alpha$  intercalares: a (de posição dorsal);

rômbica: 1ø(de posição ventral); pré-cingulares: xö. As placas da hipoteca são pós-cingulares: xöø intercalares: p; antapicais: xöø(TOMAS, 1997). Elas estão representadas na figura 6C, E e F. As placas estão arranjadas em padrões distintos denominados de tabulação ou fórmulas da placa, as quais também são usadas como características taxonômicas. Os caracteres relevantes nas espécies tecadas são a tabulação e ornamentação das placas de celulose, a arquitetura da área periflagelar e a banda intercalar (TOMAS, 1997; FAUST, 1994).

o sistema Kofoidiano de nomenclatura de placas proposto por Kofoid e modificado por Balech em 1980 é comumente usado para a identificação das espécies. Este sistema reconhece a série de placas baseada em sua posição sobre a célula. No sistema Kofoidiano de nomenclatura de placas existe 6 principais series: apical (ø); intercalar anterior (a); precingular (ö); póscingular (öö); intercalar posterior (p); antapical (öö). O padrão da placa também é importante para identificar as espécies de dinoflagelados e refere-se à morfologia específica de cada placa particular (TOMAS, 1997)ö(OLIVEIRA, 2009).

A morfologia externa dos dinoflagelados varia muito, sua identificação pode ser realizada pela combinação das características morfológicas, tanto no grupo dos tecados quanto nos atecados. A microscopia de campo claro (ML) e a microscopia eletrônica (MEV) de varredura são os métodos empregados para realização da identificação dos dinoflagelados (HALLEGRAEFF *et al.*, 1995; OLIVEIRA, 2009).

A contribuição dos dinoflagelados ao ecossistema aquático é bastante significativa nos diversos ambientes: comunidades de recifes de corais, lagoas costeiras, manguezais, estuários (VILA *et al.*, 2001; FAUST, 2004; HEIL *et al.*, 2004). Alguns são encontrados associados à macroalgas e plantas marinhas e outros sobre recifes de corais, detritos, sedimento, areia (FAUST, 1991; FAUST, 1994; FAUST, 2004; HEIL *et al.*, 2004) podendo ser tóxicas e/ou potencialmente nocivas para toda teia trófica marinha, inclusive o homem (FUKUYO, 1981; FAUST *et al.*, 1996; TEN-HAGE *et al.*, 2000; BRESCIANINI *et al.*, 2006; LÓPEZ-FLORES *et al.*, 2006; DURANDO *et al.*, 2007; PARSONS; PRESKITT, 2007; MANGIALAJO *et al.*, 2008; ALIGIZAKI *et al.*, 2009; CASTRO; MOSER, 2012).

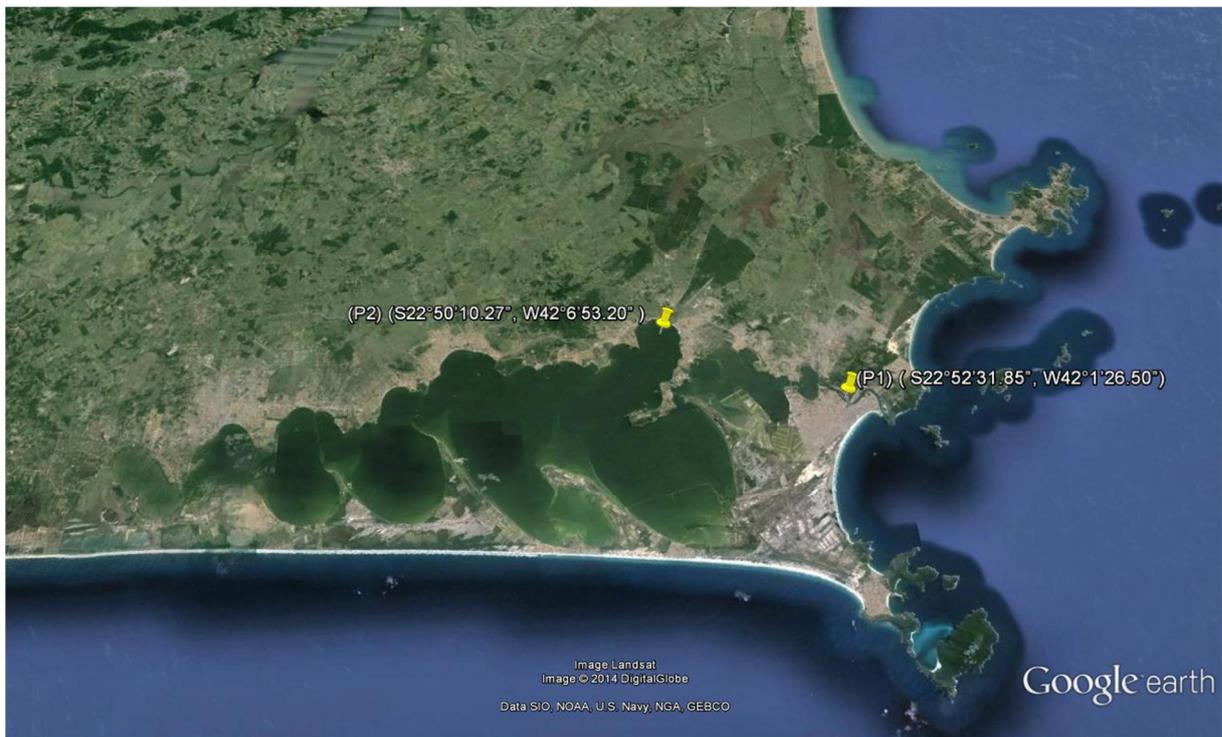


**Figura 6:** Orientações básicas de taxonomia de dinoflagelados. A) célula desmoconte; B) célula dinoconte; C) tabulação das placas tecais de um dinoflagelado em visão ventral, onde: (Po) poro apical, (o) placas apicais, (o) placas pré cingulares, (o) pós-cingulares, (o) antapicais; D) dinoflagelado atecado onde (Ch) cloroplastos, (N) núcleo; E) dinoflagelado tecado em visão apical onde: (a) placas intercalares anteriores; F) dinoflagelado tecado em visão antapical onde: (S) sulcus. Ilustrações adaptadas de Tomas (1997). **Fonte:** OLIVEIRA, 2009.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área de Estudos

A Lagoa de Araruama é um ecossistema lagunar hipersalino, localizado na Região dos Lagos, à leste do Estado do Rio de Janeiro, Brasil (Figura 7). Ocupa uma área de 220Km<sup>2</sup>, está situada a 100 Km da cidade do Rio de Janeiro, entre as latitudes 22°50'0" e 22°57'0" S e longitudes 42°00'0" e 42°44'0" W. Apresenta um espelho d'água na ordem de 210 Km<sup>2</sup>, com perímetro de 190 Km e largura máxima de 13 Km. Há cerca de quinze anos a salinidade média era de 56 (SOUZA, 1997), apresentando em condições normais, mínima de 35 e máxima de 80. Atualmente este parâmetro tem diminuído bastante, a salinidade média gira em torno de 52. Há um único canal de ligação com o Oceano Atlântico, o canal de Itajuru, este canal encontra-se constantemente em processo de desassoreamento o no intuito de permitir uma maior e melhor renovação de água na lagoa. O termo correto para nomear este ecossistema seria laguna devido a sua comunicação com o mar, porém culturalmente e até no meio científico este ambiente é conhecido com o nome de Lagoa de Araruama (CILSJ, 2002; NASCIMENTO, 1998).



**Figura 7:** Lagoa de Araruama, imagem retirada do Google Earth. Pontos de amostragem: P1 (Cabo Frio), P2 (São Pedro da Aldeia).

A Lagoa até 1994 era considerada um ambiente oligotrófico, ou seja, pobre em nutrientes. Mas com o aumento da carga orgânica lançada na lagoa (oriunda do despejo de efluentes domésticos, provenientes dos centros urbanos no entorno) seu estado trófico mudou para um ambiente eutrófico. Tal fenômeno é classificado como eutrofização cultural e influencia fortemente a estrutura das comunidades de microalgas tanto pelágicas, quanto bentônicas, sendo consenso científico sua influência positiva sobre florações de algas nocivas (GRANELI *et al.*, 2008).

Em áreas próximas aos municípios de Iguaba Grande, Iguaba Pequena e São Pedro da Aldeia ocorreram altas densidades fitoplantônicas (NASCIMENTO, 1998). Inclusive Souza

(1993) *apud* Nascimento (1998), observou nos meses de dezembro a janeiro uma floração fitoplanctônica na enseada de São Pedro, classificando essa enseada como uma área de menor circulação de água e, portanto mais sujeita ao aporte de rejeitos domésticos.

### 3.2 Delineamento Amostral

#### 3.2.1 Pontos de coleta

Foram definidos dois pontos para coleta de fitoplâncton, um em área de influência marinha (P1) e um em ponto com relato anterior de floração de microalgas em áreas sujeitas à reduzida circulação e à processo de eutrofização cultural (fatores que favorecem o desenvolvimento de microalgas potencialmente nocivas), o P2 (Figura 7).

#### 3.2.2 Obtenção de amostras

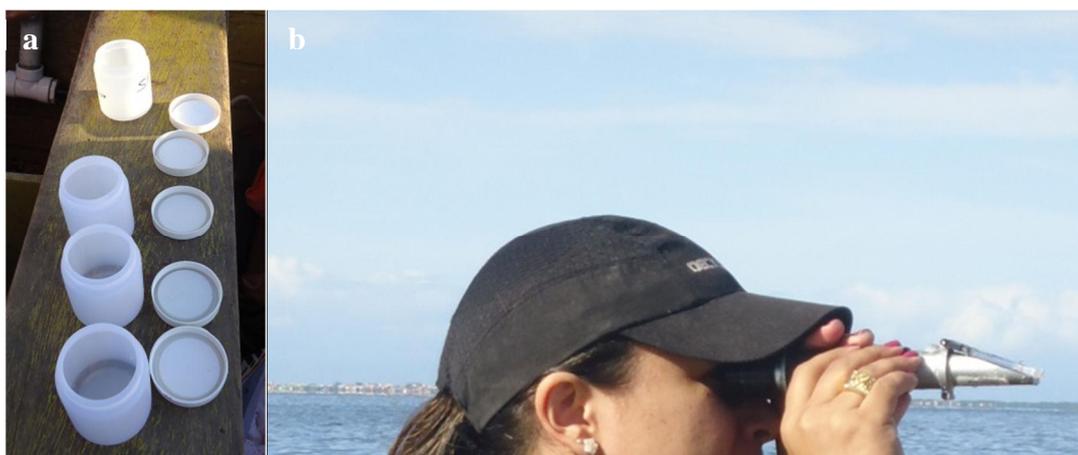
Inicialmente foi realizado um levantamento qualitativo preliminar através da realização de 01 coleta no mês de junho de 2011, para adequação da metodologia de coleta utilizando-se um arrasto vertical (integração da coluna d'água e concentração de um volume maior de água) com rede de plâncton com 20  $\mu\text{m}$  de malha para levantamento inicial das espécies (Figura 8). Após a análise deste material preliminar foi definida a estratégia de amostragem: uso de rede de acordo com o estado trófico das amostras obtidas na Lagoa de Araruama (FERREIRA, 2009; REGUERA, 2002; MARINÈ, 2007).



**Figura 8:** Coleta das amostras de fitoplâncton com rede de plâncton 20  $\mu\text{m}$ , na Lagoa de Araruama. Fotos tiradas por Lopes, F. L. S., 2012.

Após a conclusão da fase preliminar foram realizadas coletas de água mensais, com rede de plâncton, por meio de arrasto vertical para integração da coluna d'água e ao longo do gradiente de salinidade para a amostragem da comunidade fitoplanctônica nos dois pontos

definidos para a amostragem. O material foi acondicionado em frascos foscos com bartok (Figura 9), fixado em formol neutralizado 4% e devidamente identificados para posterior análise dos táxons presentes. Para a análise da presença das toxinas lipofílicas na comunidade planctônica foram obtidas amostras concentradas e integrada da coluna d'água (2L por cada metro). As salinidades foram verificadas com o uso do refratômetro portátil UNITY (RTS-101ATC) (Figura 9). Também foram coletados dados ambientais de temperatura e profundidade.



**Figura 9:** a) Frascos foscos com bartok utilizados para armazenar as amostras de fitoplâncton. b) Utilização de refratômetro para verificar a salinidade. Fotos tiradas pelo pescador Marlom, 2011.

### 3.3 Identificação dos Dinoflagelados

Cada amostra de rede de água do mar foi submetida à microscopia de campo claro sob microscópio óptico invertido (NIKKON Eclipse 100) para identificação e contagem dos táxons de interesse usando-se o método de Uthermöhl (1958), com coluna de sedimentação de 50ml. A identificação dos dinoflagelados foi realizada no aumento de 200x e 400x, com base na análise de características morfológicas como, forma, tamanho e demais estruturas celulares (espinhos, chifres, poros, aureolas, costelas), ornamentação da parede celular e placas tecais, detalhes da arquitetura da área periflagelar. Os detalhes taxonômicos foram observados no aumento de 400x (Figura 10). Os táxons identificados foram fotografados com câmera digital KODAC EasyShare (CX7430). A contagem foi realizada sob microscopia em aumento de 100x e 200x (para as menores células, quando necessário), contando-se toda a área da câmara de sedimentação, conforme manual da Comissão Oceanográfica Intergovernamental (REGUERA *et al.*, 2011). Foi utilizado material bibliográfico de referência, com as chaves taxonômicas para identificação dos táxons de interesse: Sournia (1986), Taylor (1987), Tomas (1997), Balech (2002), Tenenbaum (2006).



**Figura 10:** Identificação dos táxons de dinoflagelados presentes na Lagoa de Araruama por meio de microscópio óptico invertido de campo claro. Foto tirada por Amorim, E., 2012.

### 3.4 Tratamento Estatístico dos Dados

O tratamento de dados foi realizado para comparações espaciais, temporais, das variáveis ambientais e dos morfotipos de dinoflagelados potencialmente nocivos (exclusivamente) com base em dados de presença/ausência.

As comparações espaciais foram realizadas considerando os pontos de coleta (P1 e P2), enquanto as variações temporais foram avaliadas agrupando os meses de amostragem da seguinte maneira: primavera (setembro, outubro e novembro), verão (dezembro, janeiro e fevereiro), outono (março, abril e maio) e inverno (junho, julho e agosto).

Comparações das variáveis ambientais entre os pontos de coleta e estações do ano foram feitas utilizando Análise de Variância (ANOVA bi-fatorial). As variáveis ambientais também foram comparadas entre as estações do ano dentro de cada local, utilizando ANOVA mono-fatorial. Foi aplicado o teste a posteriori de Tukey HSD para as diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) (ZAR, 1996).

A comparação dos morfotipos entre os pontos de coleta e entre estações do ano foi feita utilizando Análise de Similaridade (ANOSIM) sobre abundância numérica de todas as espécies. A análise de Percentagem de Similaridade (SIMPER) foi utilizada para determinar a porcentagem de contribuição de cada espécie para a similaridade dentro do grupo (ponto de coleta) e para a dissimilaridade entre os pontos. Análises multidimensionais não-métricas (MDS) foram realizadas para determinação dos padrões das amostras codificadas por local e estação. Estas análises foram realizadas com o uso do pacote estatístico PRIMER versão 5.2.4 (CLARKE; WARWICK, 1994).

A Análise de redundância baseada em distância (dbRDA) (LEGENDRE; ANDERSON, 1999; MCARDLE; ANDERSON, 2001) foi empregada para realizar uma ordenação dos dados das espécies de dinoflagelados potencialmente nocivos e os locais amostrados. As espécies potencialmente nocivas responsáveis pela resposta da comunidade de dinoflagelados às variáveis preditoras (variáveis ambientais) foram identificadas como aquelas com maiores correlações (Pearson  $> 0,3$ ) com os dois primeiros eixos do dbRDA.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os morfotipos de dinoflagelados foram identificados por meio de microscopia óptica invertida de campo claro, a partir das amostras coletadas e fixadas, nos dois pontos da Lagoa de Araruama. Foram identificados 44 morfotipos de dinoflagelados distribuídos em 10 gêneros: *Ceratium*, *Dinophysis*, *Gonyaulax*, *Heterocapsa*, *Ostreopsis*, *Oxyphysis*, *Oxytoxum*, *Prorocentrum*, *Protoperdinium*, *Scrippsiella*. Os morfotipos foram identificados ao nível de espécie como *conferatum*. Dos 44 morfotipos de dinoflagelados analisados, 13 são considerados potencialmente nocivos. Todos os táxons identificados como potencialmente nocivos foram quantificados e encontram-se disponíveis na tabela 1.

No período do verão (época de maior ocorrência das florações) foi coletado um número maior de amostras para também serem destinadas à análise química de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) para detecção e identificação de toxinas por espectrômetro de fluorescência/massa (caso presentes), segundo metodologia descrita por Hummert *et al.* (1997), Reguera *et al.* (2011) e Brasil (2012b). No entanto, devido a problemas operacionais, burocráticos e financeiros não foi possível realizar a análise cromatográfica das amostras, porém as mesmas encontram-se *in natura* (não foram fixadas) e estão devidamente armazenadas para uma futura possibilidade de serem analisadas. A (CLAE) é uma técnica analítica que vem sendo empregada para identificação e quantificação das ficotoxinas (LAGOS, 2002), é altamente sensível, precisa e reprodutível permitindo obter informações sobre a composição quali-quantitativa do tóxico (FAO, 2004). Tem sido amplamente utilizada para separação, purificação e isolamento de variados tipos de substâncias: produtos naturais, fármacos, compostos químicos e bioquímicos e todos os tipos de toxinas, além disso, existe uma variedade de detectores: fluorescência, visível, ultravioleta, condutividade, índice de refração, massa e etc (OLIVEIRA, 2009).

**Tabela 1:** Espécies de dinoflagelados potencialmente nocivos presentes em P1 e P2 da Lagoa de Araruama durante o período de um ano (setembro de 2011 a agosto de 2012). Unidade: células/litro (cél./l). P1=Cabo Frio; P2=São Pedro da Aldeia. Set. P=setembro-primavera; Out. P=outubro-primavera; Nov. P=novembro-primavera; Dez. V=dezembro-verão; Jan. V=janeiro-verão; Fev. V=fevereiro-verão; Mar. O=março-outono; Abr. O=abril-outono; Maio O=maio-outono; Jun. I=junho-inverno; Jul. I=julho-inverno; Ago. I=agosto-inverno.

Ponto	Estação do Ano	<i>D. Acuminata</i>	<i>D. fortii</i>	<i>D. tripos</i>	<i>G. polyedra</i>	<i>G. spinifera</i>	<i>H. niei</i>	<i>P. balticum</i>	<i>P. concavum</i>	<i>P. emarginatum</i>	<i>P. lima</i>	<i>P. mexicanum</i>	<i>P. micans</i>	<i>S. trochoidea</i>
P1	Set. P	0	0	0	0	0	40	40	40	0	40	5000	0	0
P1	Out. P	0	0	0	0	0	40	40	0	120	320	75160	120	0
P1	Nov. P	6480	0	0	600	0	0	40	0	0	200	320	1160	0
P1	Dez. V	80	40	0	0	0	0	40	0	40	0	520	0	200
P1	Jan. V	0	0	0	0	0	0	160	0	120	80	80	160	0
P1	Fev. V	800	0	5480	120	760	0	1320	160	80	0	1160	2360	0
P1	Mar. O	0	0	960	0	0	0	160	40	120	120	160	1360	0
P1	Abr. O	0	0	0	0	0	80	0	0	0	160	6600	840	0
P1	Mai O	0	0	0	0	0	0	320	0	0	80	2680	560	0
P1	Jun. I	0	0	0	0	0	4240	160	0	80	360	20200	0	0
P1	Jul. I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	920	0	80
P1	Ago. I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1600	40	0
P2	Set. P	0	0	0	0	0	40	40	0	80	0	520	0	480
P2	Out. P	0	0	0	0	0	120	0	0	0	40	920	0	960
P2	Nov. P	760	0	0	0	0	280	0	0	0	0	120	80	2880
P2	Dez. V	0	80	0	0	0	160	120	0	0	40	320	0	1520
P2	Jan. V	0	0	0	0	0	80	560	0	0	80	320	0	0
P2	Fev. V	40	0	0	0	0	0	40	0	120	0	0	80	1080
P2	Mar. O	0	0	0	0	0	480	0	0	160	120	0	40	0
P2	Abr. O	0	0	0	0	0	4920	0	0	0	40	200	0	0
P2	Mai O	0	0	0	0	0	13800	80	0	0	0	160	0	0
P2	Jun. I	0	0	0	0	0	61840	0	0	0	40	440	0	0
P2	Jul. I	0	0	0	0	0	1600	0	0	0	0	0	0	80
P2	Ago. I	0	0	0	0	0	120	0	0	0	0	40	0	0

Os táxons observados e identificados pela microscopia óptica invertida encontrados entre os meses de setembro de 2011 a agosto de 2012 nos pontos 1 (Cabo Frio) e 2 (São Pedro da Aldeia) da Lagoa de Araruama encontram-se descritos a seguir.

#### **4.1 Dinoflagelados Potencialmente Nocivos Identificados na Lagoa de Araruama**

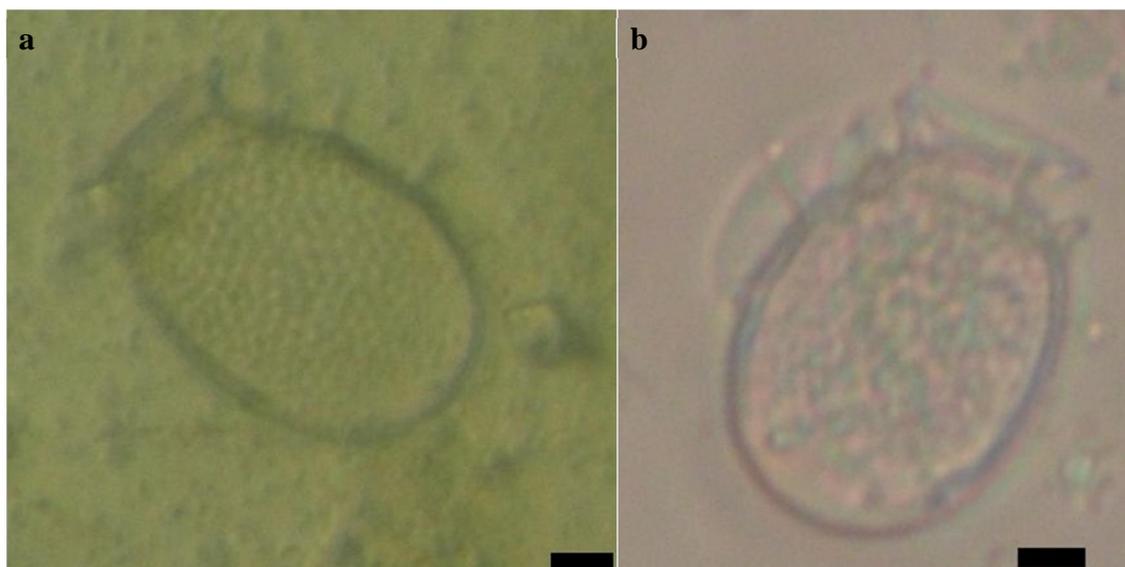
##### **4.1.1 *Dinophysis acuminata* Claparède & Lachmann, 1859 (Figura 11)**

**Sinônimo:** *Dinophysis boehmii* Paulsen, 1949; *Dinophysis borealis* Paulsen, 1949 (HABs, 2013a).

Foram encontradas células com formato elíptico, com a região posterior arredondada, toda superfície celular coberta com aréolas. A esquerda lista sulcal bem desenvolvida, se estende além do ponto médio da célula e é igual em profundidade. Segunda costela mais próxima da primeira quando comparada a distância com a terceira. O maior número de células foi verificado na primavera, no mês de novembro em P1. Esteve presente tanto em P1 (Cabo Frio) quanto em P2 (São Pedro da Aldeia).

Na literatura consta que cada aréola apresenta um poro, porém este não foi visualizado e que também podem apresentar forma oval (TOMAS, 1997).

Esta é uma espécie tóxica, marinha, nerítica, amplamente distribuída, pode ser encontrada desde águas frias temperadas até as águas quentes de ambos os hemisférios (HABs, 2013a; TOMAS, 1997). No Mar Mediterrâneo sua presença não foi demonstrada de forma convincente (HABs, 2013a). É considerada principal agente envolvido em surtos de DSP na costa atlântica europeia. Também está associada a surtos de DSP no Japão e Nova Zelândia. Nos últimos anos houve o primeiro relato de surtos de DSP associado com floração desta espécie em NW (ESENKULOVA; HAIGH, 2012) e na América do Norte (HATTENRATH-LEHMANN *et al.*, 2012). Produtora de ácido ocadáico (AO), dinophysistoxinas (DTXs) implicadas em surtos de DSP e pectenotoxinas (PTXs). Algumas estirpes parecem produzir somente PTX (NIELSEN *et al.*, 2012), outras somente AO (FERNÁNDEZ *et al.*, 2001), já outras DTX1 e PTX2 (SUZUKI *et al.*, 2009) ou uma mistura de AO, DTXs e PTXs (MILES *et al.*, 2004a, b). Na Europa *D. acuminata* e *D. acuta* são as principais produtoras de toxinas DSP (REGUERA *et al.* 2012). *D. skagii* Paulsen é provavelmente uma "pequena célula" no ciclo de vida de *D. acuminata* (REGUERA; GONZALEZ-GIL, 2001). Esta espécie pode ser confundida com *D. sacculus*, *D. norvegica*, *D. ovum* e *D. punctata*. Provavelmente *D. skagii* e *D. lachmannii* são variantes de *D. acuminata*. O formato celular, o desenvolvimento da lista sulcal e possivelmente as marcações na superfície podem ajudar a diferenciar as espécies, mas ainda assim é possível ocorrer confusão. Dentro deste complexo, as marcações na superfície podem variar desde poros dispersos até depressões cada uma com poro e ainda aréolas cada uma com poro. A aparência da célula também pode se modificar com a idade celular, assim como em *Prorocentrum* (TOMAS, 1997). No Brasil, em Santa Catarina já foi verificada a produção de ácido ocadáico por esta espécie (PROENÇA *et al.*, 1999).



**Figura 11:** Fotomicrografias de *Dinophysis* cf. *acuminata*. a) Aumento de 200x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm. Podem ser visualizadas aréolas em toda superfície e região posterior arredondada.

#### 4.1.2 *Dinophysis fortii* Pavillard, 1923 (Figura 12)

**Sinônimo:** *Dinophysis ovum* Schütt, 1895 sensu Martin, 1929 (HABs, 2013c).

As células identificadas apresentaram formato sub-ovóide, com a região posterior mais desenvolvida que a anterior. Margem dorsal curvada e margem ventral quase reta. Lista sulcal esquerda alongada. Superfície coberta por porosidades. O maior número de células ocorreu no verão, no mês de dezembro em P2. Esteve presente em ambos os pontos, P1 e P2.

Segundo Tomas (1997) a lista sulcal esquerda pode chegar até quatro ou cinco vezes o comprimento da célula, a lista sulcal direita também é bem desenvolvida e pode se estender além da segunda costela e cada porosidades da superfície apresenta um poro.

Também são consideradas espécies tóxicas, apresentam distribuição nerítica e oceânica, encontradas desde águas frias temperadas até águas tropicais em todo o mundo (HABs, 2013c; TOMAS, 1997). Foi a primeira espécie do gênero *Dinophysis* identificada como agente causador de surto de DSP (YASUMOTO *et al.* 1980). Produz diversas toxinas envolvidas com DSP: AO, DTX1 e PTX2 (LEE *et al.*, 1989). Análises mais recentes por LC-MS mostrou células contendo DTX1 e PTX2 (SUZUKI *et al.*, 2009). No Mar Adriático foi encontrada predominantemente a toxina PTX, mas também AO (DRAISCI *et al.*, 1996). É o principal agente de DSP no Mar Adriático e no Japão. Pode estar associada a outras espécies de *Dinophysis* nos eventos de DSP em algumas partes do mundo. Aparentemente nenhum sinônimo recente diferente de *Dinophysis lapidistrigiliformis* Abé, relatado como "pequenas células" no ciclo de vida de *D. fortii* (FUKUYO *et al.*, 1981; UCHIDA *et al.*, 1999).

***Dinophysis ovum* (F.Schütt) T.H.Abé** foi descrita como uma espécie marinha. Na Galiza (RAHO *et al.*, 2008) foi encontrado AO em células coletadas e em culturas de cepas do Golfo do Texas (FUX *et al.*, 2011). Floresções têm sido associadas a surtos de DSP em Termaikos Bay (PAPAEFTHIMIOU *et al.*, 2010). Também ocorreu uma floração excepcional no Texas em 2008 (DEEDS *et al.*, 2010; CAMPBELL *et al.* 2010). Frequentemente *D. ovum* é identificada erroneamente com *D. acuminata*. No entanto na Galiza, Grécia e Texas foram bem separadas com base na sequência de um gene mitocondrial *cox1* (RAHO *et al.*, 2008; MOESTRUP, 2013a).



**Figura 12:** Fotomicrografias de *Dinophysis* cf. *fortii*, aumento de 200x, escala de 10  $\mu$ m.

#### 4.1.3 *Dinophysis tripos* Gourret, 1883 (Figura 13)

**Sinônimo:** *Dinophysis diegensis* Kofoid 1907 e *D. taylorii* Hernandez-Becerril 1992 têm sido sugeridos como "pequenas células" no ciclo de vida de *D. caudata* e *D. tripos* (REGUERA; GONZALEZ-GIL, 2001). No entanto, as pequenas células de *D. tripos*, observados em culturas, são diferentes de *dinophysis diegensis*. Portanto, *D. diegensis* não deve ser considerado um sinônimo de *D. tripos* (RODRÍGUEZ *et al.* 2012). Esta espécie pode ser distinguida de *D. caudata* pela forma da lista sulcal esquerda e da presença dos dois processos posteriores (HABS, 2013b,d; TOMAS, 1997).

As células identificadas foram consideradas grandes por causa dos seus processos posteriores em forma de V. Um é mais comprido que o outro e estende-se do corpo principal, está quase na metade do caminho entre as margens dorsal e ventral. O outro é mais curto e parece um prolongamento da margem dorsal. Foram observadas porosidades em toda a superfície, inclusive nos processos. A lista sulcal esquerda é mais ampla posteriormente e tem uma margem reta. Teve maior abundância no verão, no mês de fevereiro em P1. Não houve registro desta espécie em P2.

É uma espécie tóxica, marinha, nerítica, estuarina e oceânica, amplamente distribuída em águas tropicais e temperadas quentes em ambos hemisférios, raramente encontrada em águas frias (HABS, 2013d; TOMAS, 1997). Conforme Johnsen; Lømsland (2012) pode ser transportada por massas de água mais quentes e ser encontrada em áreas mais frias como no Mar do Norte norueguês e águas subantárticas do Atlântico Sul. Células produtoras de toxinas DTX1 e PTX2 (LEE *et al.*, 1989; RODRIGUEZ *et al.*, 2012 respectivamente). No entanto, SUZUKI *et al.*, 2009 não encontraram toxinas em células coletadas em Hokkaido. Quando *D. tripos* foi identificada como única espécie em caso de floração, não foi detectada a presença de toxina em marisco. Mas este fato pode ser explicado pela rápida conversão de PTX2 em PTX2 AS não tóxico em mexilhões (HABS, 2013d).



**Figura 13:** Fotomicrografias de *Dinophysis* cf. *tripos*. a) Aumento de 200x, escala de 20 µm. b) Aumento de 400x, escala de 20 µm.

#### 4.1.4 *Lingulodinium polyedrum* (Stein) Dodge, 1989 (Figura 14)

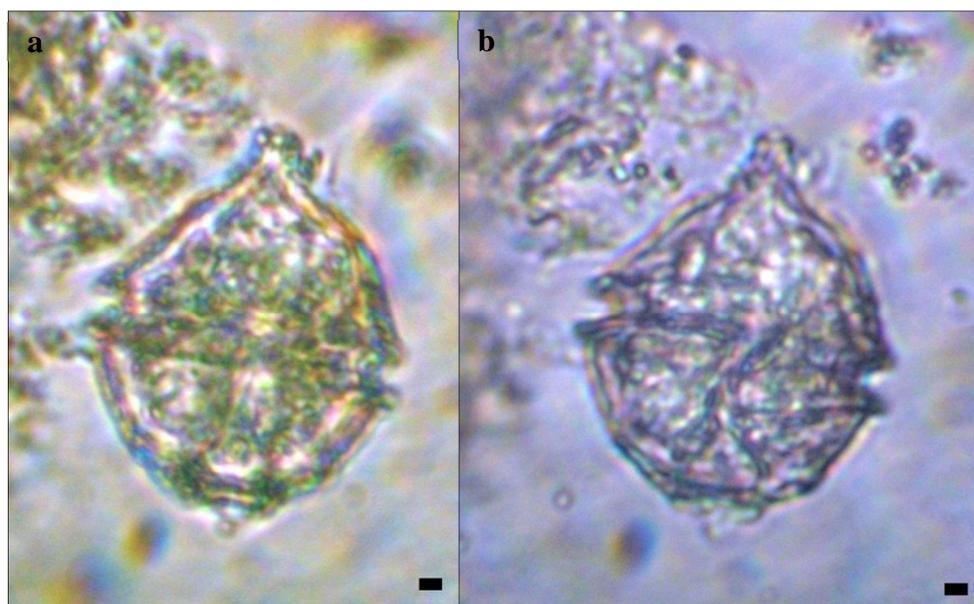
**Sinônimo:** *Gonyaulax polyedra* Stein 1883 (TOMAS, 1997).

**Cisto sinônimo:** *L. machaerophorum* (Deflandre & Cookson) Wall 1967 (TOMAS, 1997).

Estas células apresentaram formato poliédrico, com presença de chifre apical e ausência de espinhos antapicais. Foram observadas algumas aréolas na superfície, porém em menores quantidades que as observadas nas espécies tóxicas do gênero *Dinophysis*. Cíngulo apresentou-se descendente. O maior registro desta espécie ocorreu na primavera, no mês de novembro em P1, também não houve ocorrência desta espécie em P2.

De acordo com Tomas (1997) a teca é reticulada para areolada com poros nas depressões. A borda elíptica interna elevada de Po parece uma protuberância.

Dinoflagelado tecado, nerítico, de águas quentes temperadas a tropicais. Espécie tóxica. Forma cistos característicos. Se a redução da placa é um caminho evolutivo de dinoflagelados tecados, então esta espécie pode ser uma forma ancestral. Não é raro encontrar células em cultura artificial onde uma placa foi dividida em duas (GUIRY, 2013b).



**Figura 14:** Fotomicrografias de *Lingulodinium* cf. *polyedrum*. a) Aumento de 400x, escala de 10 µm. b) Aumento de 400x, escala de 10 µm.

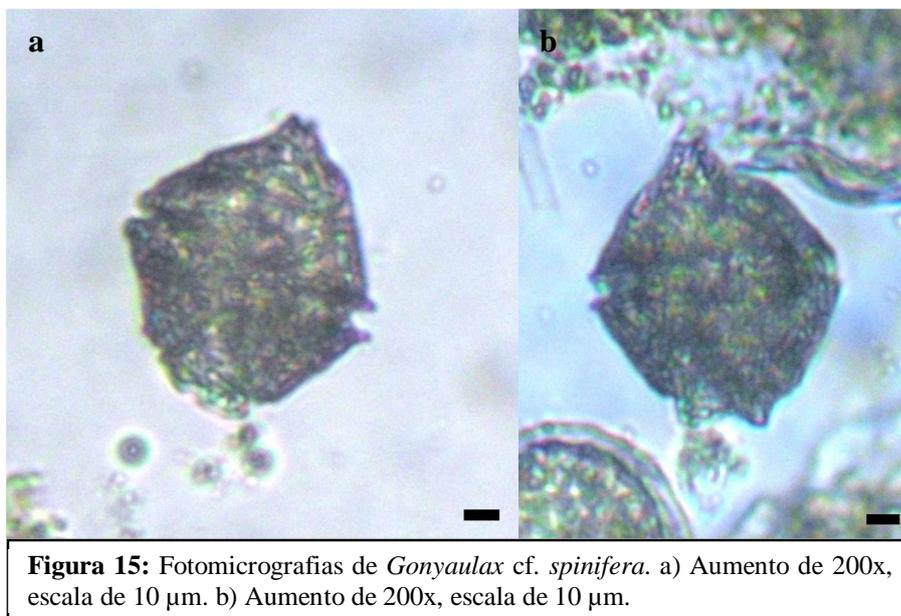
#### 4.1.5 *Gonyaulax spinifera* (Claparède & Lachmann) Diesing, 1866 (Figura 15)

**Sinônimo:** *Peridinium spiniferum* Claparde & Lachmann 1859, *Spiniferites mirabilis* (M. R. Rossignol) Sarjeant, *Tectatodinium pellitum* Wall 1967, *Peridinium levanderi* Lemmermann, *Spiniferites ramosus* (Ehrenberg) Mantell, *Gonyaulax levanderi* (Lemmermann) Paulsen, 1907 (EOL, 2007b).

As células *G. spinifera* visualizadas apresentaram-se ligeiramente mais longas do que largas. Todas as células apresentaram espinhos na hipoteca, porém algumas com presença de 2 espinhos e outras com 3 espinhos antapicais e um pequeno chifre na epiteca. O sulco estende-se quase em todo o comprimento da célula e é profundamente escavado e deslocado. Esta espécie não ocorreu em P2. Teve seu único registro no verão, mês de fevereiro em P1.

Na hipoteca pode haver de 2-4 espinhos antapicais e diz-se que a epiteca tem lados convexos e um pequeno chifre épico (TOMAS, 1997).

Espécie marinha, nerítica, habita baías e zonas pelágicas, é cosmopolita, fotoautotrófica. *G. spinifera* às vezes é confundido com *Gonyaulax digitale*. É provável que *Gonyaulax spinifera* seja, na verdade, um complexo de espécies, em vez de uma única espécie (EOL, 2007c; GUIRY, 2013a).



#### 4.1.6 *Heterocapsa niei* (Loeblich) Morrill & Loeblich III, 1981 (Figura 16)

**Sinônimo:** *Cachonina niei* Loeblich 1968 (TOMAS, 1997).

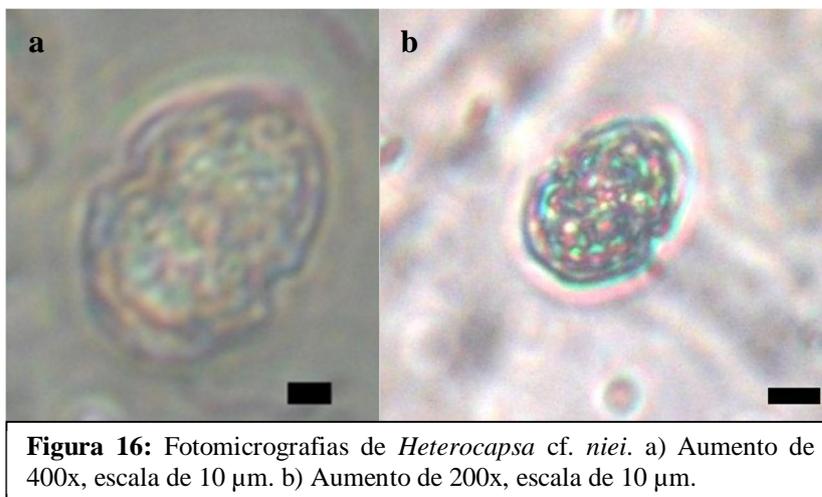
Poucos detalhes puderam ser observados devido ao seu pequeno tamanho, porém características importantes foram visualizadas como o tamanho da epiteca e hipoteca que são aproximadamente iguais; ligeiramente comprimido dorsalmente, o núcleo está localizado na hipoteca. O maior registro desta espécie ocorreu no inverno, no mês de junho em P2, mas foi encontrada em todas as estações do ano em P2. Esteve presente em ambos os pontos, P1 e P2, no entanto não houve registro da espécie nos meses de verão em P1.

Espécie tecada; nerítica e estuarina; cosmopolita presente em águas temperadas e tropicais. Frequentemente formam florações com o cair da primeira (TOMAS, 1997).

O gênero *Heterocapsa* Stein, 1883 é formado por espécies tecadas, formadoras de floração. Este gênero pode ser confundido com *Gymnodinium*, *Glenodinium* e *Katodinium* porque as placas não foram inicialmente detectadas (TOMAS, 1997). No entanto, Iwataki

(2008) relatou que o corpo deste dinoflagelado é composto por uma placa basal trirradiada reticulada e uma ornamentação tridimensional composta por barras e espinhos e que as espécies podem ser diferenciadas com base na estrutura do corpo, forma da placa basal e número de barras e espinhos. Algumas espécies deste gênero causam mortandade massiva de mariscos e peixes, como é o caso de *Heterocapsa circularisquama* Horiguchi, 1995, uma espécie marinha (MOESTRUP, 2013b). São peridinióides pequenos que ao nível de microscopia de luz parecem atecados. Epiteca arredondada para cônica; hipoteca arredondada para atenuada. Cíngulo ligeiramente deslocado e descendente. Teca fina com escamas características no corpo. Cloroplastos presentes. A fórmula da placa pode variar de acordo com diferentes autores, com base na interpretação das placas (LOEBLICH *et al.*, 1981; MORRIL; LOEBLICH III, 1981; MORRIL; LOEBLICH III, 1984).

**Sinônimo para o gênero:** *Cachonina* Loeblich III 1968.



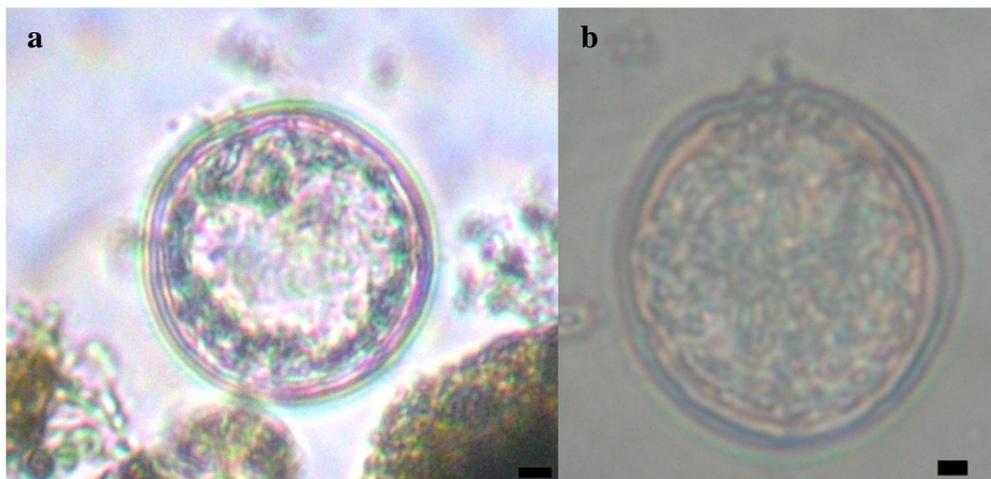
**Figura 16:** Fotomicrografias de *Heterocapsa* cf. *niei*. a) Aumento de 400x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm.

#### 4.1.7 *Prorocentrum balticum* (Lohmann) Loeblich III, 1970 (Figura 17)

As células apresentaram formatos redondos e ovóides em vista valvar. Foi possível visualizar os dois espinhos apicais que delimitam a região periflagelar. Esta espécie foi mais abundante no verão, no mês de fevereiro em P1, apesar de ter ocorrido em todas as estações do ano em P1. Foi registrada em ambos os pontos, P1 e P2, porém o inverno em P2 não apresentou registro desta espécie.

Outras características são descritas por Tomas (1997) como válvulas cobertas por diversos espinhos e poros em forma de aro, dispersos em sua superfície, no entanto estas características não ficaram precisamente definidas e identificadas.

É uma espécie de distribuição mundial, planctônica, nerítica, tecada. Pode ser confundida com *P. minimum*. Existe dúvida quanto a sua toxicidade (TOMAS, 1997). No entanto, pode formar extensas florações causando danos à flora e a fauna (FAUST *et al.*, 1999; UCHIDA, 1977 *apud* ISLABÃO; ODEBRECHT, 2011).



**Figura 17:** Fotomicrografias de *Prorocentrum* cf. *balticum*. a) Aumento de 200x, escala de 10 µm. b) Aumento de 400x, escala de 10 µm.

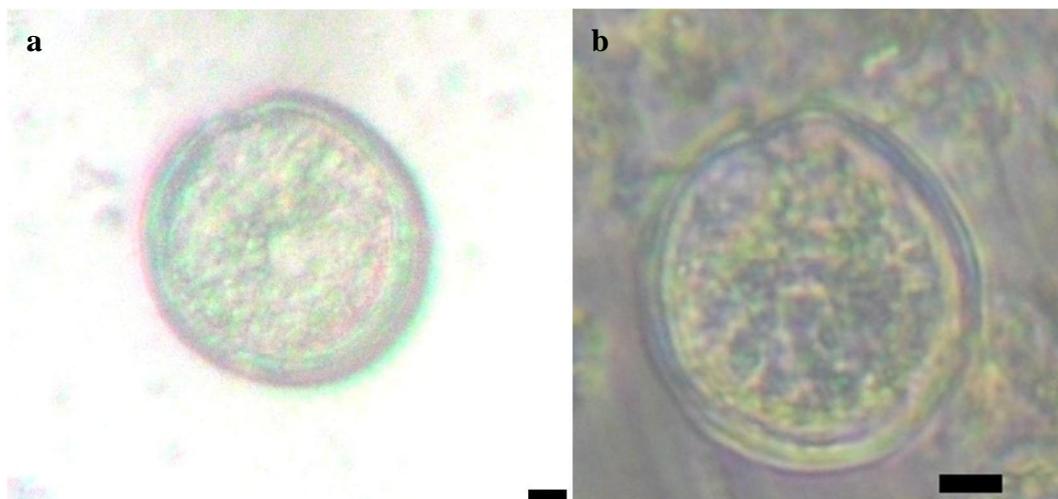
#### 4.1.8 *Prorocentrum concavum* Fukuyo, 1981 (Figura 18)

**Sinônimo:** *Prorocentrum arabianum* Morton & Faust, 2002 (MOESTRUP, 2013c).

Células de com formato ovóide, com aréolas proeminentes na superfície. Válvulas com poros dispersos nas aréolas. A área periflagelar é estreita com endentação em forma de V na válvula direita. O maior registro desta espécie ocorreu no verão, no mês de fevereiro em P1. Não esteve presente em P2.

Ambas as válvulas não apresentam aréolas na região central (TOMAS, 1997).

Espécie tecada, bentônica, pode ser ticoplanctônica, marinha de águas tropicais e neríticas (TOMAS, 1997; MOESTRUP, 2013c). Questiona-se seu efeito tóxico, pois culturas inicialmente identificadas como *P. concavum* Fukuyo depois foram encontrados como *Prorocentrum maculosum* (ZHOU; FRITZ, 1993) e como *P. hoffmannianum*, coe SIU 882a (AIKMAN *et al* 1993). Esta espécie também é muito relatada estreitamente como *P. belizeanum* (TOMAS, 1997). Segundo Fukuyo (ELBRÄCHTER, 1999), as toxinas não foram analisados de forma inequívoca a partir de *P. concavum*, mas Quod *et al.* (1995) encontraram que o extracto bruto em metanol não são tóxicos para camundongos (MOESTRUP, 2013c).



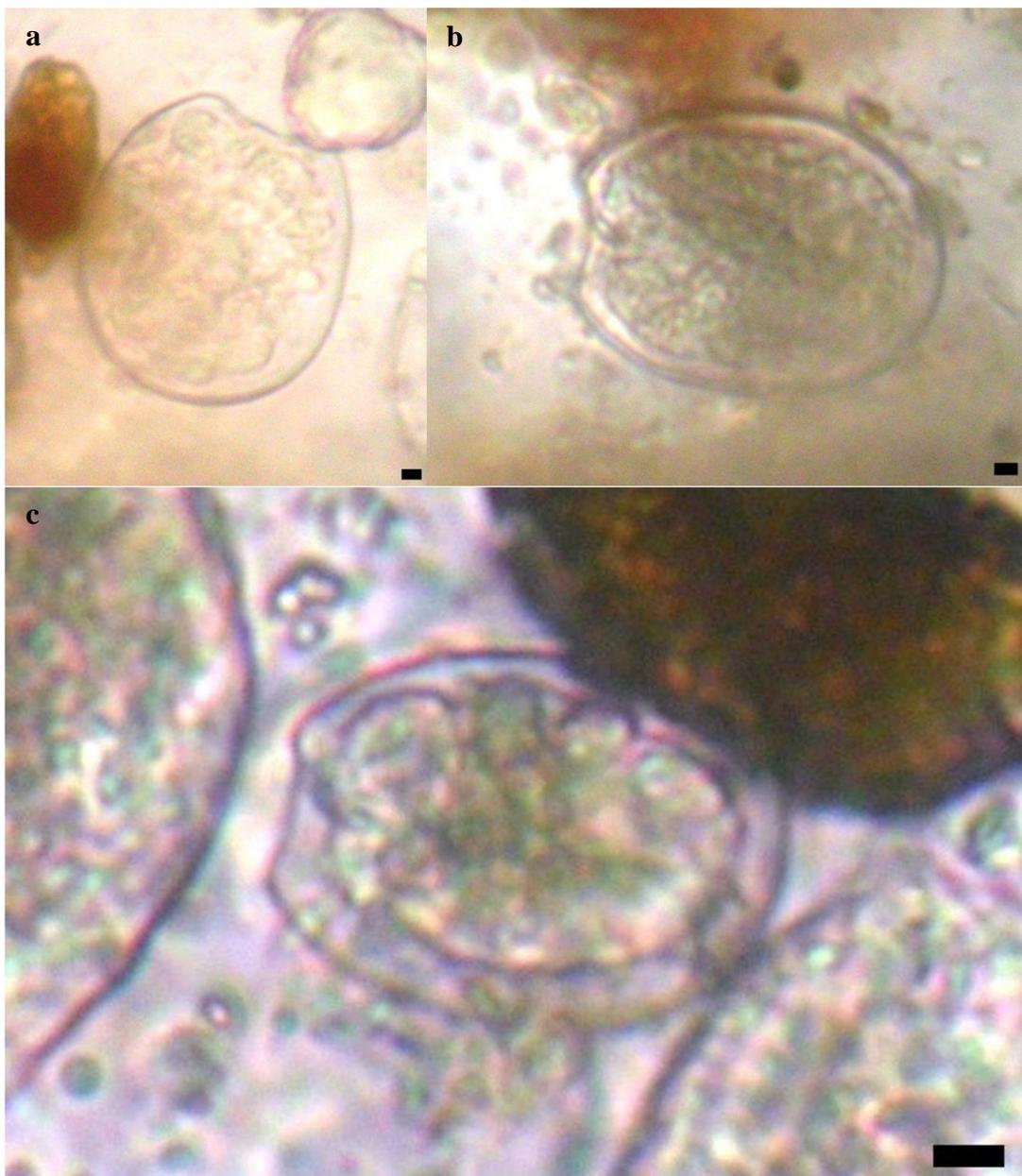
**Figura 18:** Fotomicrografias de *Prorocentrum* cf. *concavum*. a) Aumento de 200x, escala de 10 µm. b) Aumento de 400x, escala de 10 µm.

#### 4.1.9 *Prorocentrum emarginatum* Fukuyo, 1981 (Figura 19)

Célula oval, com margem anterior amplamente escavada em vista valvar. A válvula da direita contém as placas periflagelares que enchem a indentação cuneiforme e curvada na extremidade distal. Uma curta, angulada flange aparece ao lado da área periflagellar como um espinho alado e espesso. Esta espécie teve o maior registro no outono, no mês de março em P2. Ocorreu tanto em P1 quanto em P2.

Em células jovens existem pequenos poros e os poros que são pós-medianos estão dispostos radialmente. Em células mais velhas, o padrão de poros pode ser obscurecida por depressões que contêm poros (TOMAS, 1997).

Espécie marinha, bentônica, tecada, pode ser ticoplanctônica, encontradas desde águas quentes temperadas até costeiras tropicais (MOESTRUP, 2013d; TOMAS, 1997). Em células do Oceano Índico, não foram encontradas nenhuma toxicidade, apesar de apresentarem baixa atividade hemolítica e atividade de fibroblastos (MOESTRUP, 2013d).



**Figura 19:** Fotomicrografias de *Prorocentrum* cf. *emarginatum*. a) Aumento de 400x, escala de 10 µm. b) Aumento de 400x, escala de 10 µm. c) Aumento de 200x, escala de 10 µm.

**4.1.10 *Prorocentrum lima* (Ehrenberg) F. Stein, 1878 ó Segundo HABs, 2013 (Figura 20)  
*Prorocentrum lima* (Ehrenberg) Dodge, 1975 ó Segundo Tomas, 1997 (Figura 20)**

**Sinônimo:** *Prorocentrum arenarium* M. A. Faust, 1994; *Prorocentrum marinum* Dodge & Bibby, 1973; *Exuviaella marina* Cienkowski, 1881; *Exuviaella lima* (Ehrenberg) Bütschli, 1885; *Exuviaella marina* var. *lima* (Ehrenberg) Schiller, 1931; *Cryptomonas lima* Ehrenberg, 1860 (basiônimo) (HABs, 2013e).

Célula com formato ovóide, mais ampla na região pós-média, apresenta um pirenóide central e um núcleo posterior. Valva direita com a área periflagelar em forma de V (escavação triangular), sem espinho. Ambas as válvulas são indentadas anteriormente. A maior abundância desta espécie ocorreu no inverno, no mês de junho em P1. Foi registrada tanto em P1 quanto em P2.

Apresenta área flagelar com oito placas. Cada valva apresenta cerca de 50-80 poros marginais e cerca de 60-100 poros uniformemente distribuídos na superfície da valva. As células mais velhas podem apresentar superfície vermiculada. (TOMAS, 1997).

Espécie de distribuição mundial, nerítica e estuarina. É bentônica/epífita, tecada (TOMAS, 1997). Fotossintetizante, marinha, tecada, pode ser ticolanctônica. Espécie tóxica associada aos casos de DSP pela produção de: AO; DTX-1; DTX-2; prorocentrolide e FAT (MURAKAMI *et al.*, 1982; LEE *et al.*, 1989; HU *et al.*, 1993; TORIGOE *et al.*, 1988; TINDALL *et al.*, 1984, respectivamente), DTX-4 (DELGADO *et al.*, 2005; GÓMEZ, 2005). Esta espécie pode ser confundida com *P. concavum* ao microscópio óptico; com *P. maculosum* (TOMAS, 1997).



**Figura 20:** Fotomicrografias de *Prorocentrum* cf. *lima*. a) Aumento de 200x, escala de 10 µm. b) Aumento de 400x, escala de 10 µm.

**4.1.11 *Prorocentrum mexicanum* Tafall, 1942 (Figura 21)**

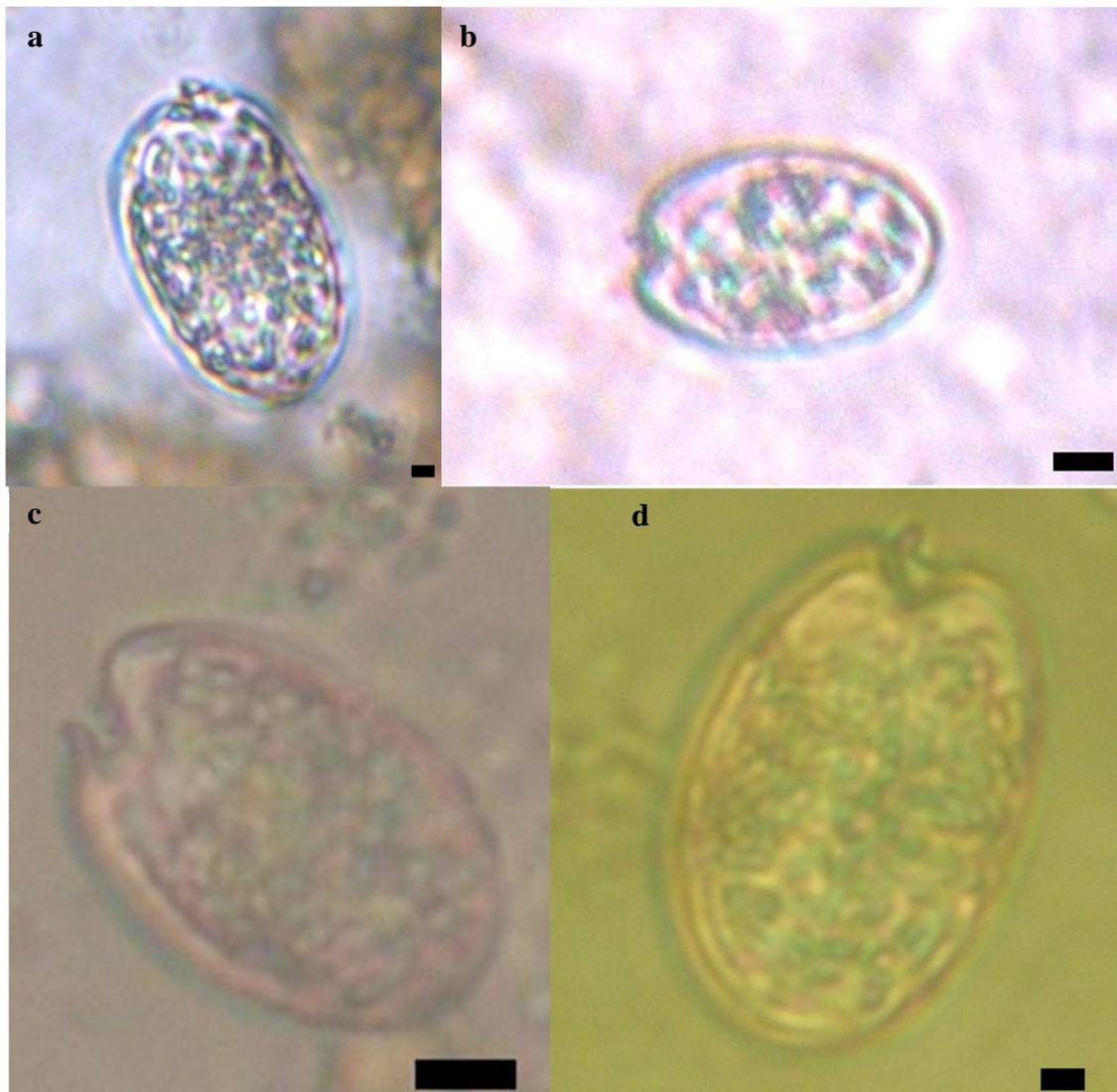
**Sinônimo:** *Prorocentrum rhathymum* Loeblich III, Sherley & Schmidt 1979; *Prorocentrum maximum* Schiller, 1937 (TOMAS, 1997). Porém estudos mais recentes

mostram diferenças entre *P. mexicanum* e *P. rhathymum*, sugerindo que não são a mesma espécie (MOESTRUP, 2013e; TOMAS, 1997).

Célula oval, levemente pigmentada com núcleo tipicamente pós mediano, porém não tão posterior. Área periflagelar com espinho alado bem desenvolvido. A maior ocorrência desta espécie foi na primavera, no mês de outubro em P1. Foi registrada em P1 e P2 em todas as estações do ano em ambos os pontos de coleta.

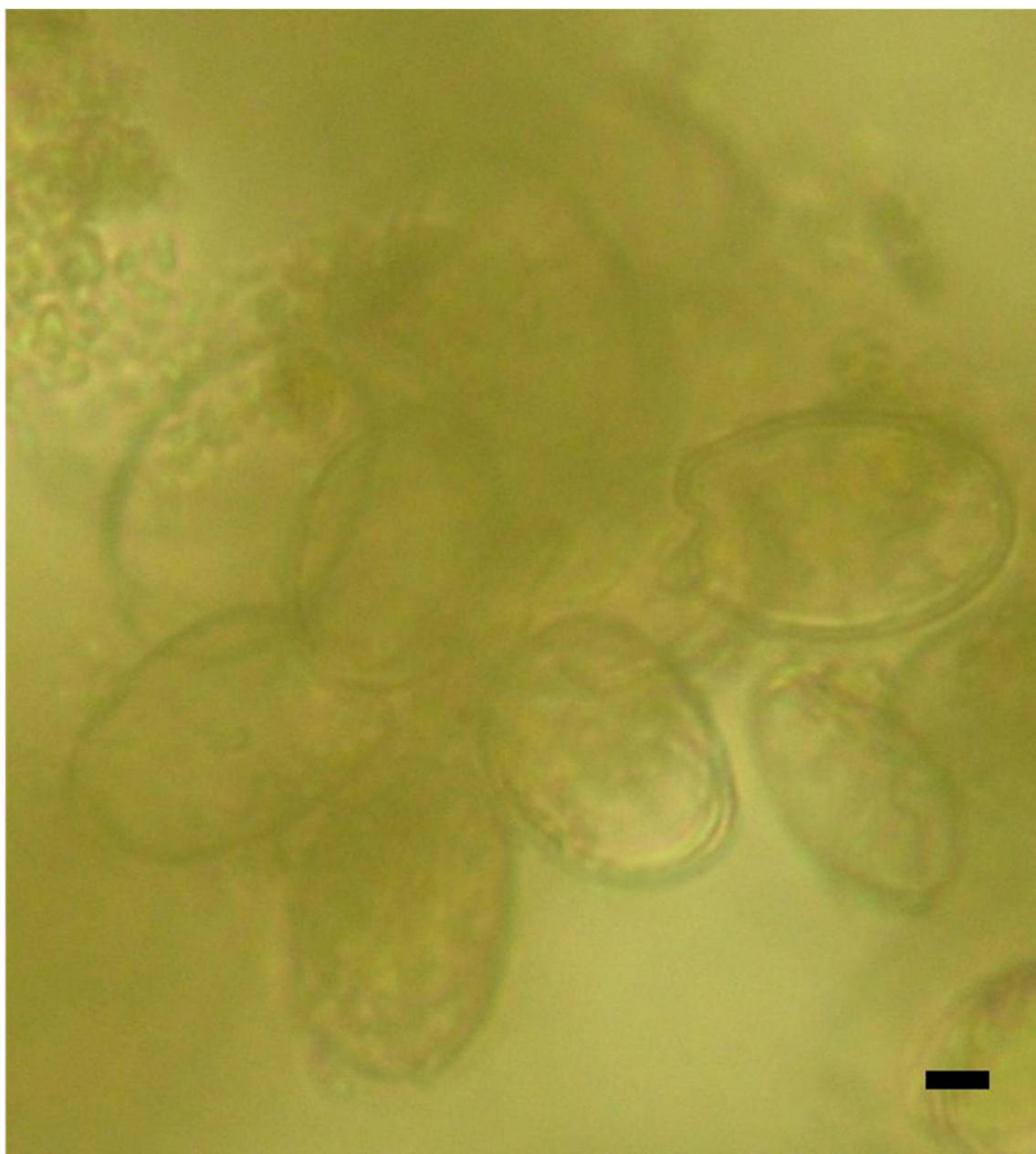
Com o avanço da idade celular, as características da superfície da célula podem modificar-se (TOMAS, 1997).

Dinoflagelado presente em águas tropicais e subtropicais. Espécie nerítica e estuarina, marinha, bentônica, tecada e que pode ser ticoplanctônica (TOMAS, 1997). Fotossintético com cloroplastos de cor marrom dourado. Espécie tóxica produtora de toxinas FAT (TINDALL *et al.*, 1984). No entanto, segundo Nakajima *et al.* (1981) as toxinas produzidas por *P. mexicanum* são hemolíticas, não tóxicas para ratos (MOESTRUP, 2013e).



**Figura 21:** Fotomicrografias de *Prorocentrum* cf. *mexicanum*. a) Aumento de 400x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm. c) Aumento de 200x, escala de 10 µm. d) Aumento de 400x, escala de 10 µm.

No mês de outubro foram encontradas mais de 75160 células/litro na amostra examinada em P1 (Cabo Frio), inclusive foi possível identificar alguns aglomerados de células de *Prorocentrum mexicanum*, os quais estavam agrupados como um ôcacho de uvas, com a região periflagelar voltada para o centro do aglomerado, como se estivessem presas, talvez pelos flagelos emaranhados e com a região posterior da célula exposta (voltada para fora do aglomerado). Ao balançar levemente a amostra observada ao microscópio foi possível verificar algumas células se desprendendo dos aglomerados (Figura 22).



**Figura 22:** Fotomicrografia de um aglomerado de *Prorocentrum cf. mexicanum*, no mês de outubro, período de maior número de células encontrado da espécie. Provavelmente uma floração. Aumento de 200x, escala de 10  $\mu$ m.

#### 4.1.12 *Prorocentrum micans* Ehrenberg, 1834 (Figura 23)

O formato desta célula varia de piriforme à célula em forma de coração. Em vista valvar a célula tem um lado convexo e um lado arqueado. O perfil de arco convexo é tipicamente no centro da célula. Em vista lateral, a célula é achatada. Apresenta espinho na região periflagelar. No verão, no mês de fevereiro foi registrada a maior abundância para esta espécie em P1. Esteve presente em P1 e P2. Em P1 ocorreu em todas as estações do ano e em P2 esteve ausente nos meses de inverno.

Válvulas com rasas depressões e poros radiais pós-medianos (TOMAS, 1997).

Espécie tecada, nerítica e estuariana, mas também encontrada em ambientes oceânicos, planctônica. É cosmopolita ocorrendo desde águas frias temperadas até águas tropicais. Esta é uma das espécies mais comuns e variantes do gênero. Tolerância salinidades acima de 90‰ nas lagoas salinas em ilhas do Caribe (TOMAS, 1997). Capaz de formar extensas florações com prejuízos para flora e/ou fauna (FAUST *et al.*, 1999; UCHIDA, 1977 *apud* ISLABÃO; ODEBRECHT, 2011; GRANELI *et al.*, 1990).



**Figura 23:** Fotomicrografias de *Prorocentrum* cf. *micans*. a) Aumento de 400x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm. c) Aumento de 400x, escala de 10 µm. d) Aumento de 200x, escala de 10 µm.

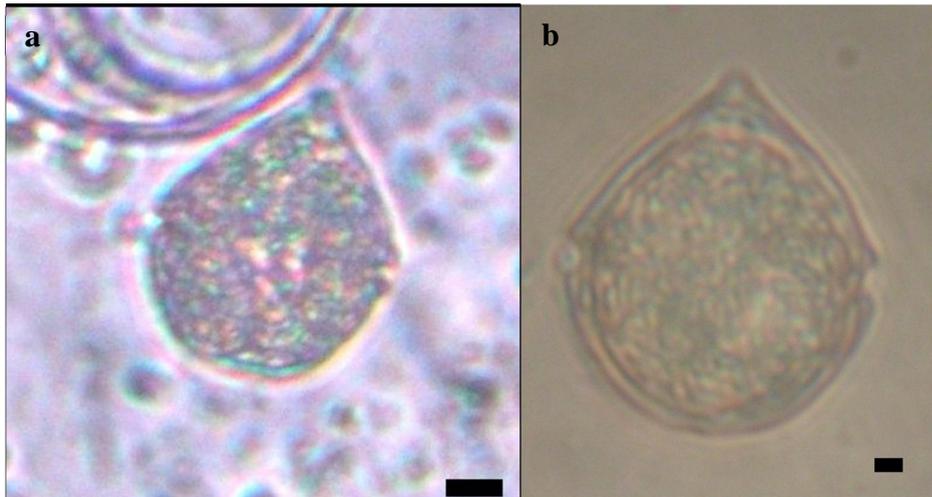
#### 4.1.13 *Scrippsiella trochoidea* (Stein) Loeblich III 1976 (Figura 24)

Células com epiteca cônica com gola curta e processo apical convexo; hipoteca arredondada. O maior registro desta espécie foi na primavera, no mês de novembro em P2,

neste mesmo ponto esteve ausente no outono. Também foi registrada em P1, porém sem ocorrência nos meses de primavera e outono.

É diferenciada pela sua forma de pêra e processo apical. Produz cistos calcários (TOMAS, 1997).

Espécie tecada, nerítica e estuarina; cosmopolita. Esta é a espécie comumente mais registrada dos dinoflagelados scrippsielóide planctônicos. Muito semelhante a *S. mínima*, mas diferem no padrão de placa sulcal e localização da placa cingular (TOMAS, 1997). É uma espécie formadora de floração (ATTARAN-FARIMAN; BOLCH, 2012). Foi observada na Baía de Sepetiba-RJ por Tenenbaum *et al.* (2004).



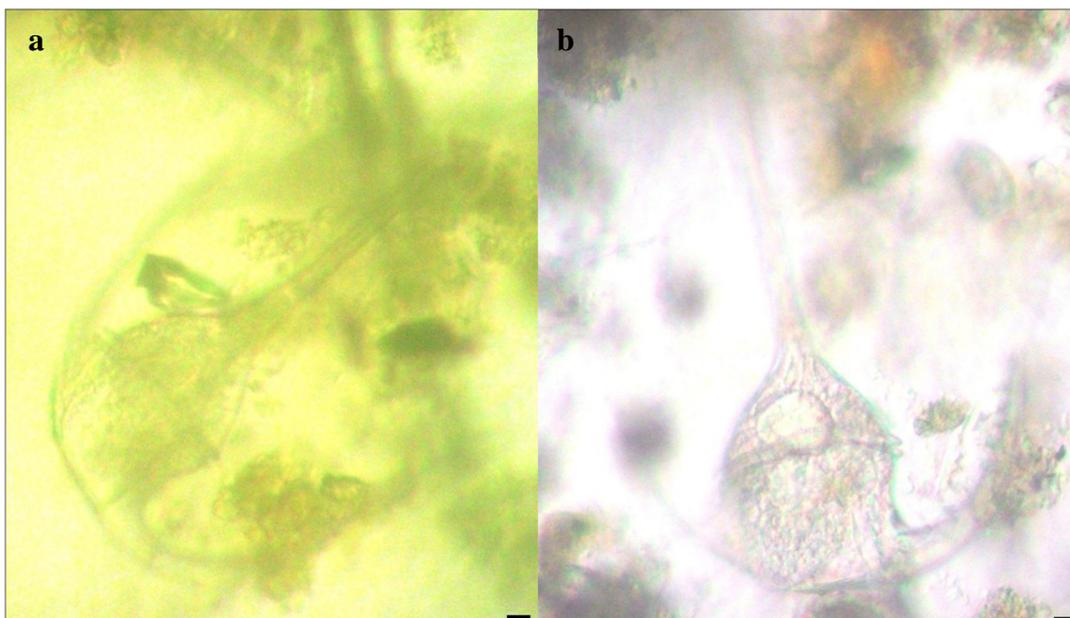
**Figura 24:** Fotomicrografias de *Scrippsiella cf. trochoidea*. a) Aumento de 200x, escala de 10  $\mu$ m. b) Aumento de 400x, escala de 10  $\mu$ m.

## 4.2 Demais Dinoflagelados Identificados na Lagoa de Araruama

### 4.2.1 *Ceratium declinatum* (Karsten) Jörgensen, 1911 (Figura 25)

Espécie tecada, oceânica, de distribuição mundial, presente desde águas temperadas até tropicais (TOMAS, 1997).

Células grandes como *C. tripos* com epiteca que de repente forma um chifre apical. O ressalto da epiteca esquerda é quase em linha reta; o ressalto direito é arredondado. A margem posterior do corpo é arredondada. Os chifres hipotecais (fechados) são curvos e ultrapassam anteriormente o corpo epitecal; o chifre direito é mais longo. Há diversas variedades (TOMAS, 1997). O chifre apical é longo e truncado, os curtos chifres antapicais são levemente divergentes e atenuados, voltados anteriormente (TENENBAUM, 2006).

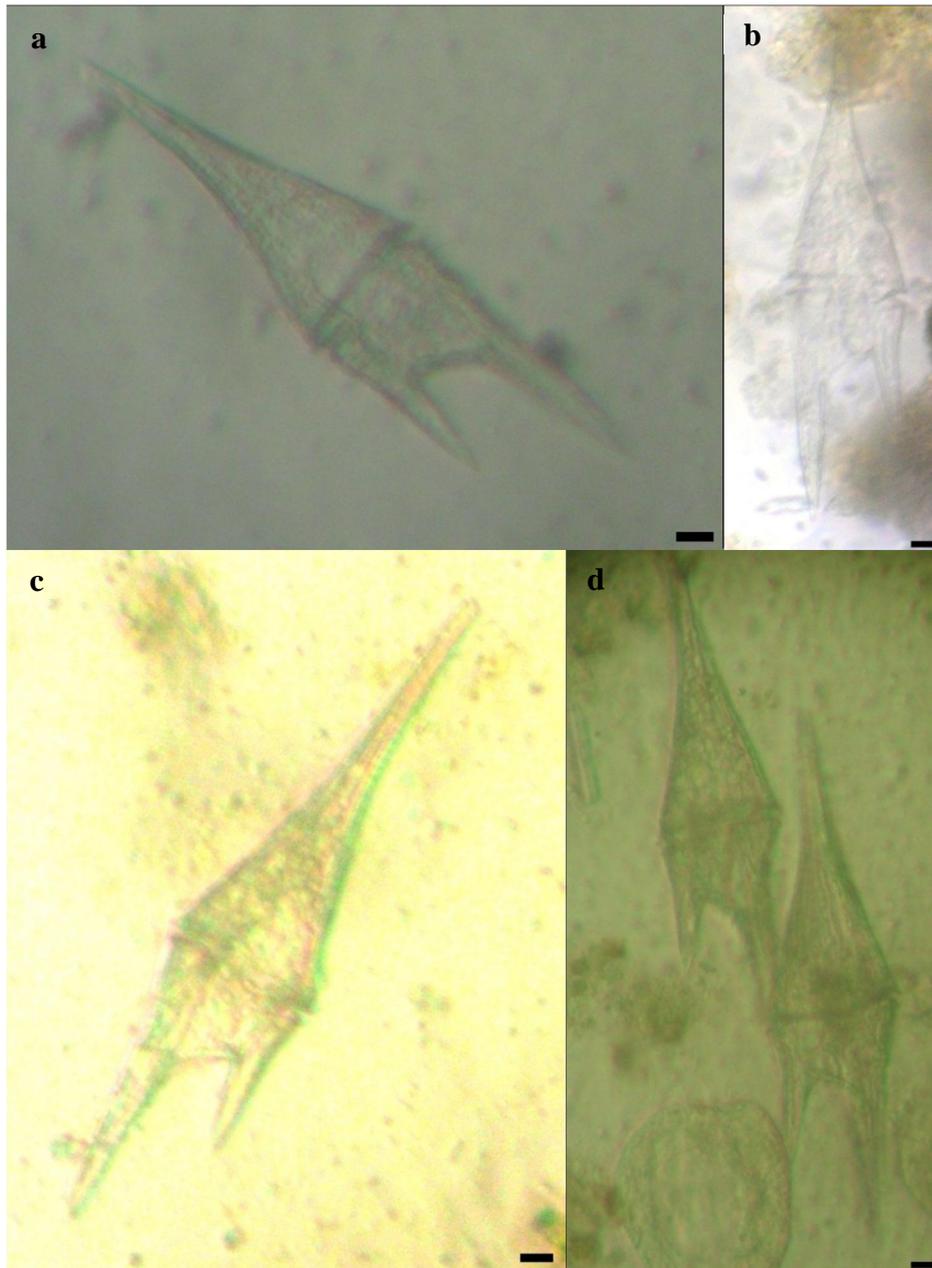


**Figura 25:** Fotomicrografias de *Ceratium cf. declinatum*. a) Aumento de 200x, escala de 20 µm.  
b) Aumento de 200x, escala de 20 µm.

#### 4.2.2 *Ceratium furca* (Ehrenberg) Claparède & Lachmann, 1859 (Figura 26)

Espécie tecada, principalmente costeira, mas encontrada em ambientes estuarinos e oceânicos, cosmopolita, desde águas frias temperadas até tropicais. Algumas vezes confundido com *C. hircus*, embora este seja menor, restrito à estuários/águas quentes do litoral e tem chifres hipotecais quase iguais e um corpo mais robusto. O chifre hipotecal direito de *C. hircus* é direcionado ventralmente. *C. hircus* varia sua coloração de marrom à marrom-amarelo escuro nos estágios de vida e *C. furca* é tipicamente mais amarelo do que marrom (TOMAS, 1997). Já foi registrado no litoral fluminense por Tenenbaum *et al.* (2004).

Células grandes, com dois chifres hipotecais desiguais, paralelos ou ligeiramente divergentes; chifre direito mais curto que o esquerdo, serrilhados. O esquerdo é aproximadamente duas vezes o comprimento do direito (TENENBAUM, 2006). Epiteca gradualmente afila para o chifre apical (TOMAS, 1997), ou seja, o chifre apical é truncado, gradativo, não diferenciado da epiteca (TENENBAUM, 2006).



**Figura 26:** Fotomicrografias de *Ceratium cf. furca*. a) Aumento de 200x, escala de 20 µm. b) Aumento de 400x, escala de 20 µm. c) Aumento de 200x, escala de 20 µm. d) Aumento de 200x, escala de 20 µm.

#### 4.2.3 *Ceratium Kofoidii* Jorgensen, 1911 (Figura 27)

Espécie tecada; oceânica; de águas quentes temperadas à tropicais (TOMAs, 1997).

Célula de tamanho grande, delicada como *C. furca* com epiteca triangular formando abruptamente o chifre apical. Chifres hipotecais em forma de agulha, serrilhados e paralelos a ligeiramente divergentes, curtos, à esquerda ligeiramente mais longo. Superfície com marcações lineares (TOMAS, 1997; OKOLODKOV, 2010).

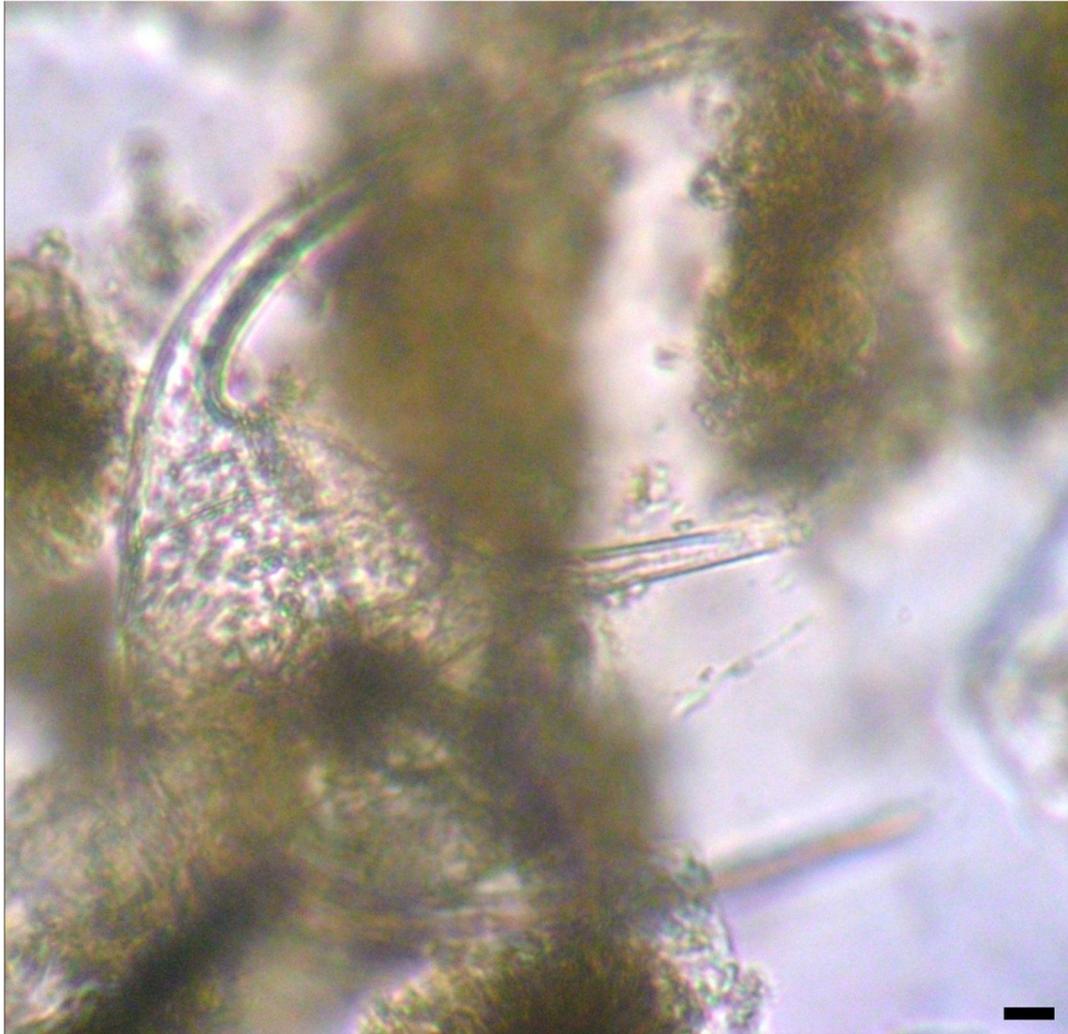


**Figura 27:** Fotomicrografias de *Ceratium* cf. *Kofoidii*. Aumento de 400x, escala de 20  $\mu$ m.

#### **4.2.4 *Ceratium symmetricum* Pavillard, 1905 (Figura 28)**

Espécie tecada, de águas quentes temperadas a águas tropicais, de distribuição mundial (TOMAs, 1997). Duas variedades desta espécie têm sido relatados para o Golfo do México (Steidinger *et al*, 2009 *apud* OKOLODKOV, 2010)

Células grandes como *C. tripos* com ombros da epiteca arredondados e chifre apical reto, curto, posicionado centralmente. Chifres hipotecais com distância quase igual do chifre apical e simétricos, corpo celular com lados convexos. Chifres atenuados com extremidades fechadas. Chifre hipotecal pode aproximar-se do comprimento do chifre apical. Margem posterior do corpo arredondada. Superfície com poros e marcações finas (TOMAs, 1997; OKOLODKOV, 2010).



**Figura 28:** Fotomicrografias de *Ceratium cf. symmetricum*. Aumento de 400x, escala de 20  $\mu\text{m}$ .

#### **4.2.5 *Ceratium trichoceros* (Ehrenberg) Kofoid, 1908 (Figura 29)**

Espécie tecada, costeira e oceânica, cosmopolita em águas quentes temperadas a tropicais, distribuição mundial (TOMAs, 1997).

Células grandes como *C. delicate* com chifres característicos desenvolvidos. Chifres apicais e hipotecais em plano paralelo (extremidades abertas). Chifre apical longo, chifres antapicais longos, formando uma curva ampla, paralelos ao chifre apical (TOMAs, 1997; TENENBAUM, 2006).

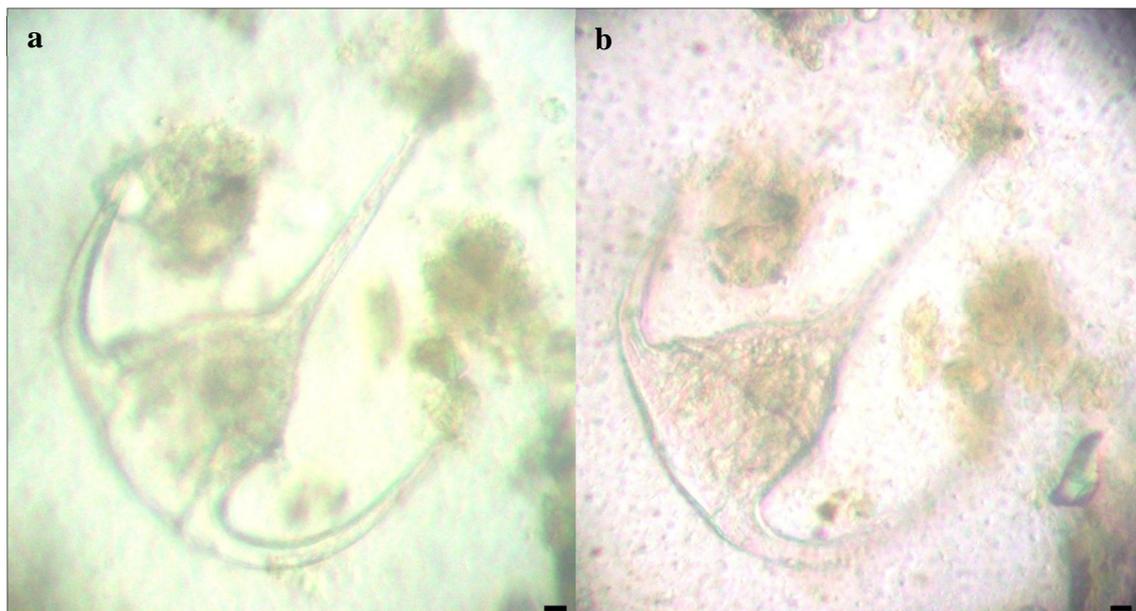


**Figura 29:** Fotomicrografias de *Ceratium cf. trichoceros*. Aumento de 100x.

#### 4.2.6 *Ceratium tripos* (O. F. Müller) Nitzsch, 1817 (Figura 30)

Espécie tecada; costeira e oceânica; cosmopolita de águas frias temperadas à tropicais; distribuída mundialmente (TOMAS, 1997). Apresenta espécies variáveis (SOURNIA, 1986).

Célula grande com epiteca triangular que forma abruptamente o chifre apical reto (TOMAS, 1997) ou um pouco curvado para esquerda e longo (TENENBAUM, 2006). Chifres hipotecais (fechados) bem desenvolvidos, quase paralelos com o chifre apical. Em outras formas, o chifre direito pode estar direcionado para direita. Superfície com marcações lineares; rugosa (TOMAS, 1997).



**Figura 30:** Fotomicrografias de *Ceratium cf. tripos*. a) Aumento de 200x, escala de 20  $\mu$ m. b) Aumento de 200x, escala de 20  $\mu$ m.

#### 4.2.7 *Dinophysis dens* Pavillard, 1915 (Figura 31)

Encontrada em águas frias e quentes em todo o mundo. Esta espécie pode ser uma variante ou um gameta de *D. acuta* (BARDOUIL *et al*, 1991; MACKENZIE, 1992). *Dinophysis dens* e *D. acuta* foram observados juntas/ligadas como dícticos em amostras selvagens (TOMAS, 1997).

Células de pequeno a médio porte, com margem dorsal curvada e margem ventral posterior abaixo inclinada da R3. Espécie pode parecer uma pequena *D. acuta*, mas não têm a profunda proeminência pós-mediana que caracteriza *D. acuta*. A lista sulcal esquerda tem marcações típicas na superfície como reticulações ou vermiculada, particularmente entre R1 e R2; abaixo da lista é desigual e a margem distal é parcialmente curvada (TOMAS, 1997).

Artigos referenciando *Dinophysis dens* são restritos quando comparado com outras espécies deste gênero, no entanto, há relato no litoral brasileiro de *Dinophysis microstrigilisformis* uma espécie do gênero que se assemelha muito a *Dinophysis dens* (HARAGUCHI; ODEBRECHT, 2010).



**Figura 31:** Fotomicrografias de *Dinophysis cf. dens*. a) Aumento de 400x, escala de 10 µm. b) Aumento de 400x, escala de 10 µm. c) Aumento de 200x, escala de 10 µm.

#### 4.2.8 *Gonyaulax* spp Diesing, 1866 (Figuras 32)

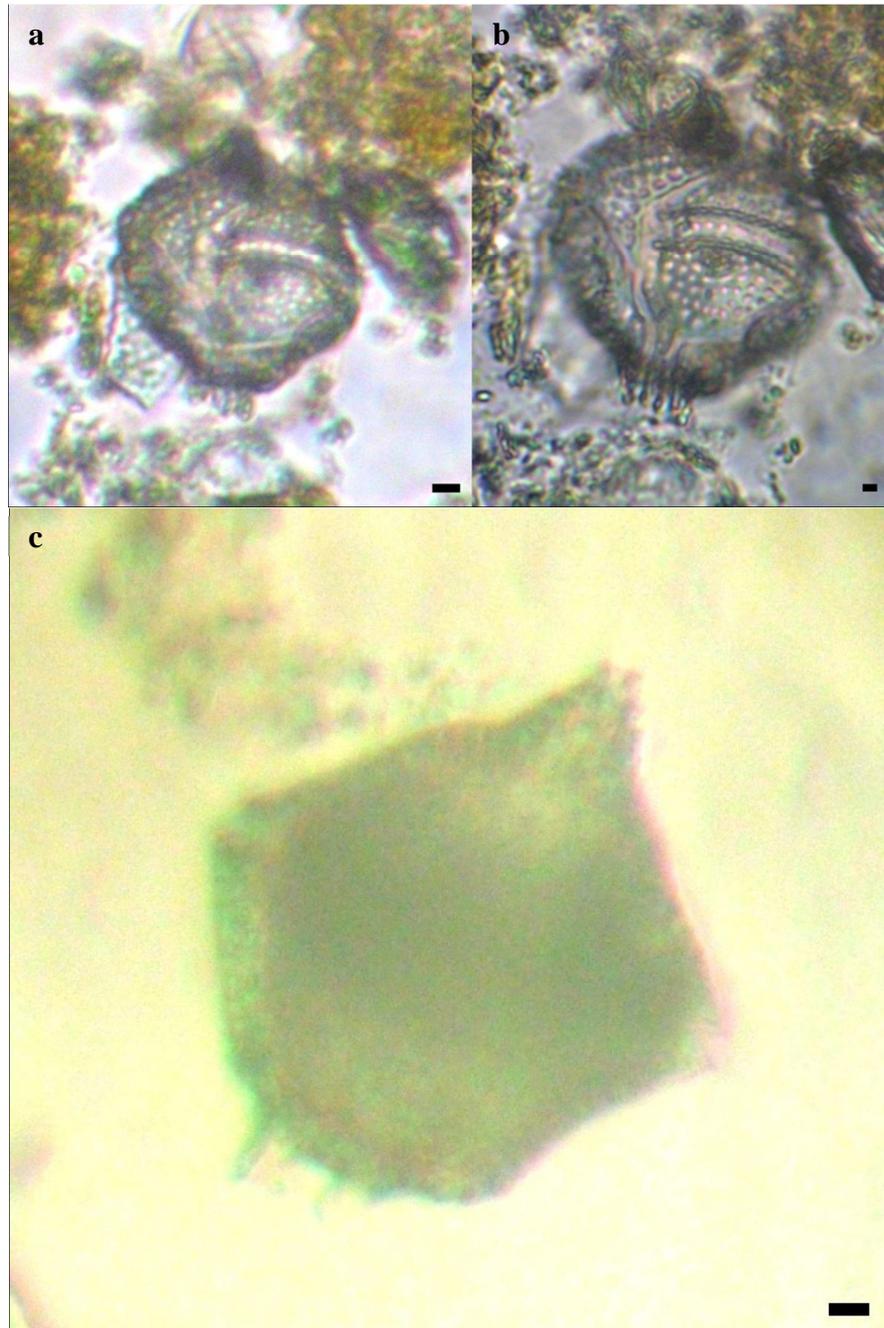
**Sinônimo:** *Steiniella* Schütt 1895 em parte; *Amylax* Meunier 1910 em parte (TOMAS, 1997).

Este gênero apresenta mais de 100 espécies. Dinoflagelados tecados. Existe certa confusão sobre *Gonyaulax*, *Goniodoma*, *Protoceratium*, *Lingulodinium*, *Alexandrium*, *Amylax* e gêneros afins. O gênero *Gonyaulax* ainda pode ser bem mais amplo na aplicação. As espécies deste gênero podem ser diferenciadas com base nos seguintes caracteres: tamanho e forma, padrão e tabulação das placas, deslocamento e saliência do cingulo, desenvolvimento do processo apical/chifre e ornamentação (TOMAS, 1997). O tamanho das células varia de pequeno a grande, biflagelados. Os autores interpretam a fórmula das placas de maneira diferente, no entanto espécies incluídas neste gênero, de fato apresentam fórmulas das placas diferentes (GUIRY; GUIRY, 2014).

Células subsféricas à biconical fusiformes com um cingulo descendente, com ou sem saliência cingular. Pode ser sigmoide e estreito à romboide como *Protoperidinium*. Teca varia

de espessura e apresenta marcação na superfície, cloroplastos. Cistos bentônicos já foram documentados (TOMAS, 1997).

Diferentes morfotipos de *Gonyaulax* spp foram encontrados, no entanto não foram definidas de quais possíveis espécies se tratava. A figura 32 apresenta fotomicrografias dos distintos táxons.



**Figura 32:** Fotomicrografias de *Gonyaulax* spp. a) *Gonyaulax* sp1, aumento de 200x, escala de 10  $\mu$ m. b) *Gonyaulax* sp1 aumento de 400x, escala de 10  $\mu$ m. c) *Gonyaulax* sp2 aumento de 200x, escala de 10  $\mu$ m.

#### 4.2.9 *Gonyaulax scrippsae* Kofoid, 1911 (Figura 33)

Espécie tecada, nerítica oceânica (raro), de distribuição mundial, formadora de cistos (TOMAS, 1997). Encontrado em águas brasileiras (ODEBRECHT, 2010 *apud* GUIRY; GUIRY, 2014).

Células pequenas com curto para moderados chifres apicais. Célula e hipoteca arredondados, sem espinhos antapicais. Cíngulo descendente com ligeira saliência. Teca com marcas presentes. (TOMAS, 1997).

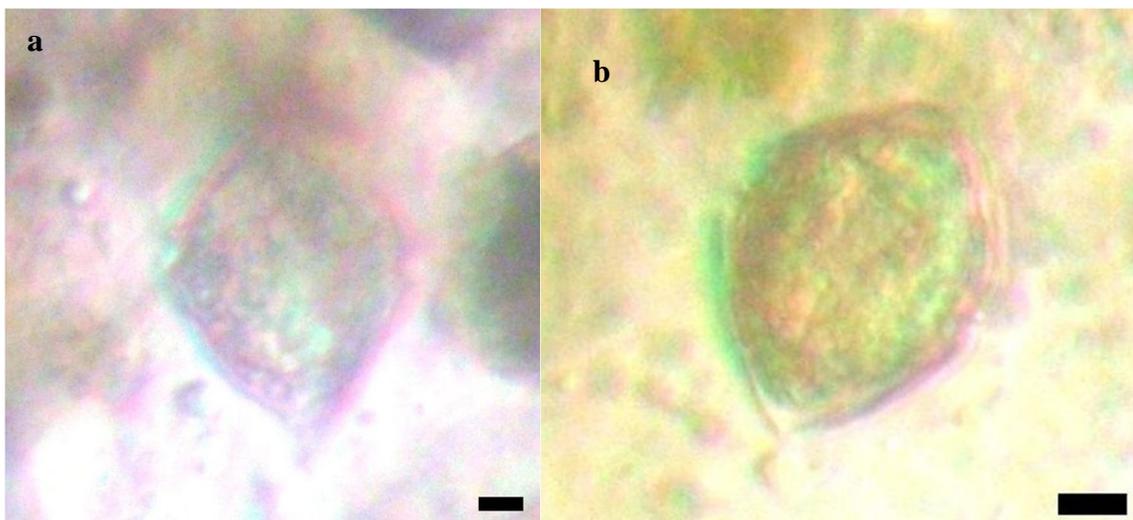


**Figura 33:** Fotomicrografias de *Gonyaulax* cf. *scrippsae*. a) Aumento de 200x, escala de 10  $\mu$ m. b) Aumento de 200x, escala de 10  $\mu$ m.

#### 4.2.10 *Heterocapsa triquetra* (Ehrenberg) Stein, 1883 (Figura 34)

Espécie tecada; nerítica, estuarina, de águas salobras, marinha e em algumas águas de baixa salinidade; distribuída mundialmente (TOMAS, 1997).

Hipoteca atenuada para o chifre (TOMAS, 1997). Células pequenas, delicadas, irregularmente susiofrmes. Epiteca cônica, cíngulo na região mediana, sulco pouco nítido (ISLABÃO; ODEBRECHT, 2011).



**Figura 34:** Fotomicrografias de *Heterocapsa* cf. *triquetra*. a) Aumento de 200x, escala de 10  $\mu$ m. b) Aumento de 200x, escala de 10  $\mu$ m.

#### 4.2.11 *Ostreopsis* spp. Schmidt, 1901 (Figuras 35 e 36)

Dinoflagelados tecados, fotossintéticos, com muitos cloroplastos da cor marrom dourado e núcleo localizado posteriormente. Espécies de ambientes marinhos, bentônicos, epífitos, normalmente associado a areia e macroalgas, ticoplanctônicos. Este gênero apresenta espécies amplamente distribuídas em ecossistemas costeiros e estuarinos marinhos, em regiões tropicais, subtropicais e temperadas. Algumas espécies desse gênero são tóxicas (TOMAS, 1997).

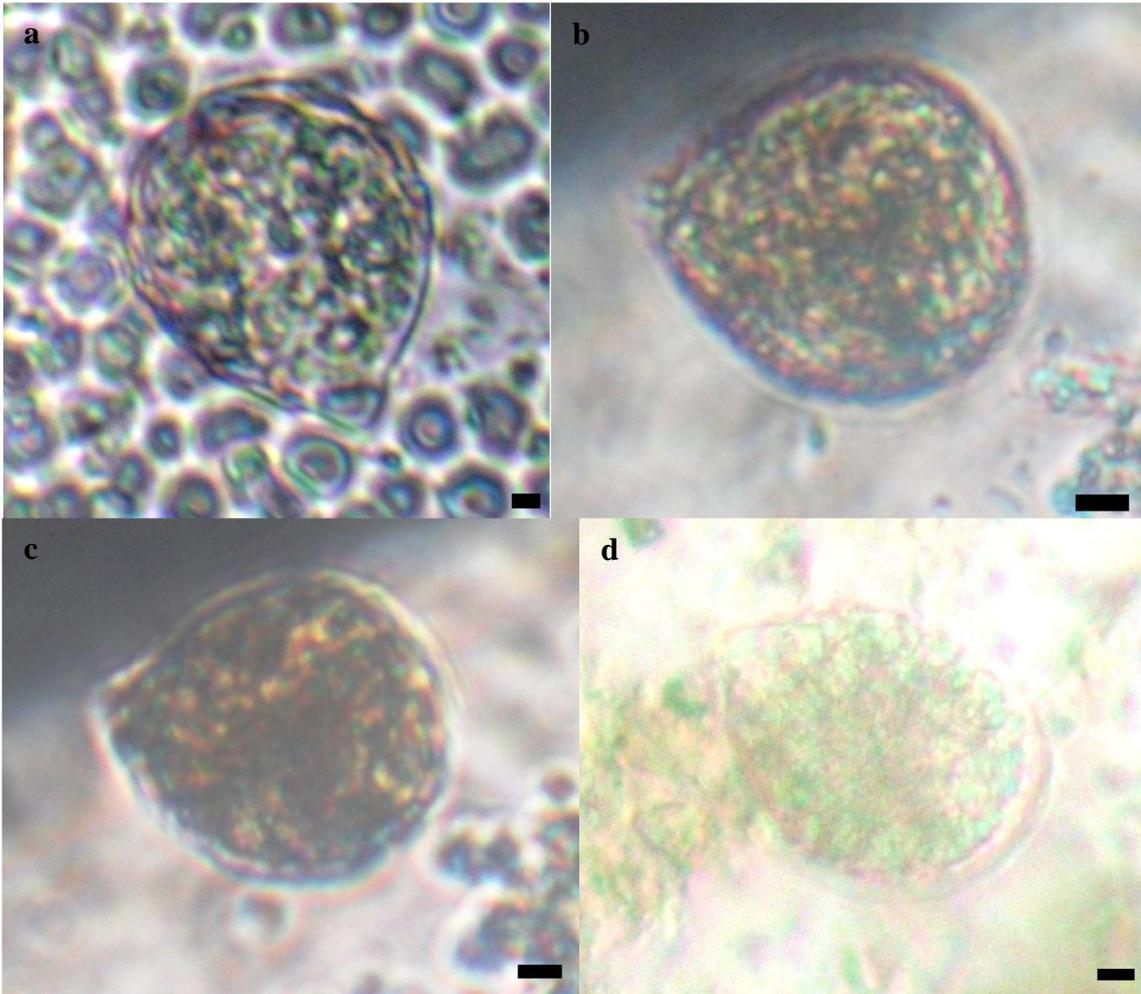
Quatro espécies deste gênero são consideradas tóxicas: *O. lenticularis*, *O. mascarenensis*, *O. ovata*, *O. siamensis* (AKSELMAN, 2014). *O. lenticularis* por produzir Ostreotoxina 1 e 3, um provável análogo de PTX (neurotoxinas); *O. mascarenensis* por produzir um análogo de palitoxina (PTX), tóxico para camundongos (composto poliéter); *O. ovata* por produzir também um análogo de PTX (composto butanólico) e *O. siamensis* por produzir ostreocina D, outro análogo da PTX que pode causar clupeotoxismo, um tipo de envenenamento causado após o consumo de algumas espécies de peixes, como sardinhas, anchovas e arenques (TINDALL *et al.*, 1990; QUOD, 1994; USAMI *et al.*, 1995; ONUMA *et al.*, 1999; LENOIR *et al.*, 2004 *apud* OLIVEIRA, 2009). Faust e Gullledge (2002) *apud* Oliveira (2009) citam também *O. heptagona* como toxígena.

Células de médio para grande porte, com formato de lágrima, ventralmente afinada, comprimida antero-posteriormente. Ápice deslocado para a superfície dorsal, do lado esquerdo. Cíngulo não descendente, epiteca não visivelmente menor do que a hipoteca em vista apical. Área cingular em vista lateral ondulada ou em linha reta. Po característico com fenda. Cloroplastos presentes (TOMAS, 1997). *Ostreopsis ovata* é a menor espécie do gênero (FUKUYO, 1981).

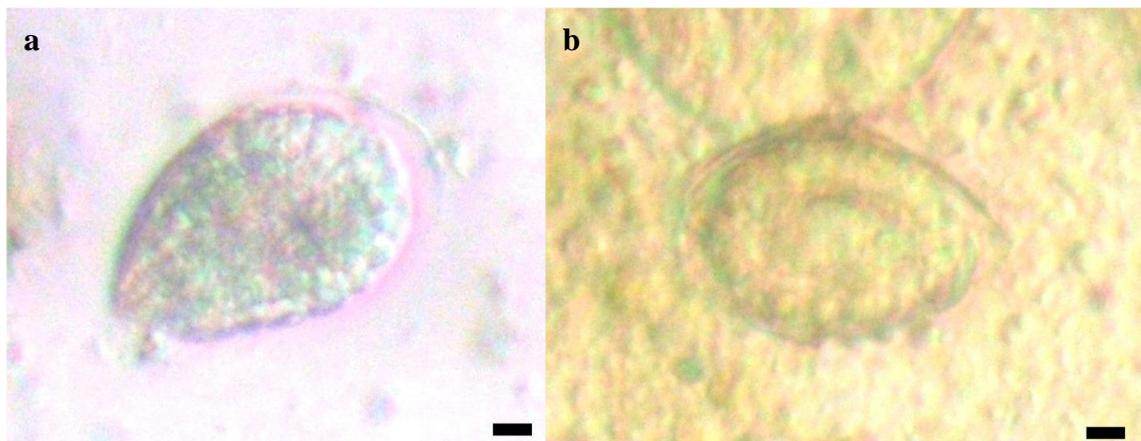
Dois diferentes morfotipos de *Ostreopsis* spp foram encontrados nesta pesquisa, porém também não foram definidas de quais possíveis espécies se tratava. O morfotipo chamado de *Ostreopsis* sp1 tinham formato de lágrima, suas células apresentaram a região antapical bem arredondada, as células eram bem robustas e curtas (Figura 35). O outro morfotipo foi chamado de *Ostreopsis* sp2, também tinham formato de lágrima, região antapical arredondada, porém as células eram mais alongadas que as células de *Ostreopsis* sp1 (Figura 36). Em ambos morfotipos foi possível visualizar o ápice deslocado, do lado esquerdo.

A descrição de *Ostreopsis* foi considerada difícil por Aligizaki e Nikolaidis (2006) *apud* Oliveira (2009), pois diferentes descrições foram realizadas por pesquisadores, sendo consideradas inclusive contraditórias, especialmente quanto ao número e tamanho de poros tecais (FAUST *et al.*, 1996; CHANG *et al.*, 2000; FUKUYO, 1981; PENNA *et al.*, 2005 *apud* OLIVEIRA, 2009).

A presença de espécies deste gênero longo da costa brasileira, principalmente no litoral do Rio de Janeiro foi relatada em 2006 na praia da Tartaruga, Armação dos Búzios (NASCIMENTO *et al.*, 2012) e na Baía de Sepetiba (OLIVEIRA, 2009). A primeira localização está mais próxima á área de estudo desta pesquisa, ambas fazem parte do litoral norte fluminense.



**Figura 35:** Fotomicrografias de *Ostreopsis* sp1. a) Aumento de 400x, escala de 10  $\mu$ m. b) Aumento de 200x, escala de 10  $\mu$ m. c) Aumento de 200x, escala de 10  $\mu$ m. d) Aumento de 200x, escala de 10  $\mu$ m.

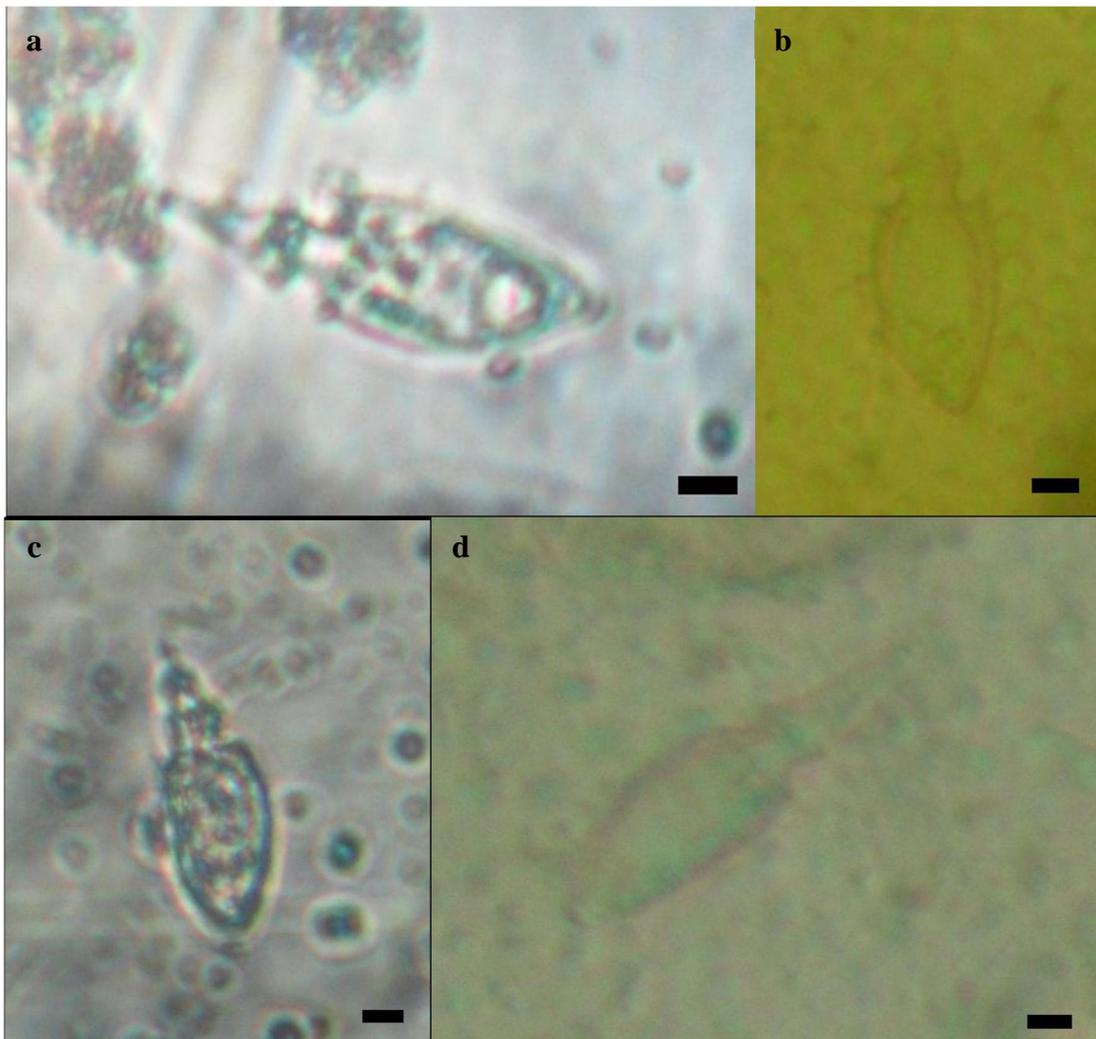


**Figura 36:** Fotomicrografias de *Ostreopsis* sp2. a) Aumento de 200x, escala de 10  $\mu$ m. b) Aumento de 200x, escala de 10  $\mu$ m.

#### 4.2.12 *Oxyphysis oxytoxoides* Kofoid, 1926 (Figura 37, 38 e 39)

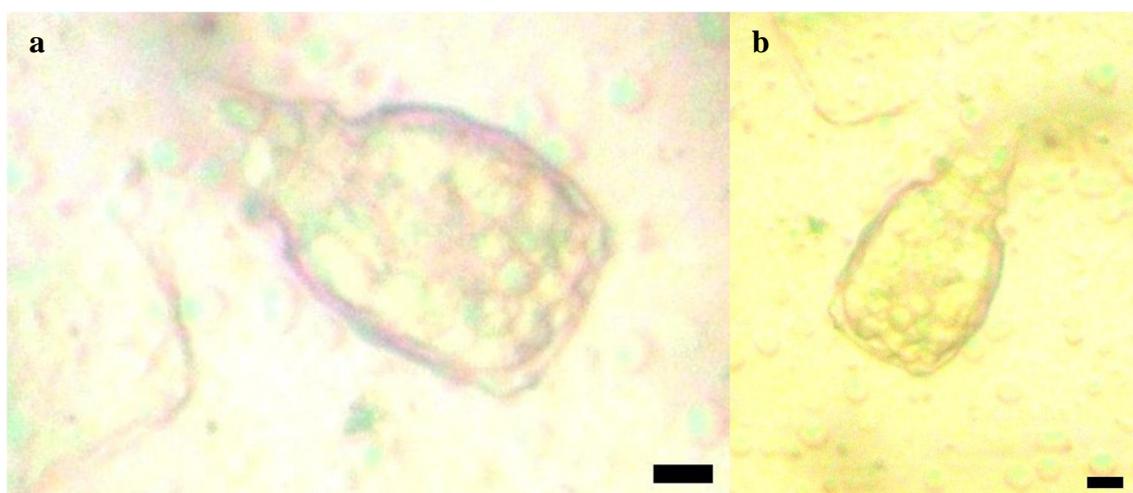
Células tecadas, de médio porte, lateralmente comprimidas, sub-fusiformes. Cloroplastos ausentes, organismos heterotróficos. Esta espécie é comum em muitas águas, mas frequentemente negligenciada; provavelmente identificada erroneamente como *Oxytoxum*. Pode ser que a forma em águas frias costeiras e as de águas quentes temperadas estuarianas/costeiras sejam duas espécies diferentes. Em 1926 Kofoid considerou este gênero monoespecífico devido uma ligação entre os Dinophysiales e Peridinales, por causa das semelhanças com *Oxytoxum* (TOMAS, 1997). Esta espécie marinha já foi relatada em águas brasileiras (ODEBRECHT, 2010 *apud* WENDY GUIRY, 2014).

Comprimento aproximadamente 4 vezes o da largura. A maioria das células apresentam aréolas com poros dispersos. Epiteca bem desenvolvida e assimétrica com espinho anterior à direita; não ampla como a hipoteca. Poro ventral próximo ao ápice. Cíngulo pouco deslocado e ligeiramente pré-mediano. Hipoteca com lados convexos lateralmente; atenuado com antapex direcionado ventralmente. Listas sulcais curtas e não são bem desenvolvidas (TOMAS, 1997).

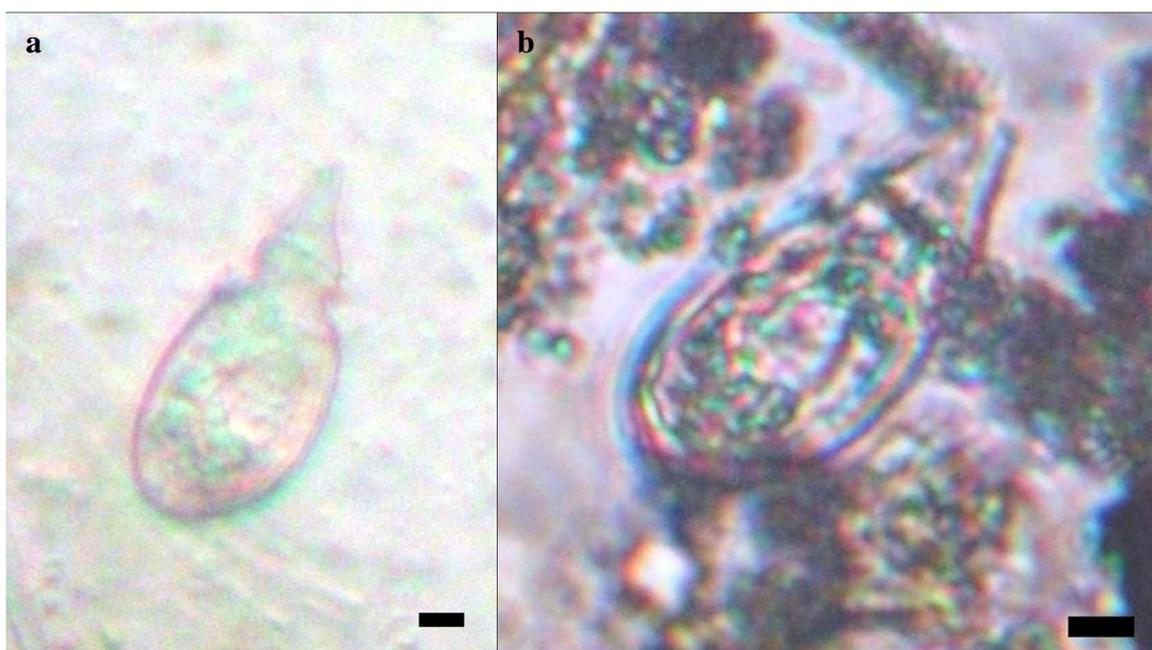


**Figura 37:** Fotomicrografias de *Oxyphysis* cf. *oxytoxoides*. a) Aumento de 200x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm. c) Aumento de 200x, escala de 10 µm. d) Aumento de 200x, escala de 10 µm.

Foram encontrados diferentes morfotipos de *Oxyphysis* spp, os quais não ficaram bem definidos se trata-se de uma variedade da espécie ou se é uma espécie diferente. Na figura 38 a célula apresenta um formato subfusiforme, com a extremidade da hipoteca reta, a hipoteca é mais ampla que a epiteca, a epiteca apresenta forma triangular, no entanto mais curto e largo que em *Oxyphysis oxytoides*, apesar da dúvida, este morfotipo será chamado de *Oxyphysis* sp1 para facilitar a didática do trabalho. Na figura 39 a célula apresenta formato subfusiforme, com extremidade da hipoteca arredondada, praticamente da mesma largura do início da hipoteca; a epiteca também apresenta forma triangular mais curta e larga que em *O. oxytoides* e pelo mesmo motivo anterior, este morfotipo será chamado de *Oxyphysis* sp2.



**Figura 38:** Fotomicrografias de *Oxyphysis* sp1. a) Aumento de 200x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm. Célula apresenta a extremidade da hipoteca reta.



**Figura 39:** Fotomicrografias de *Oxyphysis* sp2. a) Aumento de 200x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm. Célula apresenta extremidade arredondada.

#### 4.2.13 *Oxytoxum* spp. Stein, 1883 (Figura 40)

Espécie tecada (TOMAS, 1997). As informações sobre este gênero têm sido relativamente escassas, talvez pelo fato da diferenciação dos gêneros *Corythodinium* Loeblich Jr. & Loeblich III e *Oxytoxum* Stein não ter sido resolvida. No entanto, há grande diversidade deste grupo em águas oceânicas quentes (GÓMEZ *et al.*, 2008).

Células variam de pequenas a grandes, em formato de agulha para a forma superior com uma epiteca decididamente anterior que é drasticamente mais estreita e mais rasa do que a hipoteca. Cíngulo é anterior com um pequeno deslocamento e a placa sa invade a epiteca. Cloroplastos presentes (TOMAS, 1997).

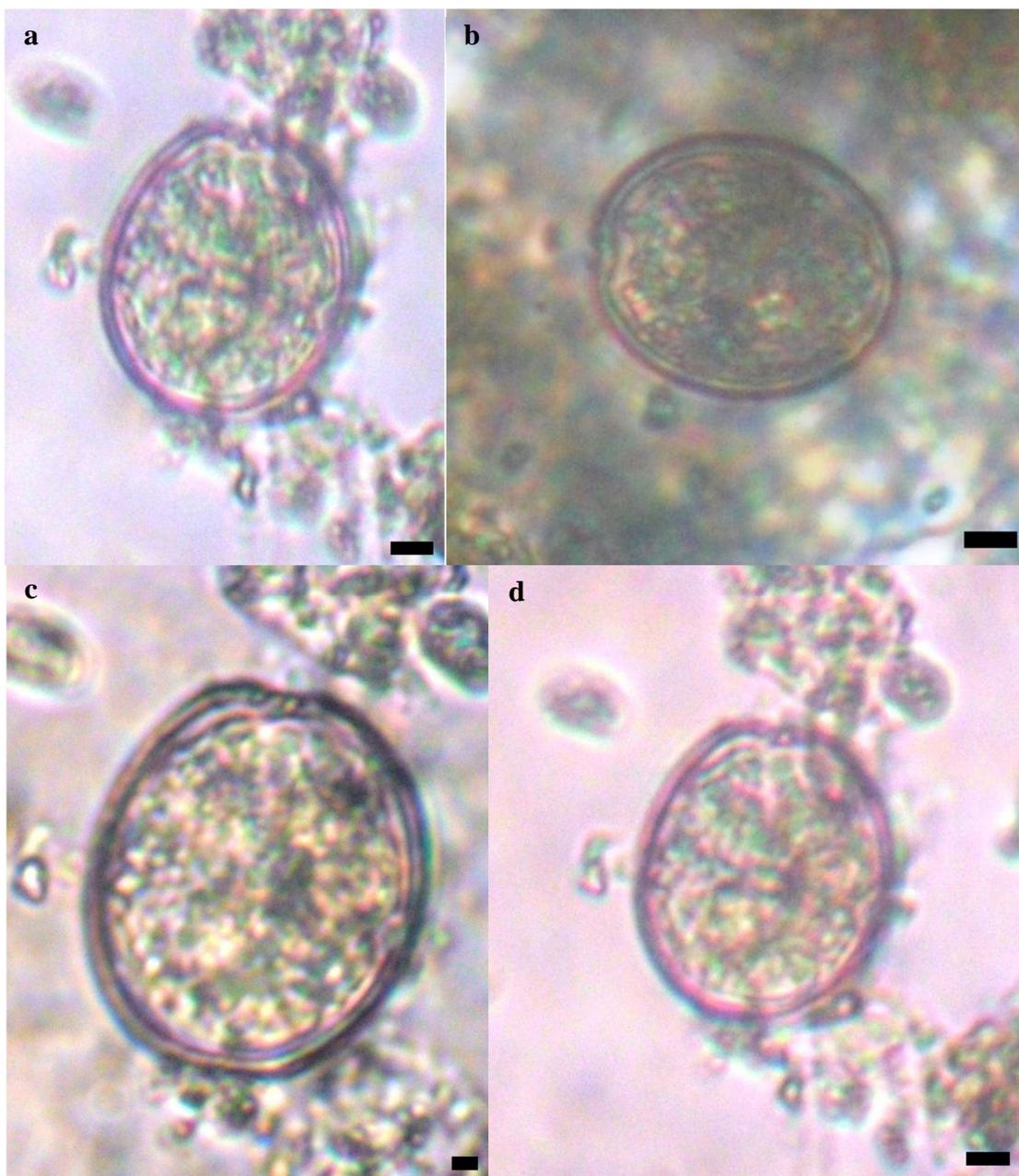


**Figura 40:** Fotomicrografias de *Oxytoxum* spp. a) Aumento de 200x, escala de 10  $\mu$ m.

#### 4.2.14 *Prorocentrum compressum* (Bailey) Abé ex Dodge 1975 (Figura 41)

Espécies principalmente planctônicas, neríticas, oceânicas, cosmopolita em águas frias temperadas a tropicais (TOMAS, 1997).

Células pequenas a médias, amplamente ovadas em vista valvar, comprimida em vista lateral. Apresenta uma peculiar característica anterior que parecem ser dois espinhos curtos, opostos, que fazem fronteira com a área periflagellar. Válvulas cobertas com poros e depressões superficiais. Ornamentação mais desenvolvida na região central (TOMAS, 1997; TENENBAUM, 2006). As projeções anteriores são extensões das placas periflagelares, como colares.



**Figura 41:** Fotomicrografias de *Prorocentrum* cf. *compressum*. a) Aumento de 200x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm. c) Aumento de 400x, escala de 10 µm. d) Aumento de 200x, escala de 10 µm.

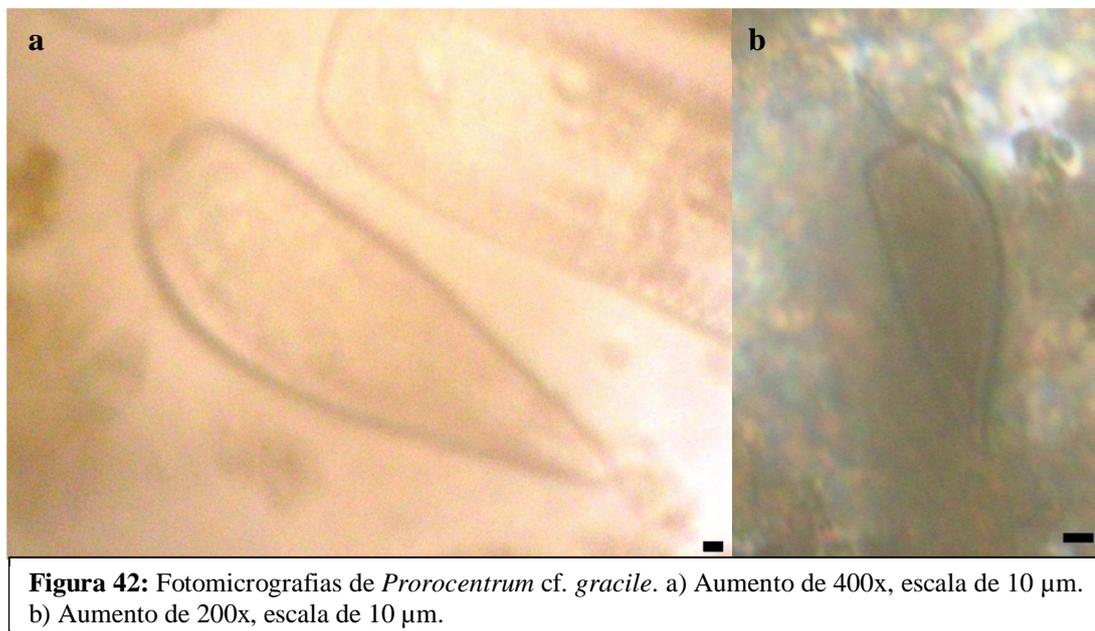
#### 4.2.15 *Prorocentrum gracile* Schütt, 1895 (Figura 42)

**Sinônimo:** *P. hentsscheli* Schiller 1933 (TOMAS, 1997).

Espécie tecada, cosmopolita em águas frias temperadas até tropicais, principalmente nerítica e estuarina. Esta espécie frequentemente foi confundida com *P. micans*, *P. hentsscheli*, *P. redfeldii* ou *P. rostratum* (TOMAS, 1997). Esta espécie foi relatada em águas nacionais por Oliveira (2009) no litoral do Rio de Janeiro, assim como por Islabão; Odebrecht (2011) no extremo sul do Brasil.

Células de tamanho pequeno para médio, alongada como *P. micans*, célula duas vezes mais longa do que ampla. Piriforme, ao invés de formato de coração com extremidade posterior pontiaguda em vista valvar. Válvulas com rasos poróides e poros radiais pós-

medianos em campo como em *P. micans*. Espinho anterior longo, alado adjacente a área periflagelar (TOMAS, 1997).

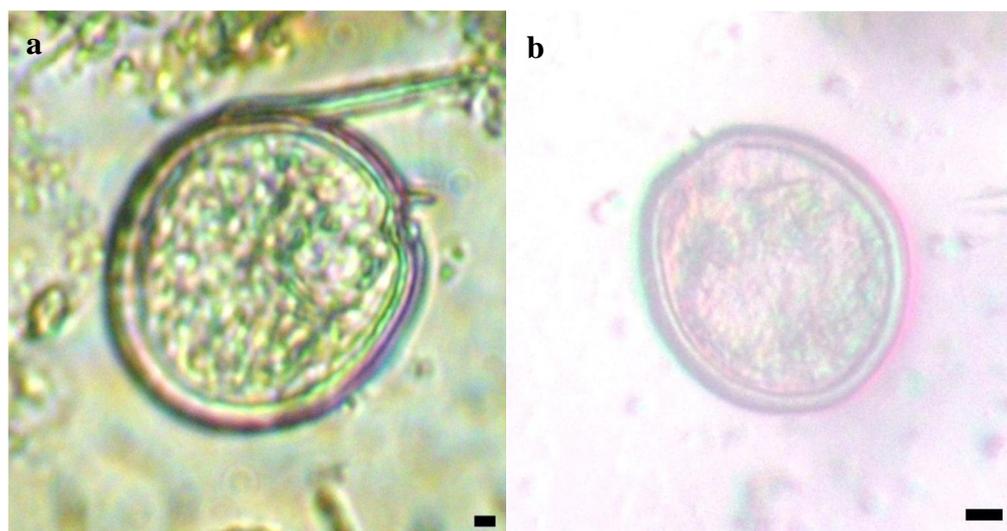


#### 4.2.16 *Prorocentrum scutellum* Schröder, 1900 (Figura 43)

**Sinônimo:** *P. sphaeroideum* Schiller; *P. robustum* Tafall (ISLABÃO; ODEBRECHT 2011).

Espécie tecada, nerítica ou estuarina, desde águas árticas até águas tropicais (TOMAS, 1997).

Célula de tamanho pequeno a médio. Espécie arredondada, formato de coração com uma exclusiva marcação na válvula composta de poros radiais, onde cada poro é parcialmente circundado por marcações em relevo. Entre os poros há marcações irregulares que parecem excrementos de cera. Amplamente curvo, com espinho alado anterior na parte da área flagelar (Tomas, 1997). Islabão; Odebrecht (2011) relatam que as células tendem a subcirculares ou ovóides, da mesma forma que este trabalho mostra.



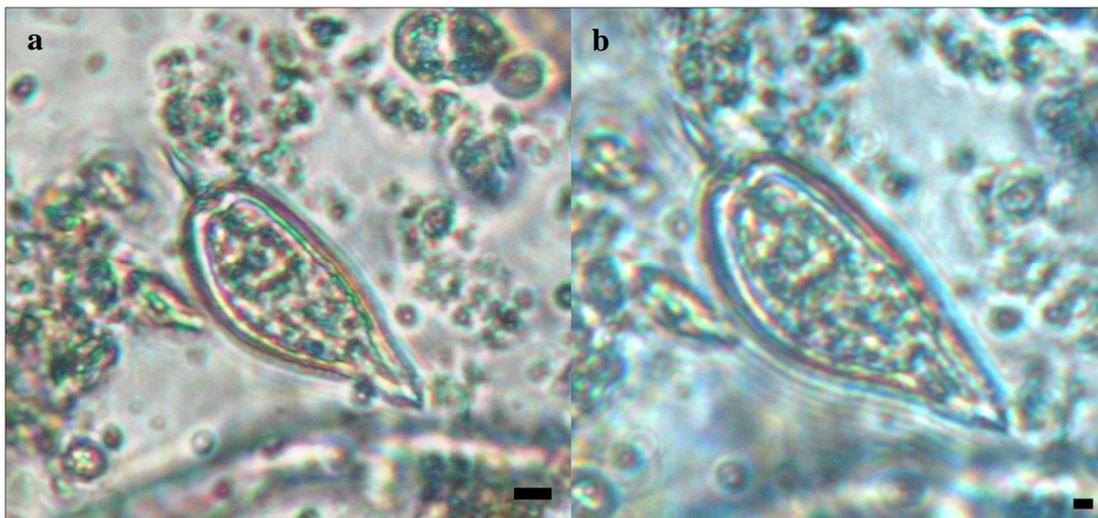
**Figura 43:** Fotomicrografias de *Prorocentrum* cf. *scutellum*. a) Aumento de 400x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm.

#### 4.2.17 *Prorocentrum triestinum* Schiller, 1918 (Figura 44)

**Sinônimo:** *P. redfeldii* Bursa 1959 (TOMAS, 1997).

Espécie tecada, oceânica e nerítica, de distribuição mundial (TOMAS, 1997). Esta espécie marinha já foi relatada no Brasil (ODEBRECHT, 2010 *apud* GUIRY; GUIRY, 2014).

Célula pequena, posteriormente pontiaguda, fina, estreita, semelhante a *P. micans*. Poucas depressões localizadas principalmente na periferia. Apresenta um fino espinho (TOMAS, 1997).



**Figura 44:** Fotomicrografias de *Prorocentrum* cf. *triestinum*. a) Aumento de 200x, escala de 10 µm. b) Aumento de 400x, escala de 10 µm.

#### 4.2.18 *Protoperidinium brevipes* (Paulsen) Balech, 1974 (Figura 45)

Espécie tecada, de águas frias costeiras. Pode ser confundida com *P. metananum* que é circular em seção transversal (TOMAS, 1997). É uma espécie marinha também relatada no Brasil por Odebrecht (2010) *apud* Guiry; Guiry (2014).

Células pequenas com formato do corpo pentagonal, arredondado triangular em seção transversal; tão profunda quanto larga. Hipoteca indenteda, ligeiramente bilobada com dois curtos espinhos antapicais. Superfícies com espinhos curtos ou papilas. Cíngulo ascendente (TOMAS, 1997).

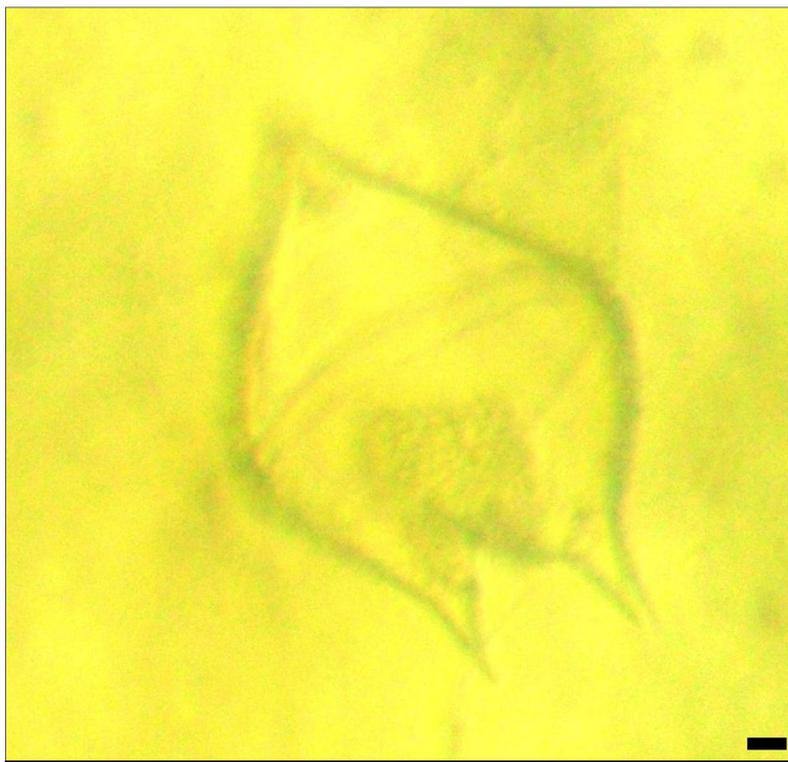


**Figura 45:** Fotomicrografias de *Protoperdinium* cf. *brevipes*, aumento de 200x, escala de 10  $\mu$ m.

#### **4.2.19 *Protoperdinium claudicans* (Paulsen) Balech, 1974 (Figura 46)**

Espécie tecada; principalmente de águas costeiras e abertas, mas pode ser encontrada em ambientes estuarinos. Presente desde áreas temperadas até tropicais; é cosmopolita. Pode ser confundido com *P. oceanicum* que é maior e tem chifre apical mais longo e antapical; maior inclinação do cingulo dorsalmente e o chifre antapical esquerdo é direcionado ventralmente (TOMAS, 1997).

Célula de tamanho médio, fina teca. Geralmente piriforme com chifres antapicais. Dorsalmente comprimida. Epiteca atenuada para um curto chifre apical. Sulco invade ligeiramente a epiteca. Produz cistos (TOMAS, 1997). A teca é centralmente arredondada, o cingulo está para esquerda e não é escavado. A hipoteca forma dois chifres relativamente curtos tubulares, o da esquerda sendo mais curto que o da direita. O sulcu forma uma reentrância rasa na margem antapical da hipoteca, entre os chifres (EVAGELOPOULOS, 2002).



**Figura 46:** Fotomicrografias de *Protoperidinium* cf. *claudicans*, aumento de 200x, escala de 10  $\mu$ m.

#### **4.2.20 *Protoperidinium conicum* (Gran) Balech, 1974 (Figura 47)**

Espécie tecada; costeira e oceânica; cosmopolita, presente desde águas temperadas à tropicais (TOMAS, 1997).

Células de tamanho médio a grande, pentagonais com curtos chifres antapicais, robustos com espinhos em suas pontas. Epiteca ventral côncava. Dorsalmente comprimida. Cíngulo circular e escavado; superfície reticulada. Apresenta espécies distintas. Formadora de cistos. O sulco é profundo e constitui um recuo na margem antapical da hipoteca, entre os chifres (TOMAS, 1997; EVAGELOPOULOS, 2002).

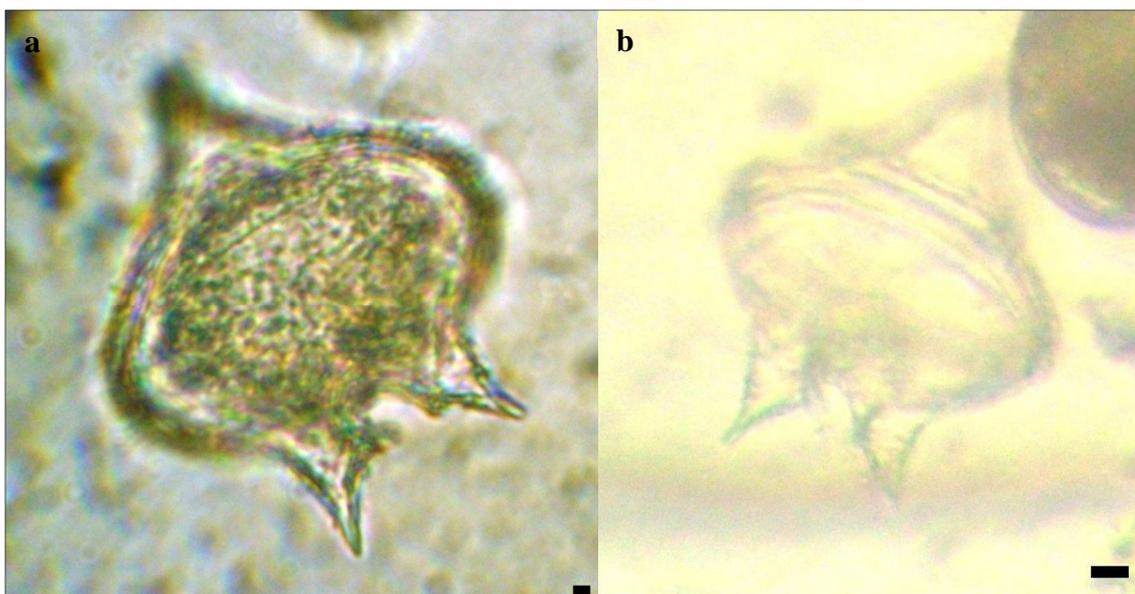


**Figura 47:** Fotomicrografias de *Protoperidinium* cf. *conicum*. a) Aumento de 400x, escala de 10  $\mu$ m.

#### 4.2.21 *Protoperidinium divergens* (Ehrenberg) Balech, 1974 (Figura 48)

Espécie tecada; principalmente costeira; cosmopolita de águas temperadas a tropicais. Semelhante a *P. depressum*, mas menor, não tão profunda (TOMAS, 1997). Já foi encontrada no extremo sul do Brasil por Islabão; Odebrecht (2011) e no estado do Rio de Janeiro (TENENBAUM *et al.*, 2004).

Célula de tamanho médio com chifres apical e antapical. Chifres antapicais divergentes com listas sulcais características para o complexo da espécie. Epiteca escavada ventralmente. Superfície reticulada com espinhos em pontos de junção de rede. Cíngulo quase circular, ligeiramente ascendente (TOMAS, 1997).



**Figura 48:** Fotomicrografias de *Protoperidinium* cf. *divergens*. a) Aumento de 400x, escala de 10  $\mu$ m. b) Aumento de 200x, escala de 10  $\mu$ m.

#### 4.2.22 *Protoperidinium oblongum* (Aurivillus) Parke & Dodge, 1976 (Figura 49)

Espécie tecada; nerítica, oceânica; cosmopolita, ocorrendo em águas frias temperadas a tropicais. Pode ser facilmente confundida com *P. oceanicum*, *P. claudicans* e *P. steidingeriae*. *Protoperidinium oceanicum* é muito maior, enquanto *P. claudicans* é menor e não ventrodorsalmente comprimido como *P. oblongum* e *P. oceanicum* (TOMAS, 1997).

Espécies de médio porte. Formato piriforme atenuado com chifres apical e antapical. Ventrodorsalmente comprimida com cingulo inclinado, descendente. Produz cistos (TOMAS, 1997). A epiteca forma um chifre apical, o cingulo é esquerdo e não escavado. A hipoteca forma dois longos, tubulares e pontiagudos chifres antapicais. O sulco é profundo e constitui um forte recuo na margem antapical da hipoteca, ente os chifres (EVAGELOPOULOS, 2002).



**Figura 49:** Fotomicrografias de *Protoperidinium* cf. *oblongum*. a) Aumento de 400x, escala de 10  $\mu$ m.

#### 4.2.23 *Protoperidinium oceanicum* (VanHöffen) Balech, 1974 (Figura 50)

**Sinônimo:** *P. murrayii* Kofoid 1907.

Espécie tecada; costeira e oceânica; de águas temperadas a tropicais; cosmopolita. Pouco frequente em águas frias temperadas (TOMAS, 1997). Já foi relatada no extremo sul do Brasil (ISLABÃO; ODEBRECHT, 2011).

Célula grande, semelhante com o formato de *P. oblongum*, mas com chifres antapicais mais longos, mais estreitos e divergentes. Cingulo descendente, inclinado, colocado em destaque no lado dorsal (TOMAS, 1997). As células são alongadas, o chifre apical é bem desenvolvido (ISLABÃO; ODEBRECHT, 2011).



**Figura 50:** Fotomicrografias de *Protoperidinium* cf. *oceanicum*. a) Aumento de 200x, escala de 10  $\mu$ m.

#### **4.2.24 *Protoperidinium pallidum* (Ostenfeld) Balech, 1973 (Figura 51)**

Espécie tecada; costeira e oceânica; de distribuição mundial, presente desde águas frias a quentes temperadas. Semelhante ao *P. tristylum* e *P. scbilleri*, mas também costuma ser confundido com *P. pellucidum*. Taylor (1976) *apud* Tomas (1997) reportou a presença de cloroplastos em *Protoperidinium pallidum*.

Célula de tamanho médio piriforme, alongada com dois espinhos antapicais divergentes, sólidos e um chifre apical curto. Comprimida dorsalmente. Superfície reticulada. Cíngulo ascendente, direito e não escavado. A epiteca tem uma forma praticamente cônica, o sulco é profundo (TOMAS, 1997; EVAGELOPOULOS, 2002).

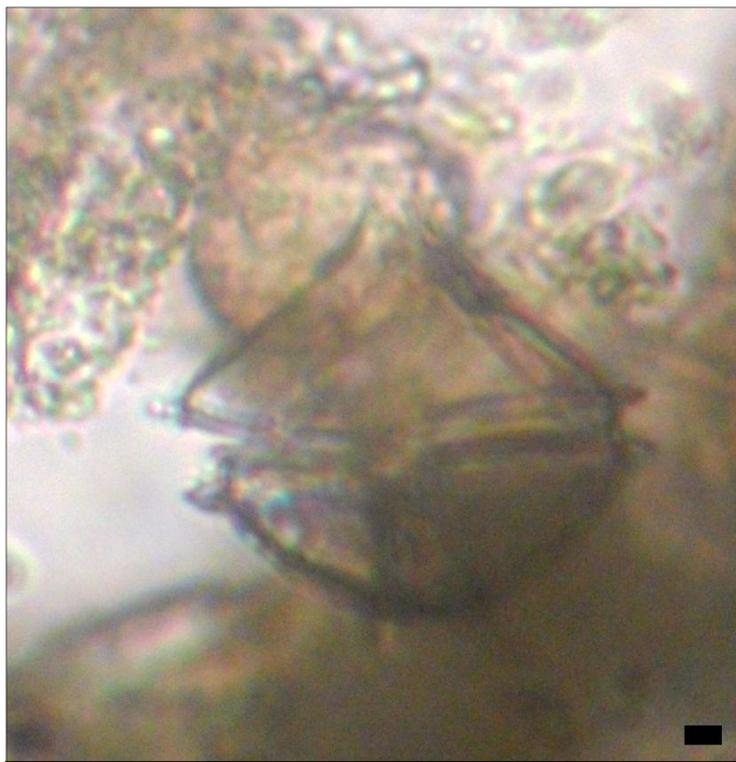


**Figura 51:** Fotomicrografias de *Protoperdinium* cf. *pallidum*. a) Aumento de 400x, escala de 10  $\mu$ m.

#### **4.2.25 *Protoperdinium pellucidum* Bergh, 1881 (Figura 52)**

Espécie tecada; principalmente costeira. Cosmopolita, desde águas temperadas a tropicais. Embora esta espécie possa ser confundida com *P. pallidum*, este é menor, circular em seção transversal e tem uma lista sulcal proeminente que termina em um espinho antapical curvado (TOMAS, 1997).

Células de tamanho pequeno a médio amplamente piriforme ou quadrangular, com chifre apical curto, dois espinhos antapicais alados, ligeiramente divergentes e um espinho antapical alado curvado proeminente que se origina da lista sulcal esquerda. Circular em seção transversal. Superfície reticulada. Cíngulo ligeiramente ascendente (TOMAS, 1997; OKOLODKOV, 2008).

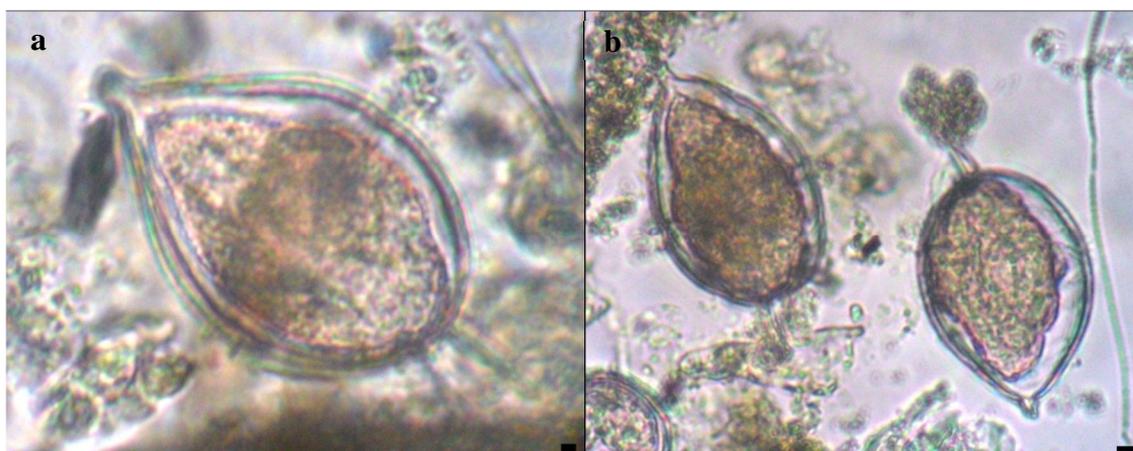


**Figura 52:** Fotomicrografias de *Protoperidinium cf. pellucidum*.  
a) Aumento de 400x, escala de 10  $\mu\text{m}$ .

#### 4.2.26 *Protoperidinium oviforme* (Dangeard) Balech (Figura 53)

Espécies tecada, marinhas, heterotróficas (TOMAS, 1997).

Células com formato ovóide a piriforme. A epiteca forma uma saliência no õpescoço. O cingulo é para a direita, não escavado e inclina-se ventralmente e vez de dorsalmente, ascendente. A hipoteca tem dois espinhos longos, equipados com asas. O sulco é bastante largo e raso, como um poço, desenvolvido a esquerda da lista sulcal, que se projeta antapicalmente e funde-se com o espinho à esquerda. Na parte mais baixa do sulco está o ovóide poro flagelar (TOMAS, 1997; OKOLODKOV, 2008).

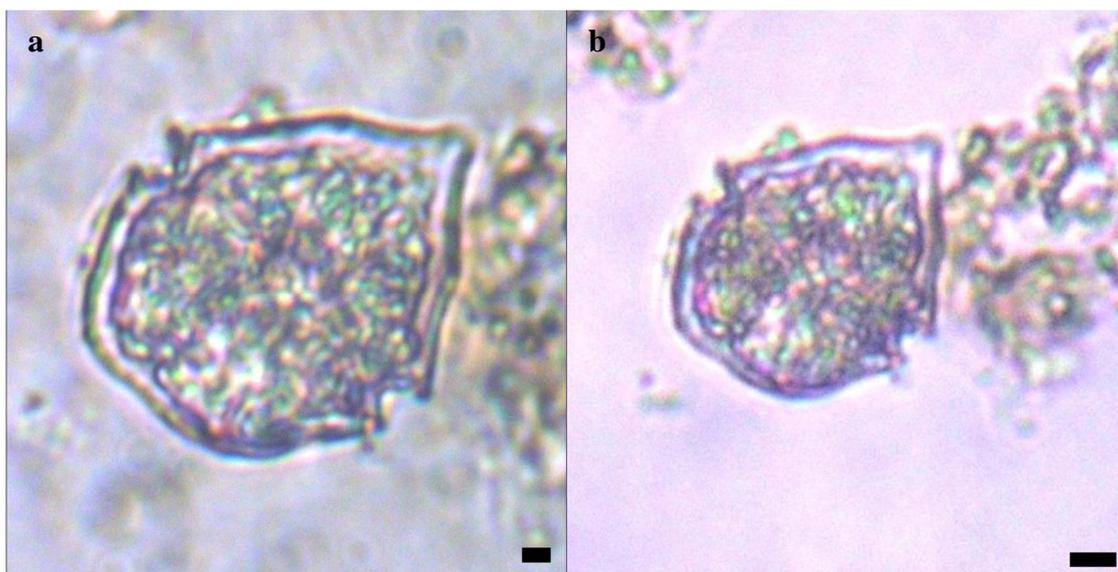


**Figura 53:** Fotomicrografias de *Protoperidinium cf. oviforme*. a) Aumento de 400x, escala de 10  $\mu\text{m}$ .  
b) Aumento de 200x, escala de 10  $\mu\text{m}$ .

#### 4.2.27 *Scrippsiella* Balech ex Loeblich III, 1965 (Figura 54)

Células tecadas; ocorrem tanto em ambientes planctônicos ou bentônicos, podendo ocorrer em ambos habitats, dependendo do comportamento adaptativo; fotossintéticas, sendo algumas espécies mixotróficas e possuindo pedúnculo. Algumas espécies fixam substratos por fios mucóides. Este gênero é semelhante ao *Periclinium*, *Protoperidinium*, *Pentapbarsodinium*, *Ensiculifera* e *Tbompsodinium*, mas é diferenciável pela tabulação das placas. Muita sinonímia existe entre esses gêneros, alguns taxonomistas já incluíram *Ensiculifera* em *Scrippsiella*, enquanto *S. trochoidea*, espécie mais comum do gênero, foi identificada como um *Peridinium* (TOMAS, 1997). Cloroplastos presentes, dinoflagelados marinhos (EOL, 2007a).

Células pequenas, com características peridinioides. Teca com marcações variadas: de poros à reticulações ou de estrias à papilas. Algumas espécies apresentam processo apical. Produz cistos calcários e provavelmente orgânicos. Espécies deste gênero podem apresentar fórmulas de placa variadas em cultivo, pois podem produzir placas adicionais em série. As espécies são diferenciadas nos seguintes caracteres: tamanho e forma; número de placas pré-cingulares; ornamentação da superfície; presença de estigma e habitat (TOMAS, 1997). Células com epiteca cônica e hipoteca arredondada, cingulo mediano, placas da teca finas (EOL, 2007a).



**Figura 54:** Fotomicrografias de *Scrippsiella* spp. a) Aumento de 400x, escala de 10 µm. b) Aumento de 200x, escala de 10 µm.

Parte dos dinoflagelados deste trabalho coincide com os observados nos relatórios de monitoramento de fitoplâncton da Lagoa de Araruama para o mesmo período de coleta (setembro 2011 a agosto de 2012). Os morfotipos de dinoflagelados identificados nos relatórios foram: *Amphidinium carterae*, *Ceratium furca*, *Ceratium fusus*, *Ceratium lúnula*, *Ceratium sp*, *Dinophysis acuminata*, *Dinophysis caudata*, *Gymnodinium sp*, *Gonyaulax spinifera*, *Heterocapsa sp*, *Noctiluca sp*, *Oxytoxum scolopax*, *Pirocystis sp*, *Prorocentrum compressus*, *Prorocentrum gracile*, *Prorocentrum lima*, *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum sp*, *Protoperidinium leonis*, *Protoperidinium steinii*, *Protoperidinium sp*, *Scrippsiella cf. trochoidea*, *Scrippsiella sp* (CILSJ, 2013). Dos 23 táxons identificados no relatório, 10 também foram observados nesta pesquisa.

### 4.3 Variáveis Ambientais

As variáveis ambientais foram examinadas pelos valores de F (ANOVA). As interações locais *versus* variáveis ambientais apresentaram valores de F significantes para temperatura, salinidade e profundidade (Tabela 2), sugerindo um padrão consistente de mudança espacial. Os valores das médias e desvio padrão das variáveis ambientais encontram-se na tabela 3.

**Tabela 2.** Tabela de ANOVA. Valores de F (ANOVA bi-fatorial) e teste de Tukey das comparações entre os pontos de coleta ao longo do período de um ano e interações com variáveis ambientais na Lagoa de Araruama, (p 0,05). P1=Cabo Frio; P2=São Pedro da Aldeia.

Variáveis	F	P	Tukey
Temperatura	6,27	0,02	P2 P1
Salinidade	19,36	0,000	P2 P1
Profundidade	64,71	0,000	P2 P1

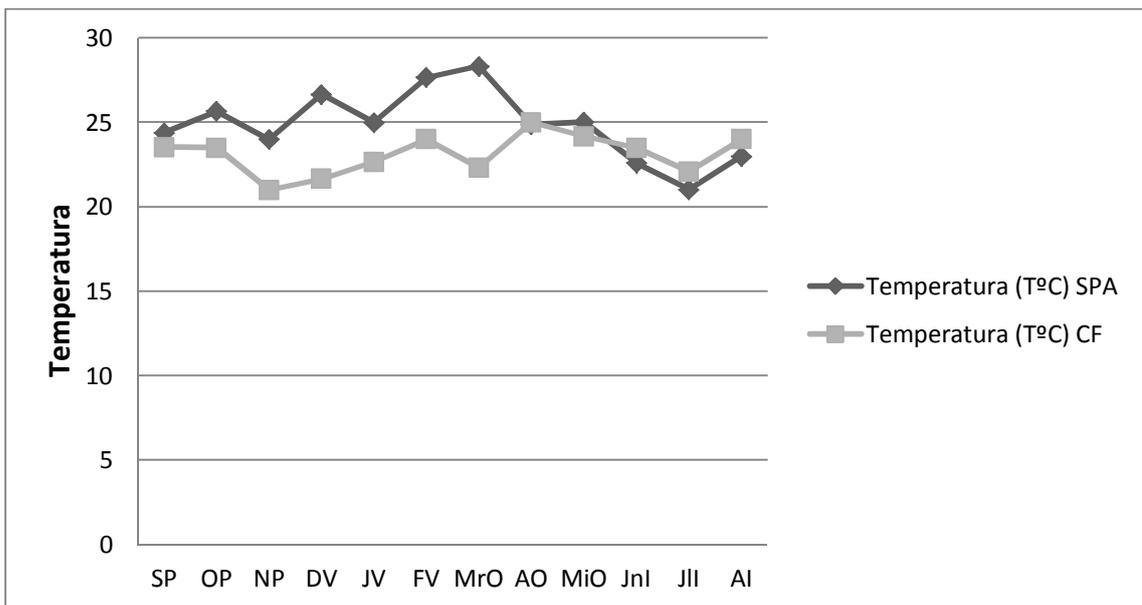
**Tabela 3.** Tabela de média e desvio padrão das variáveis ambientais nos dois pontos de coleta da Lagoa de Araruama. P1=Cabo Frio; P2=São Pedro da Aldeia.

Ponto de Coleta	Temperatura (°C)	Salinidade	Profundidade Total (m)
P1	23,1±0,3	40,5±1,9	1,9±0,1
P2	24,9±0,6	49,1±0,5	2,8±0,1

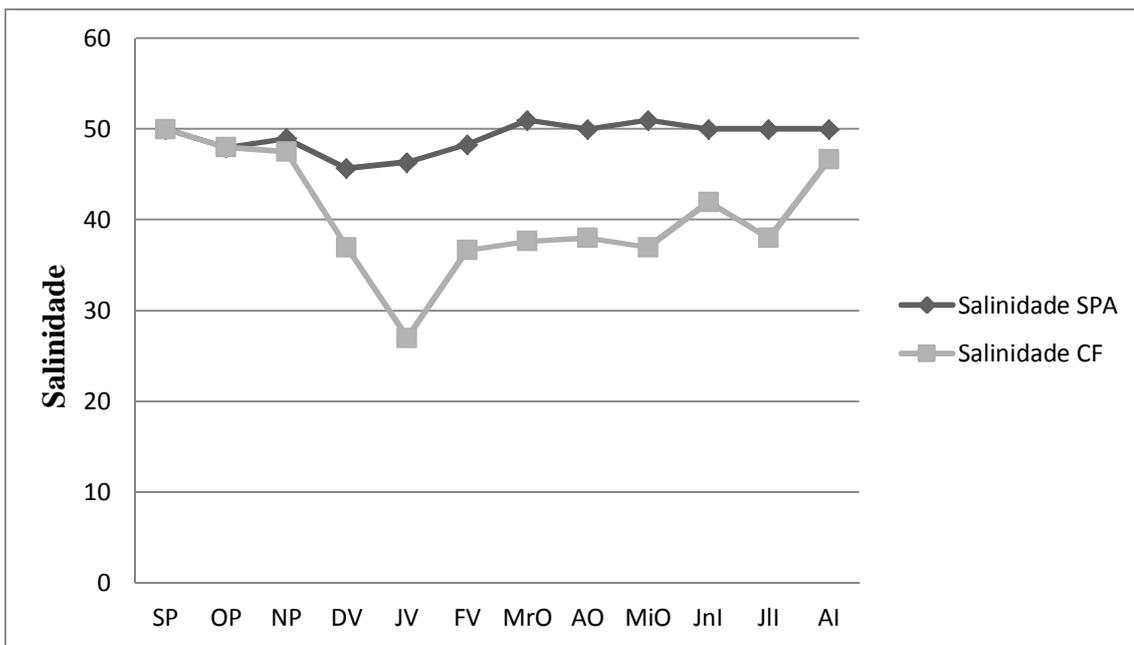
**Temperatura:** A temperatura média em São Pedro da Aldeia (SPA) foi de 24,9°C±0,6, com máxima de 28,3°C em março e mínima de 21°C em julho. Cabo Frio (CF) apresentou temperatura média de 23,1°C±0,3, com máxima de 24,2°C em maio e mínima de 21°C em novembro. Especialmente os maiores valores foram registrados em SPA ao longo do ano, exceto nos meses de inverno (junho, julho, agosto) e em abril (Figura 55). Enquanto que sazonalmente o verão, como era de se esperar, teve as temperaturas mais elevadas, seguido do outono, primavera e inverno. Já CF sazonalmente apresentou as mais altas temperaturas no outono, seguido do inverno, verão e primavera. Islabão; Odebrecht (2011); Miotto; Tamanaha (2012) encontraram dinoflagelados potencialmente nocivos em águas nacionais em temperaturas que variaram de 12,9°C a 27°C.

**Salinidade:** A salinidade média em SPA foi de 49,1±0,5, com valor máximo de 51 em março e maio e mínimo de 45,7 em dezembro. CF apresentou salinidade média de 40,5±1,9, com valor máximo de 50 em setembro e mínimo de 27 em janeiro. Especialmente os maiores valores foram registrados em SPA ao longo do ano, exceto nos meses de setembro e outubro, onde os valores foram iguais (Figura 56) para ambos os pontos. Enquanto que sazonalmente o outono teve as salinidades mais elevadas, seguido do inverno, primavera e verão. Já CF sazonalmente apresentou as mais altas salinidades na primavera, seguido do inverno, outono e verão. No litoral sul brasileiro foi registrada a presença de dinoflagelados potencialmente nocivos em salinidades que variaram de 24,5 a 37 (ISLABÃO; ODEBRECHT, 2011; MIOTTO; TAMANAHA, 2012).

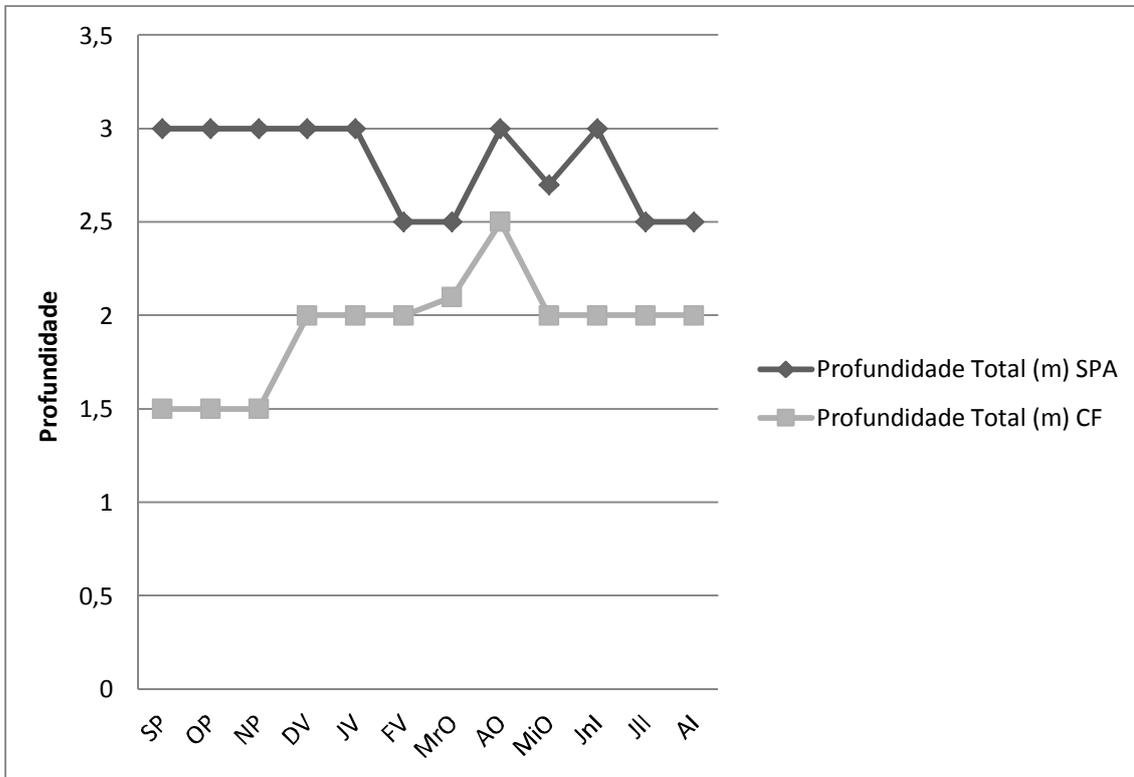
**Profundidade:** A profundidade média em SPA foi de  $2,8m \pm 0,1$ , com valor máximo de 3m na maior parte do ano e mínimo de 2,5m em fevereiro, março, julho e agosto. CF apresentou profundidade média de  $1,9m \pm 0,1$ , com valor máximo de 2,5m em abril e mínimo de 1,5m nos três meses da primavera. Especialmente os maiores valores foram registrados em SPA ao longo de todo o ano (Figura 57). Enquanto que sazonalmente a primavera apresentou as maiores profundidades, seguida do verão, outono e inverno. Já CF sazonalmente apresentou as maiores profundidades no outono, seguido do verão e inverno, que foram iguais e posteriormente da primavera. Miotto; Tamanaha (2012); Oliveira (2009) observaram dinoflagelados em águas brasileiras em profundidades cujas transparências variaram de 0,3m a 7,0m.



**Figura 55:** Temperatura (°C) nos pontos de coleta ao longo do período de um ano (setembro 2011 a agosto 2012). SPA=São Pedro da Aldeia; CF=Cabo Frio; SP=Setembro-primavera; OP=Outubro-primavera; NP=Novembro-primavera; DV=Dezembro-verão; JV=Janeiro-verão; FV=Fevereiro-verão; MrO=Março-outono; AO=Abril-outono; MiO=Maio-outono; JnI=Junho-inverno; JII=Julho-inverno; AI=Agosto-inverno.



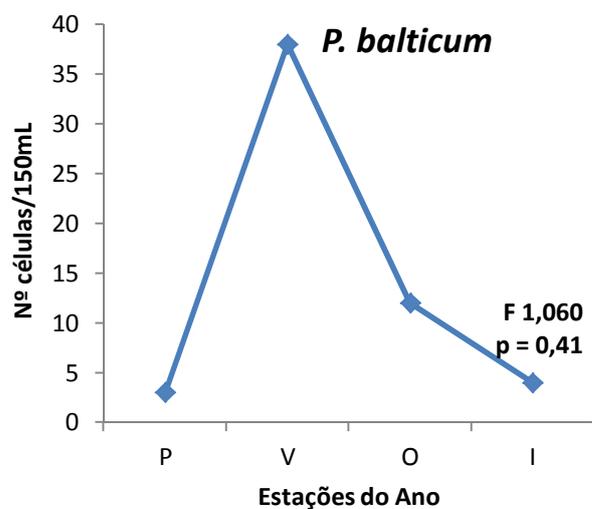
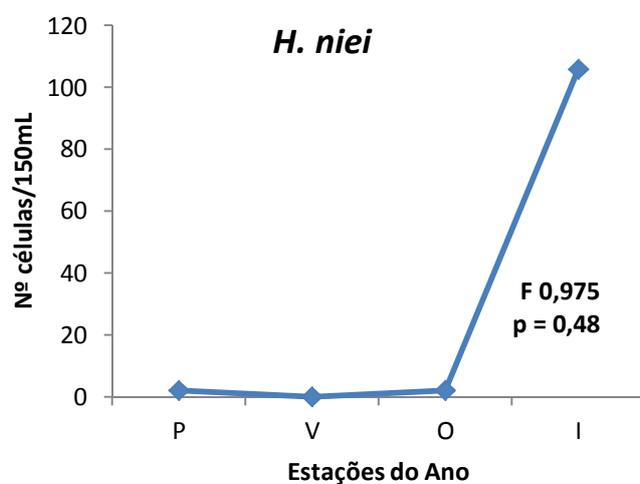
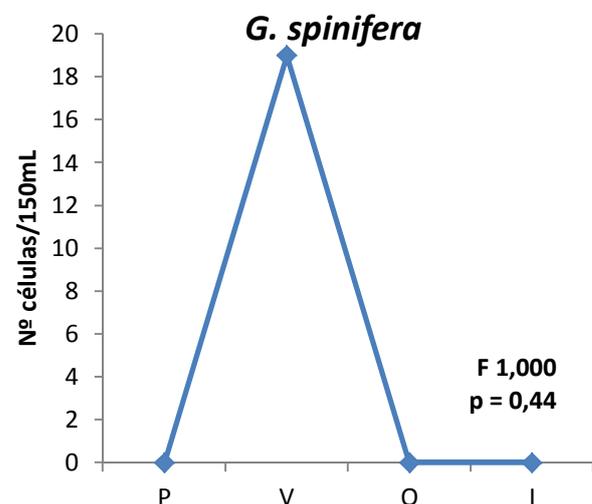
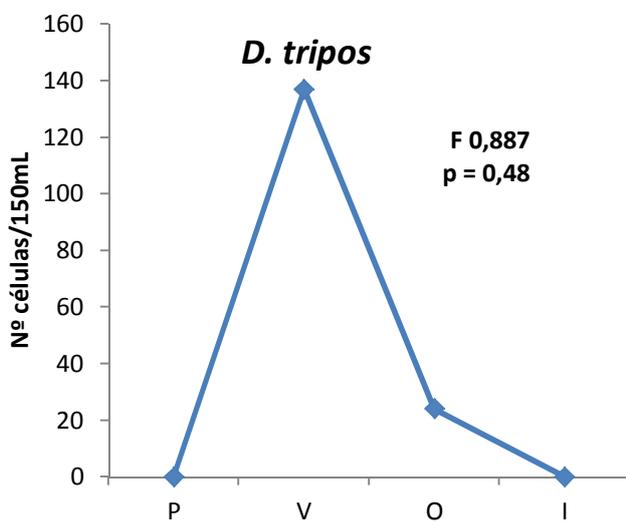
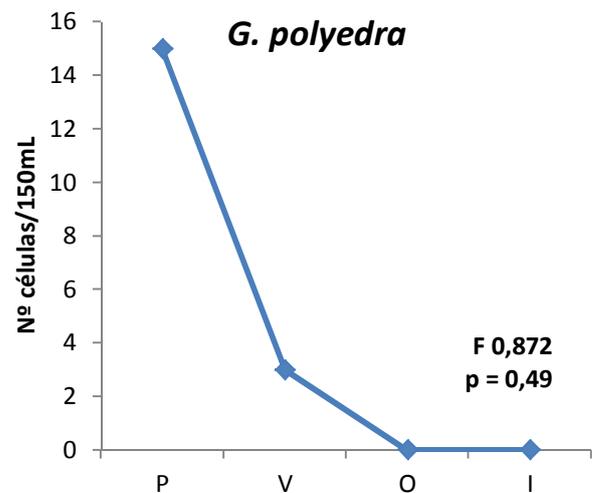
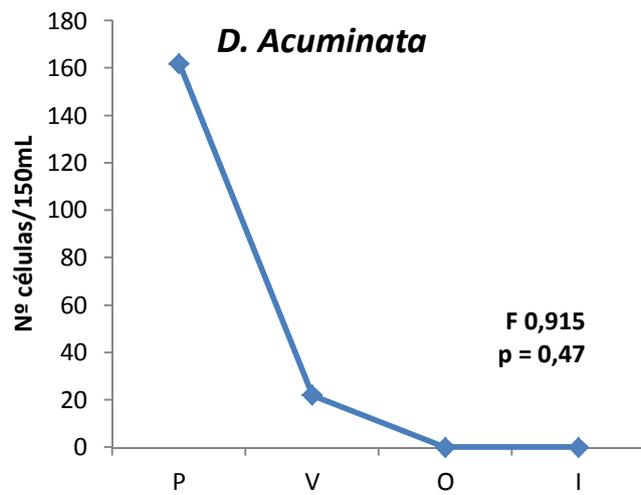
**Figura 56:** Salinidade nos pontos de coleta ao longo do período de um ano (setembro 2011 a agosto 2012). SPA=São Pedro da Aldeia; CF=Cabo Frio; SP=Setembro-primavera; OP=Outubro-primavera; NP=Novembro-primavera; DV=Dezembro-verão; JV=Janeiro-verão; FV=Fevereiro-verão; MrO=Março-outono; AO=Abril-outono; MiO=Maio-outono; JnI=Junho-inverno; JII=Julho-inverno; AI=Agosto-inverno.



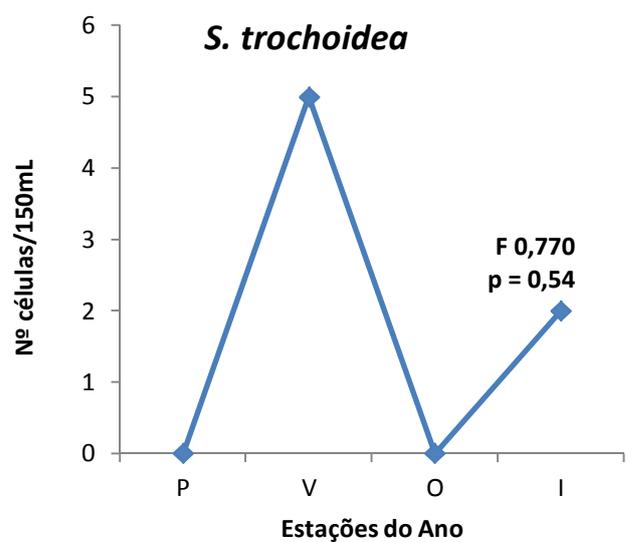
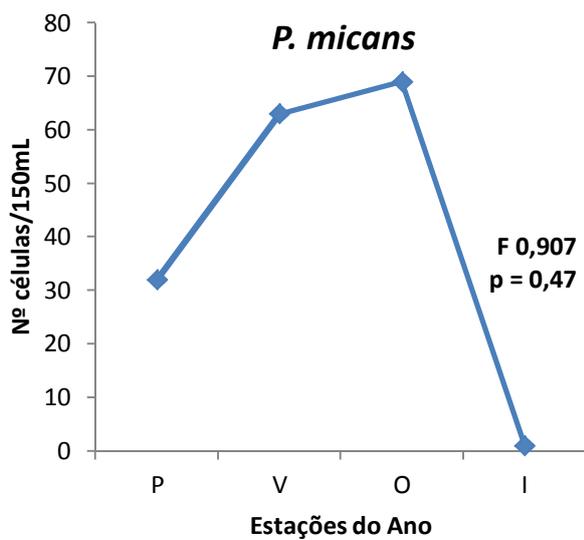
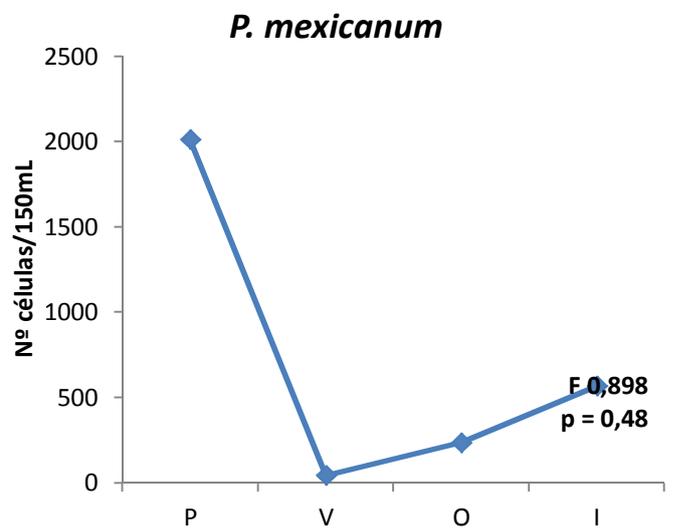
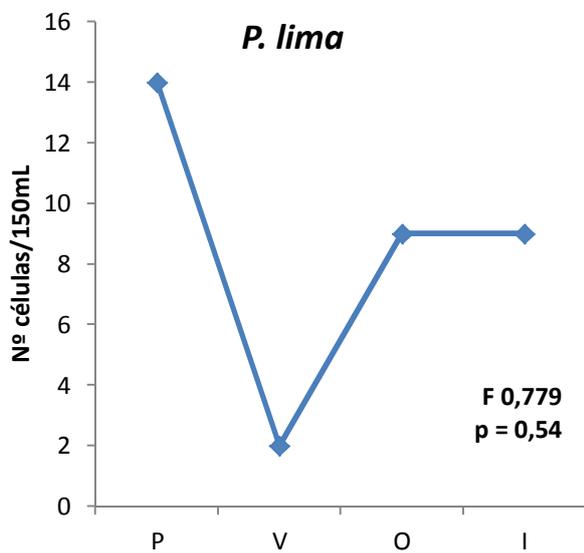
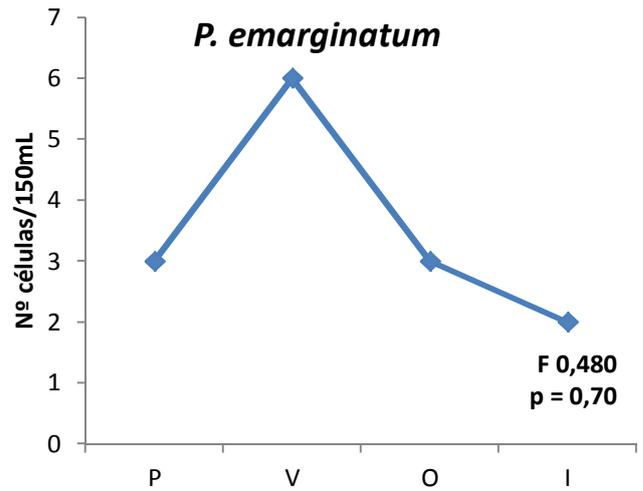
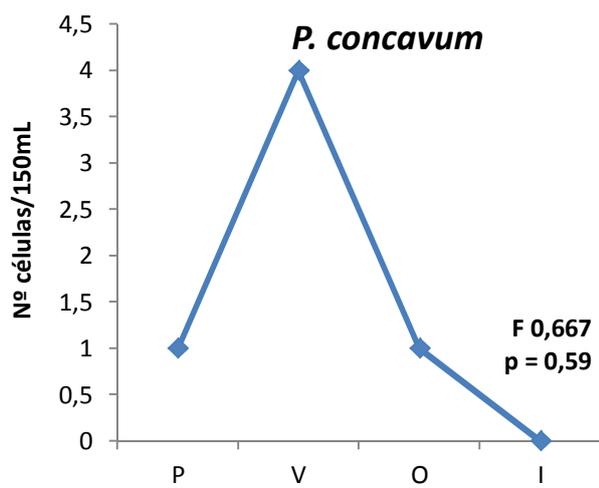
**Figura 57:** Profundidade nos pontos de coleta ao longo do período de um ano (setembro 2011 a agosto 2012). SPA=São Pedro da Aldeia; CF=Cabo Frio; SP=Setembro-primavera; OP=Outubro-primavera; NP=Novembro-primavera; DV=Dezembro-verão; JV=Janeiro-verão; FV=Fevereiro-verão; MrO=Março-outono; AO=Abril-outono; MiO=Maio-outono; JnI=Junho-inverno; JII=Julho-inverno; AI=Agosto-inverno.

#### 4.4 Distribuição Sazonal dos Dinoflagelados Potencialmente Nocivos da Lagoa de Araruama

A maior parte dos morfotipos de dinoflagelados potencialmente nocivos identificados nesta pesquisa não apresentou um padrão de distribuição sazonal ao longo do período de um ano em P1 (Cabo Frio) (Figuras 58 e 59). No entanto, pode-se observar nesta pesquisa que *P. balticum* esteve presente em todos os meses da primavera e do verão, tendo esta última estação a maior abundância para esta espécie. *P. emarginatum* apareu nos meses de verão. *P. lima* ocorreu nos meses de primavera e outono principalmente. Já *P. micans* ocorreu nos meses de outono, apesar da maior densidade celular ter acontecido no mês de fevereiro, considerado verão. *P. mexicanum* foi encontrado em todos os meses do ano, logo em todas as estações, com as maiores densidades na primavera, inverno, outono e verão decrescentemente. *P. concavum* esteve presente nos meses de setembro (primavera), fevereiro (verão) e março (outono). *Dinophysis acuminata* apareu em novembro (primavera), dezembro e fevereiro (verão). *D. tripos* em fevereiro e março (verão e outono, respectivamente). *Gonyaulax polyedra* ocorreu nos meses de fevereiro (verão) e novembro (primavera) e *G. spinifera* em fevereiro (verão). *Heterocapsa niei* foi encontrada em setembro, outubro (primavera), abril (outono) e junho (inverno). *Scripsiella trochoidea* esteve presente em dezembro (verão) e julho (inverno). Dentre os morfotipos potencialmente nocivos, nenhuma célula das espécies de *Dinophysis* e *Gonyaulax* e *P. concavum* apareceram nos meses de abril a agosto, o que sugere que as condições de outono/inverno não são favoráveis para estas espécies.

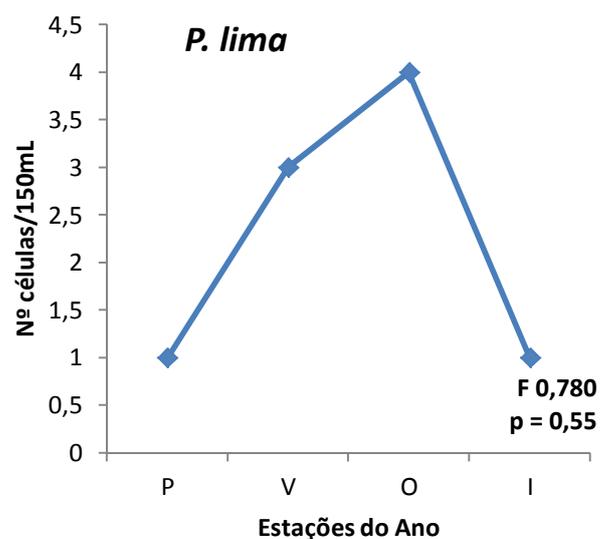
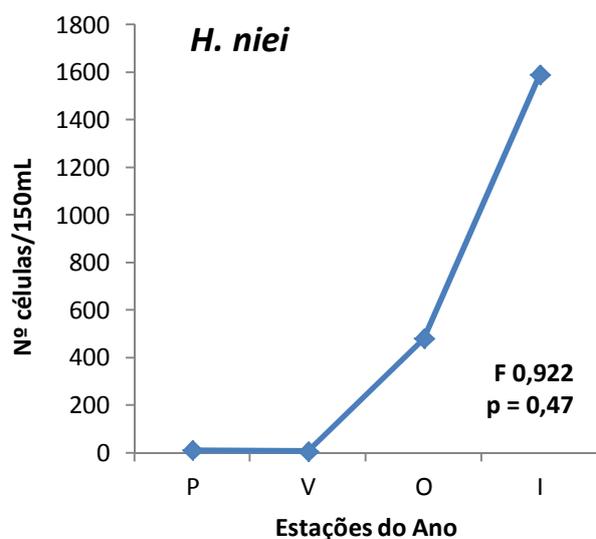
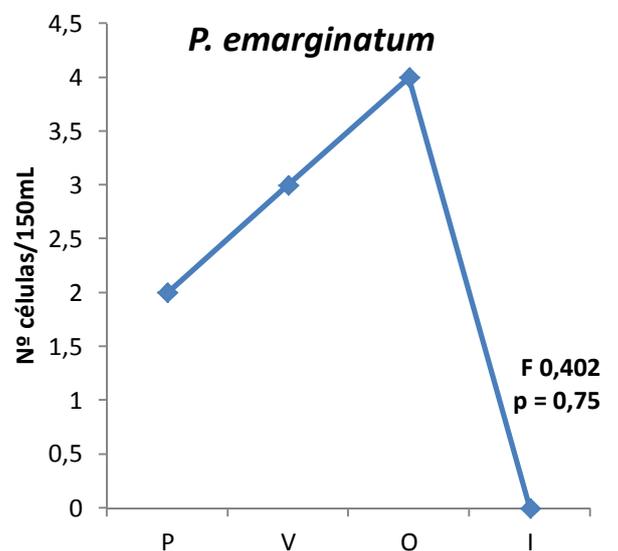
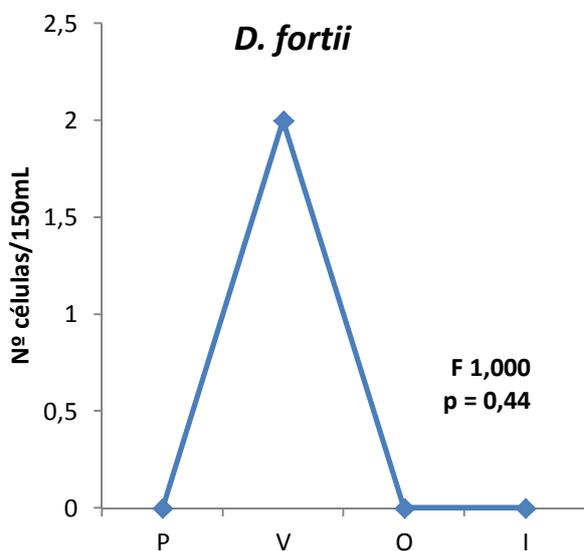
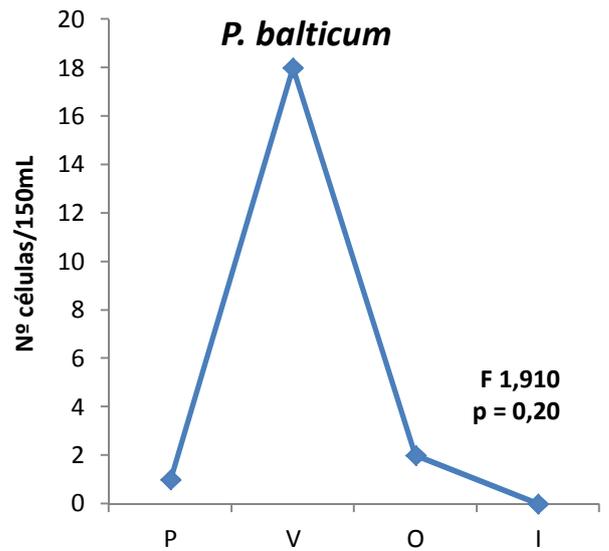
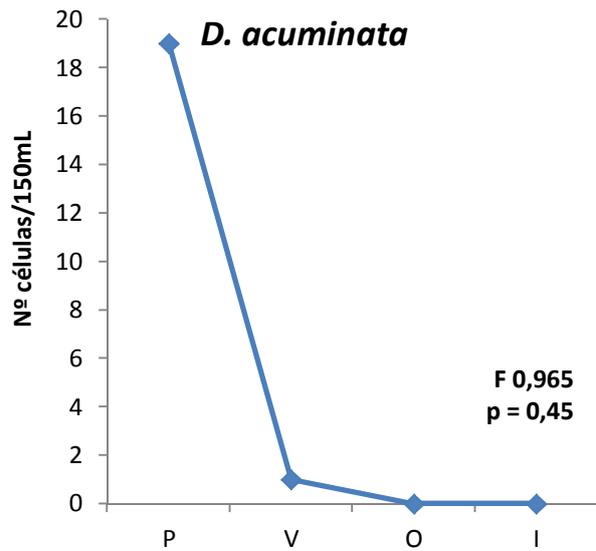


**Figura 58:** Abundância das espécies (*D. acuminata*, *D. tripos*, *H. niei*, *G. polyedra*, *G. spinifera* e *P. balticum*) de dinoflagelados potencialmente nocivos em P1 da Lagoa de Araruama ao longo do período de um ano.

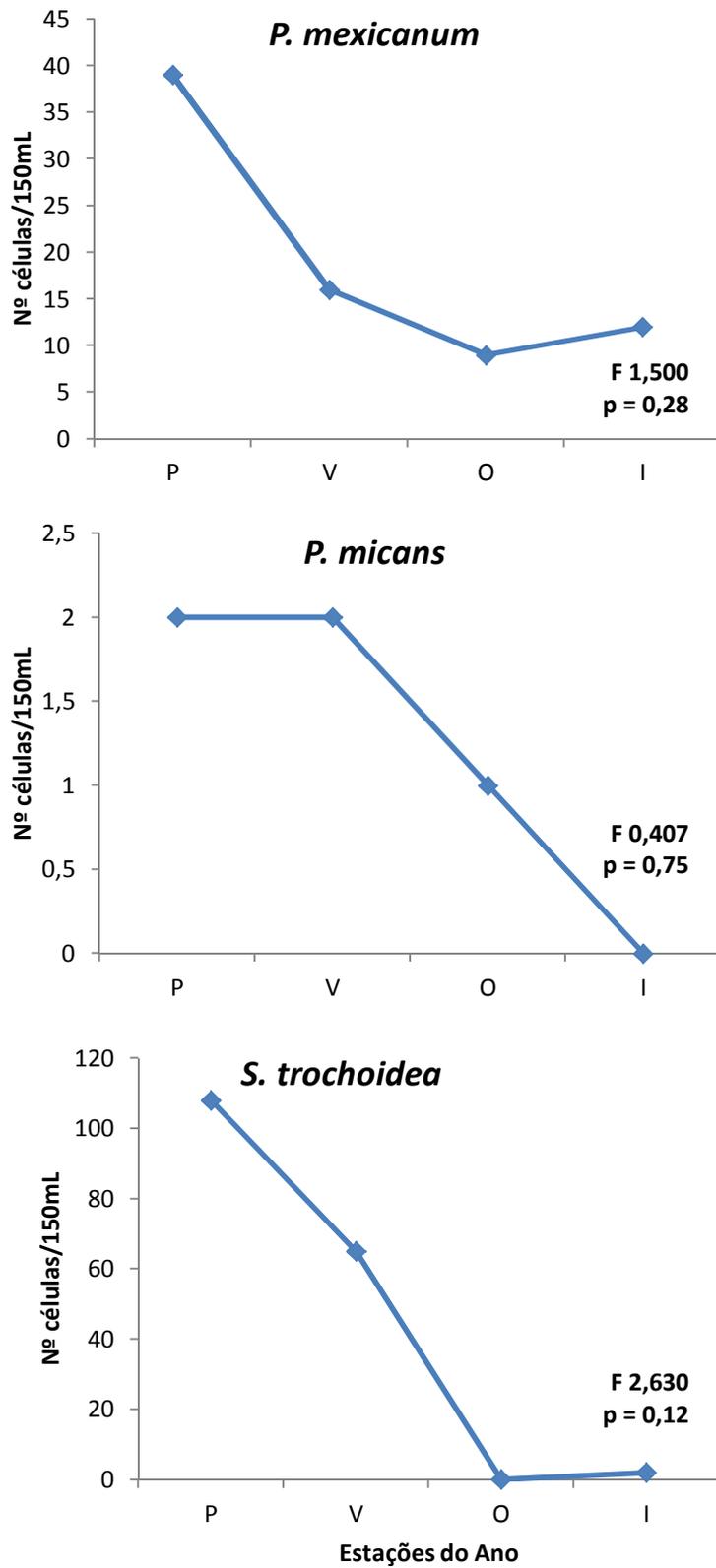


**Figura 59:** Abundância das espécies (*P. concavum*, *P. emarginatum*, *P. lima*, *P. mexicanum*, *P. micans* e *S. trochoidea*) de dinoflagelados potencialmente nocivos em P1 da Lagoa de Araruama ao longo do período de um ano.

Em P2 (São Pedro da Aldeia) os morfotipos de dinoflagelados potencialmente nocivos identificados nesta pesquisa também não apresentaram um padrão de distribuição sazonal ao longo do período de um ano (Figuras 60 e 61), a única espécie de dinoflagelado potencialmente nocivo que esteve presente em praticamente todos os meses do ano (exceto no mês de fevereiro), logo em todas as estações do ano foi *Heterocapsa niei* (Figura 60). *P. mexicanum* apareceu em todos os meses da primavera, nas outras estações também teve sua identificação registrada, exceto nos meses de fevereiro, março e julho. *P. balticum* ocorreu nos meses de verão, assim como em setembro (primavera) e maio (outono). *P. emarginatum* foi identificado em setembro (primavera), fevereiro (verão) e março (outono). Já *P. lima* esteve presente em metade dos meses do ano, ocorrendo em todas as estações: outubro (primavera), dezembro, janeiro (verão), março, abril (outono) e junho (inverno). *P. micans* foi registrado em novembro (primavera), fevereiro (verão) e março (outono). *Dinophysis acuminata* apareceu em novembro (primavera) e fevereiro (verão), enquanto que *D. fortii* apareceu somente em dezembro (verão). *D. tripos* não ocorreu em P2. *S. trochoidea* foi encontrada nos meses de primavera, além de dezembro, fevereiro (verão) e julho (inverno). As espécies nocivas de *Gonyaulax* não foram identificadas em P2 ao longo do ano. Da mesma forma, *P. concavum* não esteve presente em P2. Em relação aos morfotipos potencialmente nocivos, não ocorreram nenhuma célula das espécies de *Dinophysis*, de *P. emarginatum* e de *P. micans* durante os meses de abril a agosto, o que sugere que as condições de outono/inverno não são favoráveis para estas espécies. Fato semelhante ocorreu em P1 para as espécies do gênero *Dinophysis*.



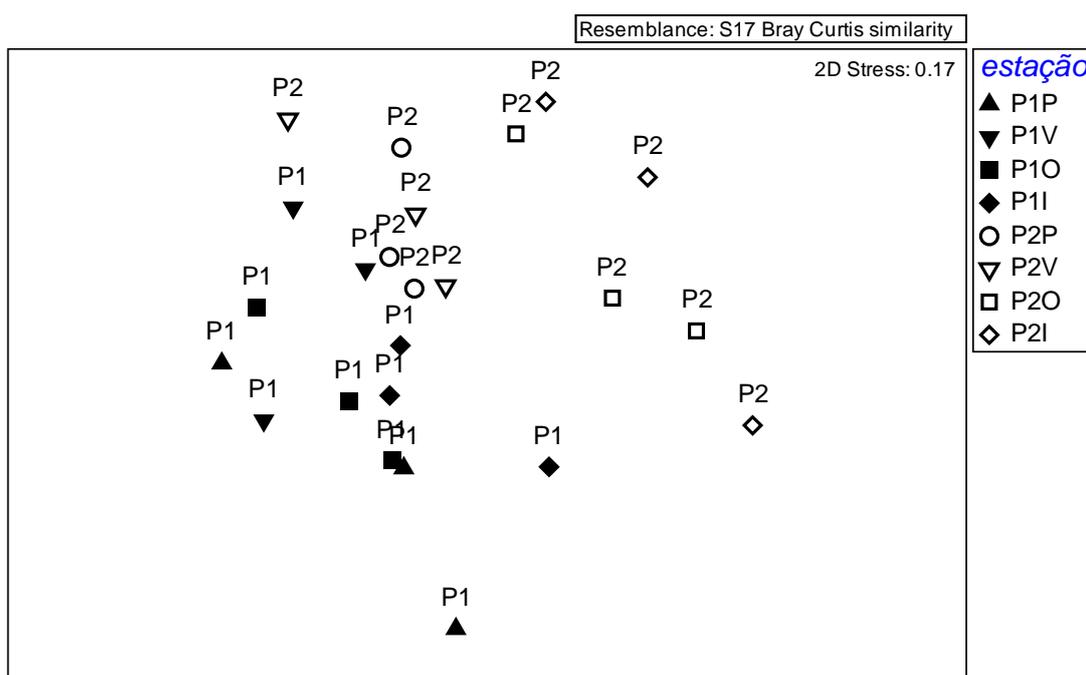
**Figura 60:** Abundância das espécies (*D. acuminata*, *D. fortii*, *H. niei*, *P. balticum*, *P. emarginatum* e *P. lima*) de dinoflagelados potencialmente nocivos em P2 da Lagoa de Araruama ao longo do período de um ano.



**Figura 61:** Abundância das espécies (*P. mexicanum*, *P. micans* e *S. trochoidea*) de dinoflagelados potencialmente nocivos em P2 da Lagoa de Araruama ao longo do período de um ano.

A ordenação do MSD com as amostras codificadas para estações do ano (presença/ausência) não apresentou uma separação sazonal evidente (Figura 62). Este fato diverge de estudos realizados no litoral sul brasileiro, onde houve diferenças sazonais na ocorrência dos dinoflagelados, no entanto o citado estudo considerou somente duas estações: verão e inverno (HARAGUCHI; ODEBRECHT, 2010; ISLABÃO; ODEBRECHT, 2011).

Os resultados do ANOSIM não demonstraram diferenças significantes sazonais entre as estações primavera, verão, outono e inverno, R global -0,074 em P1, (R 0,5) e R global 0,037 em P2, reforçando os resultados do método MDS, onde os grupos não foram claramente separados sazonalmente.



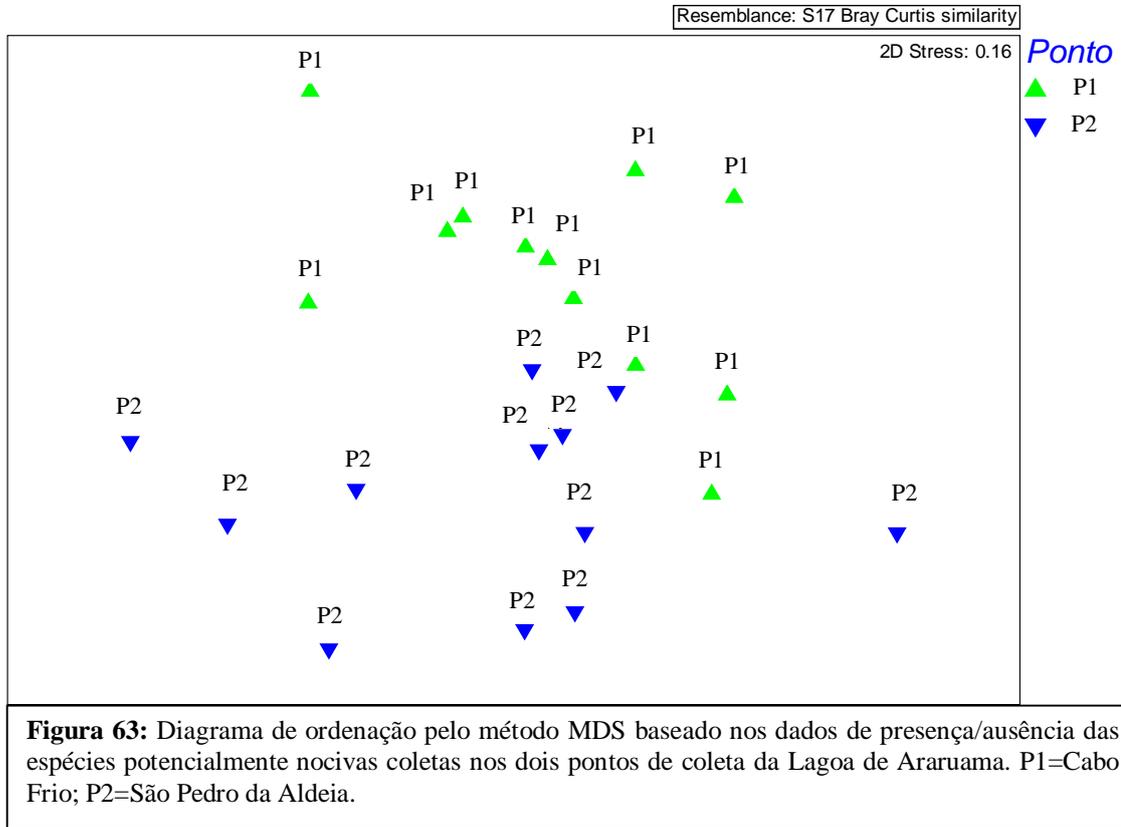
**Figura 62:** Diagrama de ordenação pelo método MDS baseado nos dados de presença/ausência das espécies potencialmente nocivas coletas nos dois pontos de coleta da Lagoa de Araruama, codificadas para estações do ano. P1P=Cabo Frio-Primavera; P1V=Cabo Frio-Verão; P1O=Cabo Frio-Outono; P1I=Cabo Frio-Inverno; P2P=São Pedro da Aldeia-Primavera; P2V= São Pedro da Aldeia-Verão; P2O= São Pedro da Aldeia-Outono; P2I= São Pedro da Aldeia-Inverno.

#### 4.5 Distribuição Espacial dos Dinoflagelados Potencialmente Nocivos da Lagoa de Araruama

Uma separação evidente na composição de espécies entre os dois pontos de coleta foi observada através da ordenação do MDS baseada nos dados de presença/ausência. As amostras de P1 foram plotadas na parte superior do diagrama e as amostras de P2 na parte inferior do diagrama (Figura 63). Haraguchi; Odebrecht (2010) e Oliveira (2009) também observaram diferenças espaciais na composição da assimbléia de dinoflagelados.

A distribuição dos dinoflagelados potencialmente nocivos na Lagoa de Araruama apresentou diferenças significativas espaciais de acordo com o ANOSIM (p 0,001) embora os grupos não tenham sido claramente separados (R 0,5). A dissimilaridade entre os dois locais foi elevada (89,87%), embora dentro de cada grupo a similaridade tenha sido baixa (Tabelas 4 e 5). Os pontos P1 (Cabo Frio) e P2 (São Pedro da Aldeia) apresentaram similaridades médias, com 20,57% e 18,06%, respectivamente. *P. mexicanum* foi a espécie

com maior porcentagem de contribuição para P1, seguido de *P. micans* e depois *P. balticum*. Já em P2 *H. niei* apresentou a maior contribuição, seguido de *S. trochoidea* e posteriormente *P. mexicanum* (Tabela 4).



**Tabela 4:** Resultados do ANOSIM (valor de R e nível de significância) e análise do SIMPER para abundância das espécies nos dois pontos da Lagoa de Araruama. P1=Cabo Frio; P2=São Pedro da Aldeia.

Pontos	ANOSIM		SIMPER		
	R	p	Dissimilaridade média (%)	Espécies	Contribuição (%)
P1 X P2	0,376	0,001	89,87	<i>P. mexicanum</i>	38,56
				<i>H. niei</i>	25,41
				<i>S. trochoidea</i>	10,68
				<i>P. micans</i>	6,99
				<i>D. acuminata</i>	6,46
				<i>D. tripos</i>	4,92

**Tabela 5:** Espécies discriminantes de cada ponto na Lagoa de Araruama, utilizando a análise de SIMPER. P1=Cabo Frio; P2=São Pedro da Aldeia.

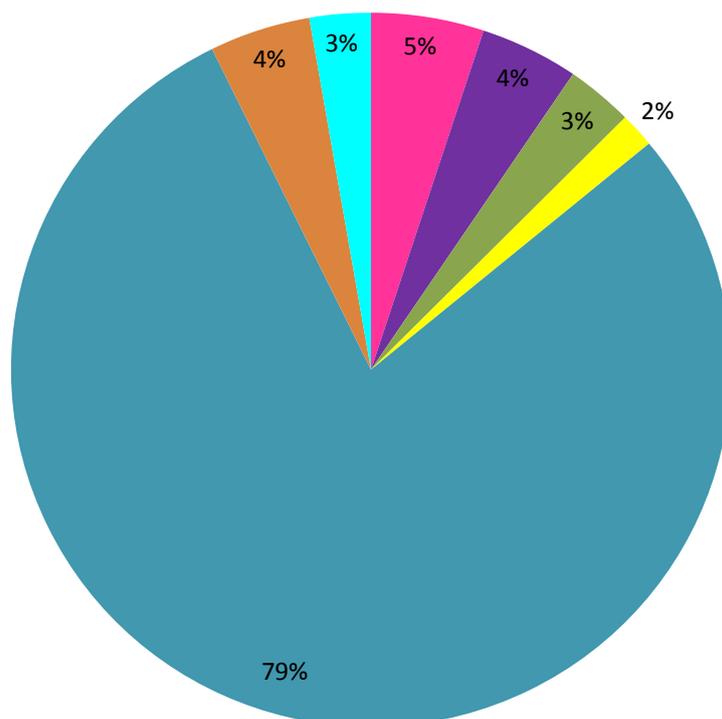
Similaridade média (%)	P1	P2
	(20,57)	(18,06)
Contribuição (%)		
<i>P. mexicanum</i>	77,18	18,45
<i>P. micans</i>	12,05	-
<i>P. balticum</i>	4,05	-
<i>H. niei</i>	-	39,34
<i>S. trochoidea</i>	-	34,92

O percentual de dinoflagelados potencialmente nocivos encontrados em P1 pode ser visualizado na figura 64. Considerando os maiores valores e os menores, é possível observar que o morfotipo mais representativo foi *P. mexicanum*, enquanto que *P. balticum* teve a menor representatividade. As espécies que apresentaram pequena representatividade (0 ou 1%) foram agrupadas, estão representadas na figura pelo grupo outros. O grupo representado por outros incluem em ordem crescente as espécies: *D. fortii*, *P. concavum*, *S. trochoidea*, *P. emarginatum*, *G. polyedra*, *G. spinifera* e *P. lima*.

O gênero *Prorocentrum* apresentou a maior variedade de espécies, portanto a maior riqueza contribuindo com 6 espécies, seguido dos gêneros *Dinophysis* (3 espécies) e *Gonyaulax* (2 espécies).

## Percentual de Dinoflagelados Potencialmente Nocivos em P1

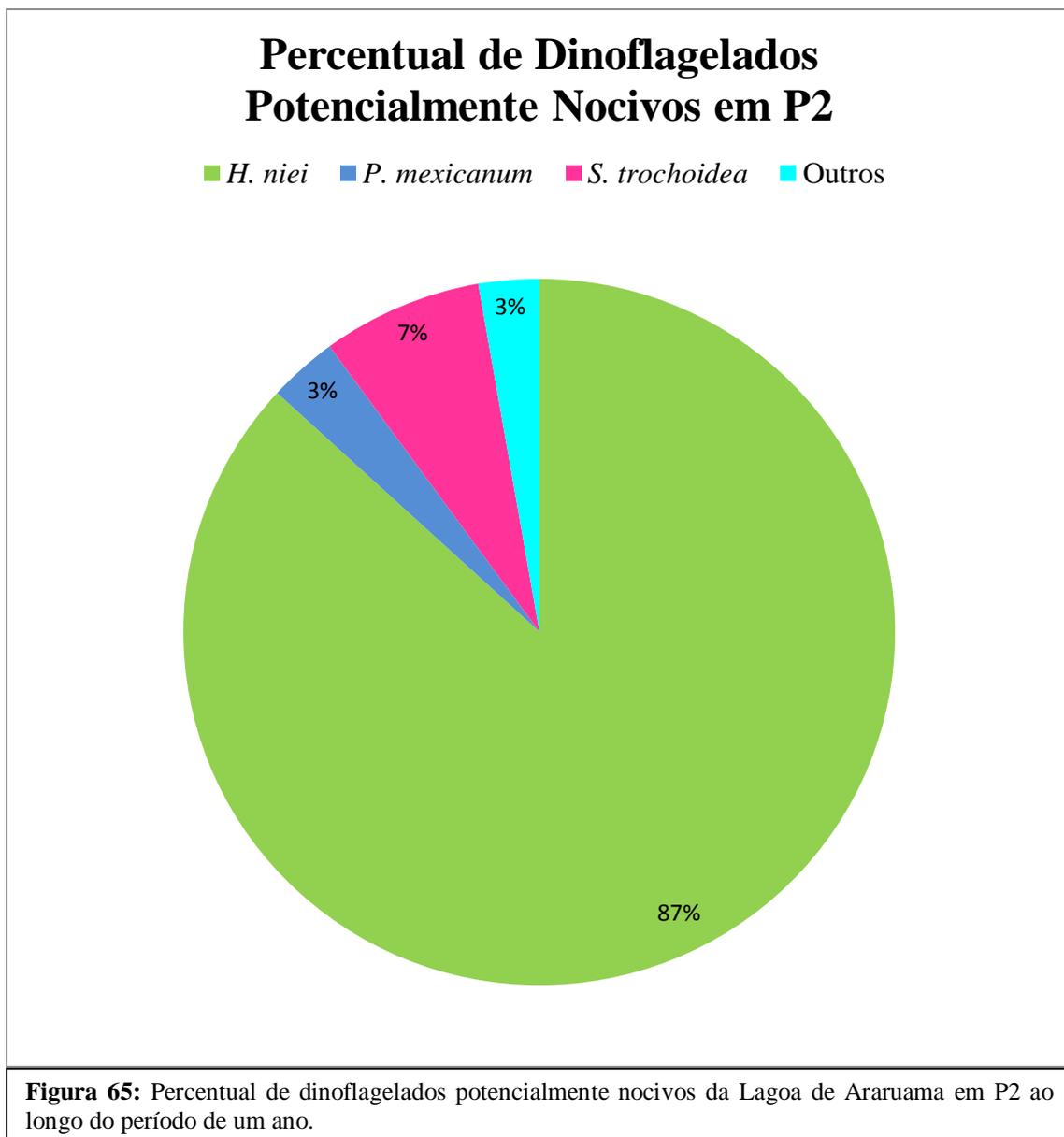
■ *D. acuminata* ■ *D. tripos* ■ *H. niei* ■ *P. balticum*  
■ *P. mexicanum* ■ *P. micans* ■ Outros



**Figura 64:** Percentual de dinoflagelados potencialmente nocivos da Lagoa de Araruama em P1 ao longo do período de um ano.

Na figura 65 pode ser observado o percentual de dinoflagelados potencialmente nocivos encontrados em P2. Com base nos maiores e menores valores, é possível observar que o morfotipo que mais contribuiu para representar este grupo foi *H. niei*, enquanto que a menor representatividade foi para *P. mexicanum*. As espécies que apresentaram pequena representatividade (0 ou 1%) foram agrupadas, estão representadas na figura pelo grupo outros. O grupo representado por outros incluem em ordem crescente as espécies: *D. fortii*, *P. micans*, *P. emarginatum*, *P. lima*, *D. acuminata* e *P. balticum*.

O gênero que apresentou a maior riqueza também foi *Prorocentrum* (5 espécies), no entanto com uma variedade de espécie a menos que em P1 (não foi identificado *P. concavum* em P2), seguido do gênero *Dinophysis* (2 espécies), também com uma espécie a menos que em P1 (não esteve presente em P2 *Dinophysis tripos*).



#### 4.6 Influência das Variáveis Ambientais na Distribuição dos Dinoflagelados Potencialmente Nocivos

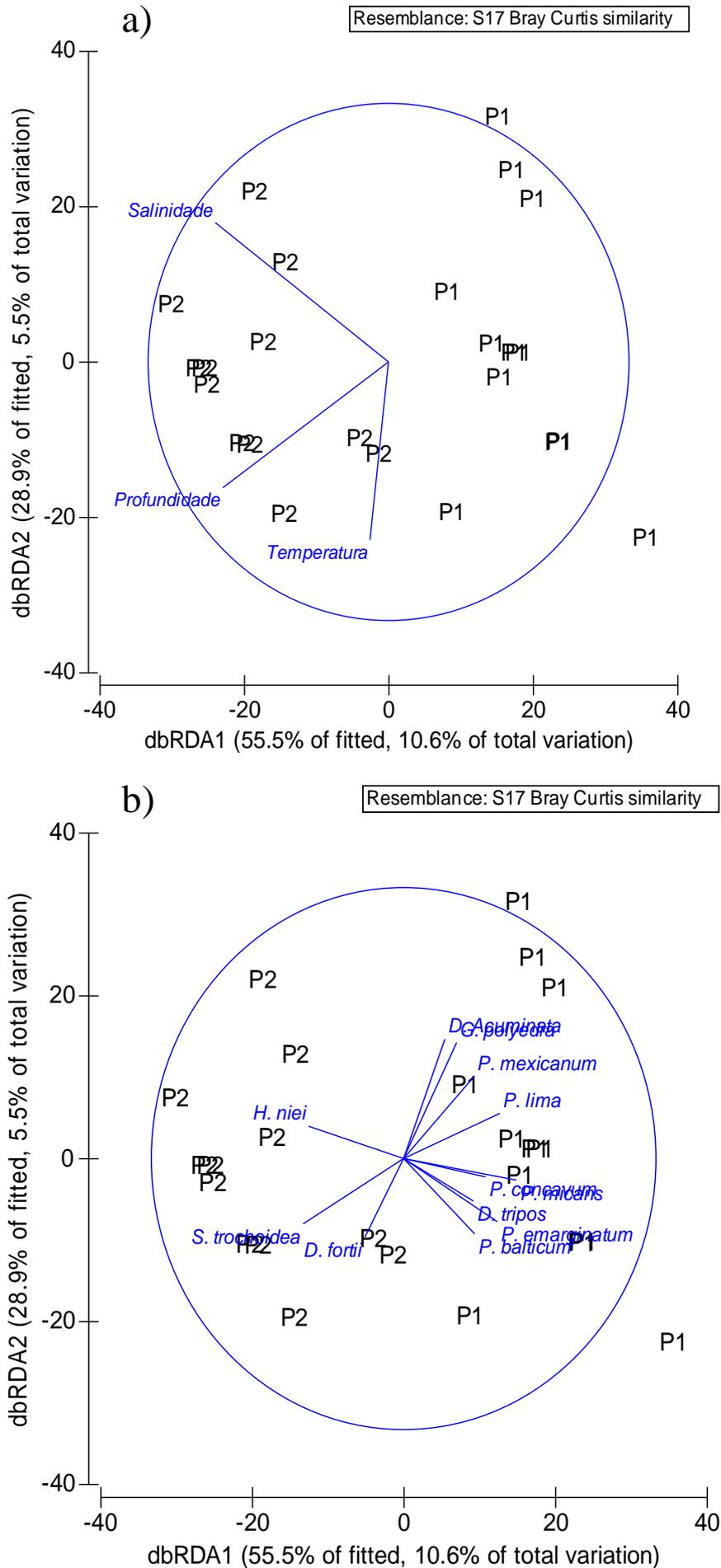
As variáveis ambientais de profundidade, salinidade e temperatura apresentaram correlação significativa com a distribuição das espécies de dinoflagelados potencialmente nocivos na Lagoa de Araruama.

O primeiro eixo do dbRDA explicou 10,6% da variação total na comunidade de dinoflagelados potencialmente nocivos e distinguiu os locais principalmente de acordo com o gradiente de salinidade e profundidade, onde o lado direito foi caracterizado pelas amostras P1 e o lado esquerdo pelas amostras P2. Este eixo foi negativamente correlacionado com salinidade, profundidade e temperatura associadas ao local P2 (Figura 66a). O segundo eixo do dbRDA representou apenas 5,5% da variação na comunidade de dinoflagelados potencialmente nocivos e não apresentou uma separação entre os locais (Figura 66a).

As espécies *D. acuminata*  $p=0.16$ , *D. tripos*  $p=0.27$ , *G. polyedra*  $p=0.21$ , *G. spinifera*  $p=0.25$ , *P. balticum*  $p=0.28$ , *P. concavum*  $p=0.32$ , *P. emarginatum*  $p=0.37$ , *P. lima*  $p=0.38$ , *P. mexicanum*  $p=0.27$ , *P. micans*  $p=0.44$  apresentaram correlação positiva com o primeiro eixo do dbRDA indicando sua associação com os locais P1 e correlação negativa com as variáveis ambientais de salinidade, profundidade e temperatura (Figura 66b). As espécies *D. fortii*  $p= -0.15$ , *H. niei*  $p= -0.37$  e *S. trochoidea*  $p= -0.39$  tiveram correlação negativa com o primeiro eixo do dbRDA indicando que elas estão associadas ao local P2, as áreas com maiores salinidades, profundidades e temperaturas (Figura 66b).

Oliveira (2009) também verificou que a temperatura influencia na distribuição de espécies do gênero *Prorocentrum*, assim como a salinidade, porém esta última variável ambiental apresenta menor influência. No entanto, a maioria das espécies concentrou-se onde haviam as menores: temperatura, profundidade com boa aceitação para salinidade mais elevadas.

Os resultados desta pesquisa corroboram com estudos realizados no litoral sul brasileiro, onde são registradas diferenças temporais e espaciais na distribuição de dinoflagelados (HARAGUCHI; ODEBRECHT, 2010), inclusive com espécies também identificadas nesta pesquisa como: *D. acuminata*, *D. fortii*, *D. tripos*, *P. micans*, *S. trochoidea* (HARAGUCHI; ODEBRECHT, 2010; ISLABÃO; ODEBRECHT, 2011).



**Figura 66:** a) Análise de redundância baseada em distância dbRDA das relações entre a comunidade de dinoflagelados potencialmente nocivos e as variáveis ambientais selecionadas (temperatura, salinidade e profundidade). b) As amostras foram codificadas com relação aos locais P1 (Cabo Frio) e P2 (São Pedro da Aldeia) e as espécies potencialmente nocivas.

## 5. CONCLUSÕES

É possível afirmar que dinoflagelados potencialmente nocivos, especialmente os tóxicos podem ser encontrados na Lagoa de Araruama em P1 (Cabo Frio) e P2 (São Pedro da Aldeia), ambas as áreas destinadas à captura de pescado.

Os morfotipos de dinoflagelados identificados podem ser divididos em dois grupos, os potencialmente nocivos e os demais dinoflagelados. No primeiro grupo foram identificados 13 morfotipos: *Dinophysis* cf. *acuminata*, *Dinophysis* cf. *fortii*, *Dinophysis* cf. *tripos*, *Gonyaulax* cf. *polyedra*, *Gonyaulax* cf. *spinifera*, *Heterocapsa* cf. *niei*, *Prorocentrum* cf. *balticum*, *Prorocentrum* cf. *concaum*, *Prorocentrum* cf. *emarginatum*, *Prorocentrum* cf. *lima*, *Prorocentrum* cf. *mexicanum*, *Prorocentrum* cf. *micans*, *Scropsiella* cf. *trochoidea*. No segundo grupo foram identificados os morfotipos: *Ceratium* cf. *declinatum*, *Ceratium* cf. *furca*, *Ceratium* cf. *hircus*, *Ceratium* cf. *lineatum*, *Ceratium* cf. *symmetricum*, *Ceratium* cf. *trichoceros*, *Ceratium* cf. *tripos*, *Dinophysis* cf. *dens*, *Gonyaulax* cf. *scrippsae*, *Gonyaulax* sp1, *Gonyaulax* sp2, *Heterocapsa* cf. *triqueta*, *Ostreopsis* sp1, *Ostreopsis* sp2, *Oxyphysis* cf. *oxytoides*, *Oxyphysis* sp1, *Oxyphysis* sp2, *Prorocentrum* cf. *compressum*, *Prorocentrum* cf. *gracile*, *Prorocentrum* cf. *scutellum*, *Prorocentrum* cf. *triestinum*, *Protooperidinium* cf. *brevipes*, *Protooperidinium* cf. *claudicans*, *Protooperidinium* cf. *conicum*, *Protooperidinium* cf. *divergens*, *Protooperidinium* cf. *oblongum*, *Protooperidinium* cf. *oceanicum*, *Protooperidinium* cf. *pallidum*, *Protooperidinium* cf. *pellucidum*, *Protooperidinium* cf. *oviforme*, *Scropsiella* sp. No total foi possível identificar 44 morfotipos distribuídos em 10 gêneros.

As espécies mais frequentes foram: *Prorocentrum mexicanum* ocorrendo em todos os meses em P1 e *Heterocapsa niei* ocorrendo em quase todos os meses, exceto fevereiro, em P2. As maiores abundâncias também foram para as mesmas espécies mais frequentes, nos respectivos pontos de coleta. *P. mexicanum* com 75160 células/litro (cél./l) em outubro de 2011 e *H. niei* com 61840 céls./l em junho de 2012. A maior riqueza foi representada pelo gênero *Prorocentrum* com 6 e 5 espécies em P1 e P2, respectivamente, seguida do gênero *Dinophysis* com 3 e 2 espécies para P1 e P2, respectivamente.

As variáveis ambientais que influenciaram significativamente pela ANOVA foram salinidade, profundidade e temperatura, considerando a aplicação do teste de Tukey para comparação entre os pontos de coleta, P2 obteve os maiores valores para todas as variáveis significativas. A salinidade e a profundidade foram os principais fatores abióticos correlacionados aos grupos taxômicos identificados na Lagoa de Araruama.

Os resultados do MSD e ANOSIM consideraram que não houve diferença significativa para a distribuição sazonal das espécies potencialmente nocivas nos pontos de coleta, no entanto, houve diferença significativa para distribuição espacial das espécies potencialmente nocivas. P1 apresentou as maiores riquezas, abundâncias e frequências das espécies potencialmente nocivas e tóxicas, inclusive espécies que não foram encontradas em P2.

Diante do exposto, conclui-se que há necessidade de monitoramento para o fitoplâncton nocivo e especialmente deve haver a inclusão do monitoramento para as ficotoxinas marinhas, ao menos nos períodos de maior ocorrência dos dinoflagelados potencialmente tóxicos neste corpo hídrico, pois existe neste ambiente um perigo de contaminação química para o pescado e de desenvolvimento das intoxicações/síndromes dos consumidores deste pescado. Diante destas providências será possível salvaguardar a saúde pública e garantir a qualidade higiênico-sanitária do pescado comercializado na Lagoa sob a ótica das ficotoxinas.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos com este enfoque devem ser realizados em outras áreas destinadas a extração e cultivo de pescado, tanto no estado Rio de Janeiro, quanto no litoral brasileiro, pois a documentação das espécies no país ainda é escassa, apesar da importância deste grupo. Além disso, estas pesquisas podem contribuir gerando conhecimento: da biodiversidade do local estudado; do perigo de contaminação química; para procurar entender o aumento da extensão e persistência das FANs; para entender o porquê das variações quali e quantitativas na produção de ficotoxinas; para elaborar um atlas para as espécies nacionais, auxiliando na identificação que é bastante difícil e minuciosa; para a criação de um banco de dados e de espécies brasileiras; para fortalecer a interação com setores da área de saúde em regiões endêmicas na ocorrência de intoxicações, visando inclusive criar um modelo de notificação, como no sul do país, facilitando inclusive o trabalho dos médicos, enfim estes estudos podem contribuir com diversos setores do conhecimento.

Deve ser levado em consideração que o consumo de alimentos contaminados por ficotoxinas é um perigo para a saúde pública, que as ficotoxinas podem causar prejuízos para a atividade de pesca e para o meio ambiente, além de prejudicar o crescimento da economia (importação/exportação) no setor de pesca, por isso é necessário oferecer produtos de qualidade e seguros. Diante das inúmeras exigências internacionais, o Brasil precisa intensificar o monitoramento do litoral a nível nacional, especialmente em áreas destinadas a extração e cultivo de alimentos marinhos e colocar em prática as legislações já existentes, para desta forma minimizar os prejuízos causados pelas ficotoxinas.

Na Lagoa de Araruama (área de estudo) que hoje conta com um monitoramento para fitoplâncton, deve ser introduzido o monitoramento para as ficotoxinas, mesmo que de maneira esporádica inicialmente, visto que neste ecossistema existem microalgas potencialmente tóxicas e que a pesca é uma importante atividade da região.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIKMAN, K. E.; TINDALL, D. R.; MORTON, S. L. Physiology and potency of the dinoflagellate *Prorocentrum hoffmannianum* Faust during one complete growth cycle. 1993. In: SMAYDA, T. J. (ED.); SHIMIZU, Y. **Phytoplankton blooms in the sea**, Elsevier, Amsterdam, p. 463-468, 1993.
- AKSELMAN, R. (Ed.). Other Gonyaulacales. 2014. In: IOC-UNESCO **Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae**. 2014. Disponível em: <<http://www.marinespecies.org/HAB>>. Acesso em: 23 mar. 2014.
- ALIGIZAKI, K.; NIKOLAIDIS, G.; KATIKOU, P.; BAXEVANIS, A. D.; ABATZOPOULOS, T. J. Potentially toxic epiphytic *Prorocentrum* (Dinophyceae) species in Greek coastal waters. **Harmful Algae**, v. 8, n. 2, p. 299-311, 2009.
- ANDERSON, D. M.; ANDERSEN, P.; BRICELJ, V. M.; CULLEN, J. J.; RENSEL, J. E. **Monitoring and Management Strategies for Harmful Algal Blooms in Coastal Waters**, Asia Pacific Economic Program, Singapore and Intergovernmental Oceanographic Commission, Paris, 2001. (Technical Series N° 59. APEC #201-MR-01.1).
- ARCILA-HERRERA, H.; MENDOZA-AYORA, J.; GONZÁLEZ-FRANCO, M. F.; MONTEIRO-CERVANTE, L.; CASTELO-NAVARRETE, A. Revisión de una enfermedad poco conocida: la ciguatera. **Rev. Biomed.**, México, v. 12, p. 27-34, 2001.
- ATTARAN-FARIMAN, G.; BOLCH, C. J. S. Morphology and Phylogeny of *Scrippsiella trochoidea* (Dinophyceae) a potentially harmful bloom forming species isolated from the sediments of Iran's south coast. **Iranian Journal of Fisheries Sciences**, v. 11, n. 2, p. 252-270, 2012.
- AVARIA, P. S. Implicancias del fenómeno de marea roja en la salud humana. **Revista Médica**, Valparaíso, v. 42, n. 1, p. 57-69, 1989.
- AZEVEDO, L.S.P. Considerações Geoquímicas das Lagunas do Litoral Leste do Rio de Janeiro. In: LACERDA, L.D. de; ARAÚJO, D.S.D. de; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B. (Org.). **Restingas: Origem, Estrutura, Processos**, Niterói, CEUFF, p. 123-135, 1984.
- BADOLATO, E. S. G.; AUEDÓPIMENTEL, S.; TAVARES, M.; MORAIS, C. Sardinhas em óleo comestível. Parte II. Estudo da interação entre os ácidos graxos do peixe e do óleo de cobertura. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 54, n. 1, p. 21-6, 1994a.
- BADOLATO, E. S. G.; CARVALHO, J. B.; AMARAL MELLO, M. R. P. do; TAVARES, M.; CAMPOS, N. C.; AUED Ó PIMENTEL, S.; MORAIS, C. Composição centesimal, de ácidos graxos e valor calórico de cinco espécies de peixes marinhos nas diferentes estações do ano. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 54, n. 1, p. 27-35, 1994b.
- BALECH, E. Dinoflagelados tóxicos del Cono Sur Americano. In: SAR, E. A.; FERRARIO, M. E.; REGUERA, B. (Ed.). **Floraciones algales nocivas en el Cono Sur Americano**. Madrid, Instituto Español de Oceanografía, p. 125-144, 2002.

BARDOUIL, M.; BERLAND, B.; GRZEBYK, D.; LASSUS, P. L'existence de kystes chez les Dinophysales. **C r Acad Sci Paris**, sér III, v. 312, p. 663-669, 1991.

BARROSO, L.V. Diagnóstico Ambiental da Lagoa de Araruama ó RJ. **Boletim FBCN**, Rio de Janeiro, v. 22, p.30-65, 1987.

BASSANI, C. T. T. **Diatomáceas como Bioindicadores Ecológicos e Paleoecológicos nas Lagunas do Padre e de Araruama ó RJ, Brasil**. 2000. 340f. Tese-Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

BELDA, M. C. R.; POURCHET-CAMPO, M. A. A. Ácidos graxos essenciais em nutrição: Uma visão atualizada. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 11, n. 1, p. 5 -35, 1991.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA). **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2008-2009**. Brasília, DF, 2010. 129p. Disponível em: <[http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes\\_e\\_Estatisticas/Boletim%20Estat%C3%A4Dstico%20MPA%202010.pdf](http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/Boletim%20Estat%C3%A4Dstico%20MPA%202010.pdf)>. Acesso em: 08 jun. 2012.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA). **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2011**. Brasília, DF, 2013a. 60p. Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est\\_2011\\_bol\\_\\_bra.pdf](http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2011_bol__bra.pdf)>. Acesso em: 19 mar. 2014.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA). Instrução Normativa Interministerial Nº 7 de 8 de maio de 2012. **Diário Oficial da União, República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 2012a. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/legislacaompa/instrucoes-normativas/mpa/2012>>. Acesso em: 07 fev. 2014.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA). Portaria Nº 204 de 28 de junho de 2012. **Diário Oficial da União, República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 2012b. Disponível em: <<http://www.cidasc.sc.gov.br/defesasaniaanimal/files/2012/09/Portaria-n%C2%B0-204-DE-28-DE-JUNHO-DE-2012.pdf>>. Acesso em: 07 fev. 2014.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura/Ministério do Meio Ambiente (MPA/MMA). **Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA nº2, de 16 de maio de 2013b**. Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao\\_normativa/2013/ini\\_mpa\\_mma02\\_2013\\_criterios\\_para\\_pesca\\_lagoa\\_aruarama\\_rj.pdf](http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2013/ini_mpa_mma02_2013_criterios_para_pesca_lagoa_aruarama_rj.pdf)>. Acesso em: 07 fev. 2014.

BRAVO, I.; FERNÁNDEZ, M. L.; RAMILO, I.; MARTÍNEZ, A. Toxin composition of the toxic dinoflagellate *Prorocentrum lima* isolated from different locations along the Galician coast (NW Spain). **Toxicon**, v. 39, p. 1537-1545, 2001.

BRESCIANINI C.; GRILLO C.; MELCHIORRE N.; BERTOLOTTO R.; FERRARI A.; VIVALDI, B.; ICARDI G.; GRAMACCIONI L.; FUNARI E.; SCARDALA S. *Ostreopsis ovata* algal blooms affecting human health in Genova, Italy, 2005 and 2006. **Eurosurveillance**, v. 11, n. 36, 2006. Disponível em: <<http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=3040>>. Acesso em: 20 mar. 2009.

BURRI, S.; VALE, P. "Contaminação de bivalves por DSP: risco de episódios de gastroenterites numa região de toxicidade endémica," **Revista Portuguesa de Saúde Pública**. Contaminação de alimentos, v. 24, n. 1, p. 115-124, 2006.

CAMPÀS, M.; PRIETO-SIMÓN, B; MARTY, J. L. Biosensors to detect marine toxins: assessing seafood safety. **Talanta**, v. 72, p. 884-895, 2007.

CAMPBELL, L.; OLSON, R. J.; SOSIK, H. M.; ABRAHAM, A.; HENRICHS, D. W.; HYATT, C. J.; BUSKEY, E. J. First Harmful Dinophysis (Dinophyceae, Dinophysiales) Bloom in the U. S. is Revealed by Automated Imaging Flow Cytometry. **J. Phycol.** v. 46, p. 66-75, 2010.

CAMPOS, VICENTE FALCONI. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 8ª edição, 2004, 266p., il.

CARON, D. A.; GARNEAU, M. E.; SEUBERT, E.; HOWARD, M. D. A.; DARJANY, L.; SCHNETZER, A.; CETINIC, I.; FILTEAU, G.; LAURI, P.; JONES, B.; TRUSSELL, S. Harmful algae and their potential impacts on desalination operations off southern California. **Water Research**, v.44, p. 385-416, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2009.06.051>>. Acesso em: 24 mar. 2014.

CASTRO, N. O.; MOSER, G. A. O. Florações de Algas Nocivas e seus Efeitos Ambientais. **Oecologia Australis**, v. 16, n.2, p. 235-264, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2012.1602.05>>. Acesso em: 24 mar. 2014.

CHANG, F. H.; SHIMIZU, Y.; HAY, B.; MACKAY, G.; TASKER, R. Three recently recorded *Ostreopsis* spp. (Dinophyceae) in New Zealand: temporal and regional distribution in the upper North Island from 1995 to 1997. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, v. 34, p. 29-39, 2000.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. W. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. Plymouth Marine Laboratory, 1994, 859p.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Report of the working group meeting to assess the advice from the joint fao/who/ioc ad hoc expert consultation on biotoxins in bivalve molluscs**. 2006. Disponível em: <[ftp://ftp.fao.org/es/esn/food/biotoxin\\_report\\_en.pdf](ftp://ftp.fao.org/es/esn/food/biotoxin_report_en.pdf)>. Acesso em: 9 maio 2010.

CONSORCIO INTERMUNICIPAL LAGOS SÃO JOÃO (CILSJ). Análise das águas. **Relatórios da Qualidade da Água**, CBHLSJ/CILSJ. 2013. Disponível em: <<http://www.lagossaojoao.org.br/index-2.html>>. Acesso em: 23 dez. 2013.

CONSORCIO INTERMUNICIPAL LAGOS SÃO JOÃO (CILSJ). Regiões e Bacias Hidrográficas. **Lagoa de Araruama, 2002**. Disponível em: <<http://www.lagossaojoao.org.br/lagoa-araruama.htm>>. Acesso em: 16 jun. 2011.

CONTRERAS-GUZMAN, E. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 409p, 1994.

CORDIER, S.; MONFORT, M.; MIOSSEC, L.; RICHARDSON, S.; BELIN, C. Ecological analysis of digestive cancer mortality related to contamination by diarrhetic shellfish poisoning toxins along the coasts of France. **Environmental Research Section A**, v. 84, p.145-150, 2000.

CORRÊA, E. V.; SILVA, C. S.; NASCIMENTO, S. M. Autoecologia de cepas de *Amphidinium sp.*, *Coolia cf. monotis e Ostreopsis ovata* (DINOPHYTA) isoladas da costa leste Fluminense. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, Caxambu, 2007.

DARANAS, A. H.; NORTE, M.; FERNANDEZ, J. J. Toxic marine microalgae. **Toxicon**, v. 39, n. 8, p. 1101-1132, 2001.

DEEDS, J. R.; WILES, K.; HEIDEMAN VI, G. B.; WHITE, K. D.; ABRAHAM, A. First U.S. report of shellfish harvesting closures due to confirmed okadaic acid in Texas Gulf coast oysters. **Toxicon**, v. 55, p. 1138-1146, 2010.

DE FOUW, J. C.; VAN EGMOND, H. P. & SPEIJERS, G. J. A. Ciguatera fish poisoning: a review. RIVM report 388802 021. **National Institute of Public Health and the Environment**, 66p., 2001.

DELGADO, G.; POPOWSKI, G.; GARCIA, C.; LAGOS, N.; LECHUGA-DEVÉZE, C. H. Presence of DSP-Toxins in *Prorocentrum lima* (Ehrenberg) Dodge in Cuba. **Rev. Invest. Mar.**, v. 26, n. 3, p. 229-234, 2005.

DRAISCI, R.; LUCENTINI, L.; GIANNETTI, L.; BORIA, P.; POLETTI, R. First report of pectenotoxin-2 (PTX-2) in algae (*Dinophysis fortii*) related to seafood poisoning in Europe. **Toxicon**, v.34, 923-935, 1996.

DURANDO, P.; ANSALDI, F.; ORESTE, P.; MOSCATELLI, P.; MARENSE, L.; GRILLO, C.; GASPARINI, R.; ICARDI, G. *Ostreopsis ovata* and human health: epidemiological and clinical features of respiratory syndrome outbreaks from a two-year syndromic surveillance, 2005-06, in north-west Italy. **Eurosurveillance**, v. 12, n. 23, 2007. Disponível em: <<http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=3212>>. Acesso em: 20 mar. 2009.

ELBRÄCHTER, M. Exotic flagellates of coastal North Sea Waters. **Helgolander Meeresuntersuchungen**, Helgolander Meeresunters, v. 52, 235-242, 1999.

ENCYCLOPEDIA OF LIFE (EOL). **Dinoflagellates**. 2007a. Disponível em: <<http://eol.org/pages/12677/overview>>. Acesso em: 23 mar. 2014.

ENCYCLOPEDIA OF LIFE (EOL). **Dinoflagellates**. 2007b. Disponível em: <<http://eol.org/pages/901308/names/synonyms>>. Acesso em: 18 fev. 2014.

ENCYCLOPEDIA OF LIFE (EOL). **Dinoflagellates**. 2007c. Disponível em: <<http://eol.org/pages/901308/overview>>. Acesso em: 18 fev. 2014.

ESENKULOVA S., HAIGH N. First report of *Dinophysis* species causing Diarrhetic Shellfish Poisoning in British Columbia, Canada. **HAN**. v. 45, p. 16-17, 2012.

EVAGELOPOULOS, A. Taxonomic notes on *Protoperidinium* (Peridiniales, Dinophyceae) species in the Thermaikos Bay (North Aegean Sea, Greece). **Mediterranean Marine Science**, v. 3/2, p. 41-54, 2002.

FAUST, M. A. Morphology of ciguatera-causing *Prorocentrum lima* (Pyrrophyta) from widely differing sites. **Journal of Phycology**, v. 27, n. 5, p. 642-648, 1991.

FAUST, M. A. The dinoflagellates of Twin Cays: biodiversity, distribution, and vulnerability In: RUETZLER, K. R.; FELLER, I. C.; MACINTYRE, I. G. (eds.). *The Twin Cays Mangrove Ecosystem, Belize: Biodiversity, Geological History, and Two Decades of Change. Atoll Research Bulletin*, v. 515, p. 1-20, 2004.

FAUST, M. A. Three new benthic species of *Prorocentrum* (Dinophyceae) from Carrie Bow Cay, Belize: *P. sabulosum* sp. Nov., *P. sculptile* sp. Nov., and *P. arenarium* sp. Nov. **Journal of Phycology**, v. 30, n. 4, p. 755-763, 1994.

FAUST, M. A.; LARSEN, J.; MOESTRUP, Ø. Potentially toxic phytoplankton. 3. Genus *Prorocentrum* (Dinophyceae). 1999. In: LINDLEY, J. A. (Ed.). **ICES identification leaflets for plankton**. ICES, Leaflet n. 184, Copenhagen, p. 1624, 138-143, 1999.

FAUST, M. A.; MOTON, S. L.; QUOD, J. P. Further SEM study of marine dinoflagellates: the genus *Ostreopsis* (Dinophyceae). **Journal of Phycology**, v. 32, n. 6, p. 1053-1065, 1996.

FERNÁNDEZ, M. L.; MÍGUEZ, A.; CACHO, E.; MARTÍNEZ, A.; DIOGÉNE, J.; YASUMOTO, T. Bioensaios con mamíferos y ensayos bioquímicos y celulares para la detección de ficotoxinas. In: SAR, E. A.; FERRARIO, M. E.; REGUERA, B. (Eds.). **Floraciones Algales Nocivas en Cono Sur Americano**. Vigo, Espanha: Instituto Español de Oceanografía, p. 79-107, 2002.

FERNANDEZ, M. L.; REGUERA, B.; RAMILO, I.; MARTINEZ, A. Toxin content of *Dinophysis acuminata*, *D. acuta* and *D. caudata* from the Galician Rias Bajas. In: HALLEGRAEFF, G. M. (ED.); BLACKBURN, S. I.; BOLCH, C. J.; LEWIS, R. J. **Harmful Algal Blooms**. Paris. Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) of UNESCO, p. 360-363, 2001.

FERNÁNDEZ-SÁNCHEZ, M. T.; GARCÍA-RODRIGUEZ, A.; DÍAZ-TRELLES, R.; NOVELLI, A. Okadaic acid induces neuronal apoptosis: role of calcium and trophic factors. In: REGUERA, B.; BLANCO, J.; FERNÁNDEZ, M. L.; WYATT, T. (Org.). **Harmful Algae**. Vigo. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO and Xunta de Galicia Publishers, p. 577-580, 1998.

FERREIRA, V. M. **Detecção de ácido ocadaico produzido por *Dinophysis* spp. (Ehremberg, 1839), em mexilhões *Perna perna* (Linné, 1758), em situação de primavera e verão, nas ilhas Guaíba e Madeira, baía de Sepetiba, Rio de Janeiro**. 2004. 53 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Veterinária)-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2004.

FERREIRA, V. M. **Distribuição espacial, em microescala, e sazonal das microalgas potencialmente toxígenas *Dinophysis* spp. (Ehremberg 1839) na ilha Guaíba (município**

**de Mangaratiba, RJ) e suas possíveis implicações no cultivo de moluscos bivalvos.** 2009. 107 f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias)-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.

FERRETTI, R.; DUARTE, R.A.; TERRA, N.L.; MORIGUCHI, Y. Aterosclerose e ácidos graxos ômega-3. **Acta Médica**, Porto Alegre, v.15, p.557-74, 1994.

FILHO, P. F.; SIQUEIRA, S. H. G. **Panorama da Pesca Marítima no mundo e no Brasil.** Psicultura. Gerência Setorial da Agroindústria do BNDES, 1997. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/rspesca.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/rspesca.pdf)>. Acesso em: 14 jun. 2011.

FLYNN, K.J. Attack is not the best form of defense: lessons from harmful algal bloom dynamics. **Harmful Algae**, v.8, p. 129-139, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.hal.2008.08.007>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

FODEN, J.; PURDIE, D. A.; MORRIS, S; NASCIMENTO, S. Epiphytic abundance and toxicity of *Prorocentrum lima* populations in the Fleet Lagoon, UK. **Harmful Algae**, v. 4, n. 6, p. 1063-1074, 2005.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Marine Biotoxins. **FAO Food and Nutrition Paper**. Roma, FAO, n. 80, 294p., 2004.

FUKUYO, Y. Taxonomical study on benthic dinoflagellates collected in coral reefs. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, v. 47, n. 8, p. 967-978, 1981.

FUKUYO, Y.; TOYODA, Y.; MIYAZAKI, S. Dinoflagellates found in Sanriku coast. I. Genus *Dinophysis*. **Otsuchi Mar. Res.Cent. Rep.**, v. 7, p. 3623, 1981.

FUREY, A.; O'DOHERTY, S.; O'CALLAGHAN, K.; LEHANE, M.; JAMES, K. J. Azaspiracid poisoning (AZP) toxins in shellfish: Toxicological and health considerations. **Toxicon**, v. 56, p. 173-190, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.toxicon.2009.09.009>>. Acesso em: 02 jan. 2014.

FUX, E.; SMITH, J. L.; TONG, M.; GUZMÁN, L.; ANDERSON, D. M. Toxin profiles of five geographical isolates of *Dinophysis* spp. from North and South America. **Toxicon**, n. 57, p. 1-13, 2011.

GILL, T. A., J. W. THOMPSON; S. GOULD. Thermal Resistance of Paralytic Shellfish Poison in Soft Shell Clams. **J. Food Protect.** v.48, p. 6596662, 1985.

GÓMEZ, F. A list of free-living dinoflagellate species in the world's oceans. **Acta Bot. Croat.**, v. 64, n. 1, p. 1296212, 2005.

GÓMEZ, F.; CLAUSTRE, H.; SOUSSI, S. Rarely reported dinoflagellates of the genera *Ceratium*, *Gloeodinium*, *Histioneis*, *Oxytoxum* and *Prorocentrum* (Dinophyceae) from the open southeast Pacific Ocean. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, v. 43, n. 1, p. 24-40, 2008.

GRANELI, E. B.; SUNDSTROM, L. E.; ANDERSON, D. M. **øToxic Marine Phytoplankton**: Proceedings of the Fourth International Conference on Toxic Marine Phytoplankton, Held June 26-30, 1989, in Lund Sweden. New York, Elsevier, 1990, 554 p. ISBN 044401523X, 9780444015235.

GRANÉLI, E.; TURNER, J. T. Ecology of Harmful Algae. **Ecological Studies**, v. 189, p. 385, 2006.

GRANÉLI, E.; WEBERG, M.; SALOMON, P. S. Harmful algal blooms of allelopathic microalgal species: the role of eutrophication. **Harmful Algae**, v. 8, p. 94-102, 2008.

GUIRY, M. D.. *Gonyaulax spinifera* (Claparède & Lachmann) Diesing, 1866. In: GUIRY, M. D.; GUIRY, G. M. **AlgaeBase**. 2013a. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway (taxonomic information republished from AlgaeBase with permission of M. D. Guiry). Moestrup, Ø. (Eds.); Akselman, R.; Cronberg, G.; Elbraechter, M.; Fraga, S.; Halim, Y.; Hansen, G.; Hoppenrath, M.; Larsen, J.; Lundholm, N.; Nguyen, L. N.; Zingone, A. 2013. IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae. Disponível em: <<http://www.marinespecies.org/HAB/aphia.php?p=taxdetails&id=110041>>. Acesso em: 18 fev. 2014.

GUIRY, M. D. *Lingulodinium polyedrum* (F.Stein) J.D.Dodge, 1989. In: GUIRY, M. D.; GUIRY, G.M. **AlgaeBase**. 2013b. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway (taxonomic information republished from AlgaeBase with permission of M.D. Guiry). Moestrup, Ø. (Eds.); Akselman, R.; Cronberg, G.; Elbraechter, M.; Fraga, S.; Halim, Y.; Hansen, G.; Hoppenrath, M.; Larsen, J.; Lundholm, N.; Nguyen, L. N.; Zingone, A. 2013. IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae. Disponível em: <<http://www.marinespecies.org/hab/aphia.php?p=taxdetails&id=233592>>. Acesso em: 22 mar. 2014.

GUIRY, M. D.; GUIRY, G. M. **AlgaeBase**. 2014. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway, 2014. Disponível em: <<http://www.algaebase.org>>. Acesso em: 23 mar. 2014.

HABs. *Dinophysis acuminata* Claparède & Lachmann, 1859. In: GUIRY, M. D.; GUIRY, G. M. **AlgaeBase**. 2013a. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway (taxonomic information republished from AlgaeBase with permission of M.D. Guiry). Moestrup, Ø. (Eds.); Akselman, R.; Cronberg, G.; Elbraechter, M.; Fraga, S.; Halim, Y.; Hansen, G.; Hoppenrath, M.; Larsen, J.; Lundholm, N.; Nguyen, L. N.; Zingone, A. 2013. IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae. Disponível em: <<http://www.marinespecies.org/hab/aphia.php?p=taxdetails&id=109603>>. Acesso em 17 fev. 2014.

HABs. *Dinophysis caudata* Saville-Kent, 1881. In: GUIRY, M. D.; GUIRY, G. M. **AlgaeBase**. 2013b. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway (taxonomic information republished from AlgaeBase with permission of M.D. Guiry). Moestrup, Ø. (Eds.); Akselman, R.; Cronberg, G.; Elbraechter, M.; Fraga, S.; Halim, Y.; Hansen, G.; Hoppenrath, M.; Larsen, J.; Lundholm, N.; Nguyen, L. N.; Zingone, A. 2013. IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae. Disponível em: <<http://www.marinespecies.org/hab/aphia.php?p=taxdetails&id=109612>>. Acesso em: 18 fev. 2014.

HABs. *Dinophysis fortii* Pavillard, 1923. In: GUIRY, M. D.; GUIRY, G. M. **AlgaeBase**. 2013c. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway (taxonomic information republished from AlgaeBase with permission of M.D. Guiry). Moestrup, Ø. (Eds.); Akselman, R.; Cronberg, G.; Elbraechter, M.; Fraga, S.; Halim, Y.; Hansen, G.; Hoppenrath, M.; Larsen, J.; Lundholm, N.; Nguyen, L. N.; Zingone, A. 2013. IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae. Disponível em: <<http://www.marinespecies.org/hab/aphia.php?p=taxdetails&id=109624>>. Acesso em 17 fev. 2014.

HABs. *Dinophysis tripos* Gourret, 1883. In: GUIRY, M. D.; GUIRY, G. M. **AlgaeBase**. 2013d. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway (taxonomic information republished from AlgaeBase with permission of M.D. Guiry). Moestrup, Ø. (Eds.); Akselman, R.; Cronberg, G.; Elbraechter, M.; Fraga, S.; Halim, Y.; Hansen, G.; Hoppenrath, M.; Larsen, J.; Lundholm, N.; Nguyen, L. N.; Zingone, A. 2013. IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae. Disponível em: <<http://www.marinespecies.org/hab/aphia.php?p=taxdetails&id=109662>>. Acesso em: 17 fev. 2014.

HABs. *Prorocentrum lima* (Ehrenberg) F.Stein, 1878. In: GUIRY, M. D.; GUIRY, G. M. **AlgaeBase**. 2013e. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway (taxonomic information republished from AlgaeBase with permission of M. D. Guiry). Moestrup, Ø. (Eds.); Akselman, R.; Cronberg, G.; Elbraechter, M.; Fraga, S.; Halim, Y.; Hansen, G.; Hoppenrath, M.; Larsen, J.; Lundholm, N.; Nguyen, L. N.; Zingone, A. 2013. IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae. Disponível em: <<http://www.marinespecies.org/hab/aphia.php?p=taxdetails&id=110301>>. Acesso em: 10 fev. 2014.

HACKETT, J. D.; ANDESON, D. M.; ERDNER, D. L.; BHATTACHARYA, D. Dinoflagellates: a remarkable evolutionary experiment. **American Journal of Botany**, v. 91, n. 10, p. 1523-1534, 2004.

HALL, S. Natural toxins. In: WARD, D. R. (Eds.); HACKNEY, C. **Microbiology of Marine Food Products**. Van Nostrand Reinhold, p. 301-330, 1991.

HALLEGRAEFF G. M. A review of algal blooms and their apparent global increase. **Phycologia**, v. 32, n. 2, p. 79-99, 1993.

HALLEGRAEFF G. M. Harmful algae blooms: a global overview. 2003. In: HALLEGRAEFF, G. M. (Eds.); ANDERSON, D. M.; CEMBELLA, A. D. **Manual on Harmful Marine Microalgae**. IOC Manual and Guides, UNESCO, v. 11, p. 25-49, 2003.

HALLEGRAEFF, G. M. (Eds.); ANDERSON, D. M.; CEMBELLA, A. D. **Manual on Harmful Marine Microalgae**. IOC Manual and Guides, UNESCO, n. 33, p. 1-23, 1995.

HALSTEAD, B. W. **Poisonous and venomous marine animals of the world**. Princeton Darwin Press, New Jersey, 1978.

HALSTEAD, B. W.; SCHANTZ, E. J. **Paralytic Shellfish Poisoning**. WHO Offset Publication n. 79, Geneva, 1984.

HARAGUCHI, L.; ODEBRECHT, C. Dinophysiales (Dinophyceae) no extremo Sul do Brasil (inverno de 2005, verão de 2007). **Biota Neotropica**, v. 10, n. 3, p. 101-114, 2010. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032010000300011>>. Acesso em: 10 nov. 2013.

HATTENRATH-LEHMANN, T. K.; MORTON, S. L.; GOBLER, C. J. The emergence of toxic *Dinophysis acuminata* blooms in a New York estuary. 2012. In: 15th International Conference on Harmful Algae, Changwon, Korea, **Abstracts**. 2012.

HEIL, C. A.; CHASTON, K.; JONES, A.; BIRD, P.; LONGSTAFF, B.; COSTANZO, S.; DENNISON, W. C. Benthic microalgae in coral reef sediments of the southern Great Barrier Reef, Austrália. **Coral Reefs**, v. 23, p. 336-343, 2004.

HU, T.; DEFREITAS, A. S. W.; DOYLE, J.; JACKSON, D.; MARR, J.; NIXON, E.; PLEASANCE, S.; QUILLIAM, M. A.; WALTER, J. A.; WRIGHT, J. L. C. New DSP toxin derivatives isolated from toxic mussels and the dinoflagellates, *Prorocentrum lima* and *Prorocentrum concavum*. In: SMAYDA, T. J.; SHIMIZU, Y. (Eds.) **Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea**. New York: Elsevier, 1993. p. 507-512.

HULOT, F. D.; HUISMAN, J. Allelopathic interactions between phytoplankton species: The roles of heterotrophic bacteria and mixing intensity. **Limnology and Oceanography**, v. 49, p. 1424-1434, 2004. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.4319/lo.2004.49.4\\_part\\_2.1424](http://dx.doi.org/10.4319/lo.2004.49.4_part_2.1424)>. Acesso em: 11 nov. 2013.

HUMMERT, C.; RIUTSCHER, M.; REINHARDT, K.; LUCKAS, B. Analysis of characteristic PSP profiles produced by *Pyrodinium bahamense* and several strains of *Alexandrium* using HPLC based on ion-pair chromatographic separation, post column oxidation and fluorescence detection. **Chromatographia**, v. 45, p.3126316, 1997.

HUSS, H. H. **Garantia da qualidade dos produtos da pesca**. FAO Documento Técnico sobre as Pescas, Roma, FAO, n. 334. 176p., 1997.

HUYNH, C.; PINELLI, E.; PUISSEUX-DAO, S.; BOULEK-BACHE, H.; PFOHL-LESZKOWICZ, A. Okadaic acid and adduct formation. In: REGUERA, B.; BLANCO, J.; FERNÁNDEZ, M. L.; WYATT, T. (Org.). **Harmful Algae**. Vigo, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO and Xunta de Galicia Publishers, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Estatísticas da pesca 2007**: Brasil grandes regiões e unidades da federação. Brasília, Ibama, 113 p., 2007.

ISLABÃO, C. A.; ODEBRECHT, C. Dinoflagelados (Peridiniales, Prorocentrales) do microplâncton na plataforma continental e talude do extremo sul do Brasil (inverno 2005, verão 2007). **Biota Neotropica**, v. 11, p. 153-166, 2011.

IWATAKI, M. Taxonomy and identification of the armored dinoflagellate genus *Heterocapsa* (Peridiniales, Dinophyceae). **Plankton & Benthos Research**, v. 3, n. 3, p. 135-142, 2008.

JESTER, R. J.; BAUGH, K. A.; LEFEBVRE, K. A. Presence of *Alexandrium catenella* and paralytic shellfish toxins in finfish, shellfish and rock crabs in Monterey Bay, California, USA. **Mar Biol.**, v. 156, p. 4936504, 2009.

JOHNSEN, T. M.; LØMSLAND, E. R. Observations of *Dinophysis tripos* in Norwegian coastal waters. 2012. In: PAGOU, P. (Eds.); HALLEGRAEFF, G. M. **Proceedings of the 14th International Conference on Harmful Algae**, Creta, Greece, 16-22 November 2010; Copenhagen, Denmark: International Society for the Study of Harmful Algae and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, p. 54656, 2012.

KJERFVE, B.; SCHETTINI, C. A. F.; KNOPPERS, B.; LESSA, G.; FERREIRA, H. O. Hydrology and salt balance in a large, hyper saline coastal lagoon. Lagoa de Araruama, Brazil. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, v. 42, p. 7016725, 1996.

KODAMA, M.; DOUCETTE, G. J.; GREEN, D. H. Relationships Between Bacteria and Harmful Algae. Pp. 243-255. In: GRANÉLI, E. (Eds.); TURNER, J. T. **Ecology of Harmful Algae**, Series: Ecological Studies. Springer Verlag, Berlin, DE. 413p., 2006.

LAGOS, N.. Principales toxinas de origen fitoplanctónico: identificación y cuantificación mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). In: SAR, E. A. (Eds.); FERRARIO, M. E. y RAMÍREZ, B. R. **Floraciones Algales Nocivas en Cono Sur Americano**. Vigo, Espanha: Instituto Español de Oceanografía, p. 55-76, 2002.

LEAL, D. A. G; FRANCO, R. M. B. Moluscos bivalves destinados ao consumo humano como vetores de protozoários patogênicos: metodologias de detecção e normas de controle. **Ver. Panam. Infectol.**, v.10, n.4, p. 48-57, 2008. Disponível em: <<http://www.revista-api.com/4%20edicao%202008/pdf/mat%2008.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2009.

LEDERER, J. **Enciclopédia moderna de higiene alimentar**. São Paulo, Manole Dois, 1991.

LEE, J.S.; IGARASHI, T.; FRAGA, S.; DAHL, E.; HOVGAARD, P.; YASUMOTO, T. Determination of diarrhetic shellfish toxins in various dinoflagellate species. **J. Appl. Phycol.**, v. 1, p. 147-152, 1989.

LEGENDRE, P.; ANDERSON, M. J. "Distance-based redundancy analysis: testing multispecies responses in multifactorial ecological experiments". **Ecological Monographs**, v. 69, n. 1, p. 1-24, 1999.

LEHANE, L. **Ciguatera Fish Poisoning: a review in a risk-assessment framework**. National Office of Animal and Plant Health, Agriculture, Fisheries and Forestry. Australia: Canberra, 82p, 1999.

LEHANE, L.; LEWIS, R.J. Review ciguatera: recent advances but the risk remains. **International Journal of Food Microbiology**, v. 61, p. 91-125, 2000.

LEITE, E. M. A.; AMORIM, L. C. A. **Toxicologia Geral**. Faculdade de Farmácia. Universidade Federal de Minas Gerais. 2009. Disponível em: <<http://www.farmacia.ufmg.br/lato/Apostila%20Toxicologia%20Geral%20.doc>>. Acesso em: 13 jun. 2011.

LEITE, T. S.; PIETRAFFESA, J. P. Situação da (in)segurança alimentar no Brasil. **Revista da UFG**, v. 5, n. 1, 2003. Disponível em: <[http://www.proec.ufg.br/revista\\_ufg/fome/inseguran% E7a.html](http://www.proec.ufg.br/revista_ufg/fome/inseguran% E7a.html)>. Acesso em: 20 jan. 2009.

LENOCH, R. Saúde pública e os moluscos marinhos cultivados. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, n. 28 e 29, p. 65-70, 2003.

LEWIS, R. J. Ciguatera. South Pacific Commission Health Programme Staff. **SPC Information Circular**, v. 115, p. 1-17, 1991.

LEWIS, R. J. Ciguatoxins are potente ichthyotoxins. **Toxicon**, v. 30, n. 2, p. 207-211, 1992.

LEWIS, R. J. The changing face of ciguatera. **Toxicon**, v. 39, n. 1, p. 97-106, 2001.

LÓPEZ-FLORES, R.; GARCÉS, E.; BOIX, D.; BADOSA, A.; BRUCET, S.; MASÓ, M.; QUINTANA, D. Comparative composition and dynamics of harmful dinoflagellates in Mediterranean salt marshes and nearby external marine waters. **Harmful Algae**, v. 5, n. 6, p. 637-648, 2006.

LEWIS, R. J.; SELLIN, M. Recovery of ciguatoxins from fish flesh. **Toxicon**, v.31, n. 10, p. 1333-1336, 1993.

LOEBLICH III, A. R.; SCHMIDT, R. J.; SHERLEY, J. L. Scanning electron microscopy of *Heterocapsa pygmaea* sp. nov., and evidence for polyploidy as a speciation mechanism in dinoflagellates. **J Plankton Res**, v. 3, p. 67679, 1981.

LOURENÇO, A. J. **Detecção do ácido ocadáico em cultivo de mexilhões, *Perna perna* (Liné, 1758), no outono de 2004, enseada de Maciéis, baía da Ilha Grande, Angra dos Reis - Rio de Janeiro**. 2004. 54 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Veterinária)-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2004.

LOURENÇO, A. J.; FERREIRA, V. M.; SILVA, P. P. O.; ROSA, C. A. R.; DIREITO, G. M.; OLIVEIRA, G. M.; MIRANDA, A. S. Detecção de ácido ocadaico em mexilhões *Perna perna* (LINNÈ, 1758) cultivados em fazenda de maricultura na baía de Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 14, n. 2, p. 79-82, 2007a.

LOURENÇO, A. J.; FERREIRA, V. M.; SILVA, P. P. O.; ROSA, C. A. R.; DIREITO, G. M.; OLIVEIRA, G. M. Evidência de depuração natural da toxina diarreica ácido ocadaico em mexilhões *Perna perna* (LINNÈ, 1758) cultivados em fazenda de maricultura na baía de ilha Grande, Angra dos Reis, RJ. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 14, n. 2, p. 91-94, 2007b.

LUPIN, H. **Personal communication**. FAO Rome, Italy, 1992.

MACKENZIE, L. Does *Dinophysis* have a sexual life cycle? **J. Phycol** v. 28, p. 399-406, 1992.

MAGALHÃES, F. S. **Utilização do fitoplâncton como instrumento de avaliação em programas de monitoramento nos ecossistemas aquáticos costeiros**. Estudo de caso: Laguna de Araruama/RJ. 2012. 160 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)-Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

MANGIALAJO, L.; BERTOLLOTO, R.; CATTANEO-VIETTI, R.; CHIANTORE, M.; GRILLO, C.; LEMEE, R.; MELCHIORRE, N.; MORETTO, P.; POVERO, P.; RUGGIERI, N. The toxic benthic dinoflagellate *Ostreopsis ovata*: quantification of proliferation along the coastline of Genoa, Italy. **Marine Pollution Bulletin**, v. 56, n. 6, p. 1209-1214, 2008.

MARINÉ, G. F. **Detecção de ácido ocaidaico em cultivo de mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758) e identificação do fitoplâncton potencialmente produtor, na enseada de Maciéis, Angra dos Reis, RJ.** 2007. 50f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Veterinária)-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

MARINÉ, G. F.; SILVA, P. P. O.; OLIVEIRA, G. M.; FERREIRA, V. M. Detecção de ácido ocaidaico em cultivo de mexilhões *Perna perna*, Angra dos Reis, RJ. **Ciência Rural**, Santa Maria, 2010.

MASÓ, M.; GARCÉS, E. Harmful microalgae blooms (HAB); problematic and conditions that induce them. **Marine Pollution Bulletin**, v. 53, p. 620-630, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.08.006>>. Acesso em: 08 jan. 2014.

MCARDLE, B. H.; ANDERSON, M. J. "Fitting multivariate models to community data: a comment on distance-based redundancy analysis." **Ecology**, v. 82, n. 1, p. 290-297, 2001.

MELLO, D. F.; PROENÇA, L. A. O.; BARRACCO, M. A. Comparative Study of Various Immune Parameters in Three Bivalve Species during a Natural Bloom of *Dinophysis acuminata* in Santa Catarina Island, Brazil. **Toxins**, v. 2, p. 1166-1178, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3390/toxins2051166>>. Acesso em: 12 jan. 2014.

MÉNDEZ, S.; BRAZEIRO, A.; FERRARI, G.; MEDINA, D.; INOCENTE, G. Mareias rojas em Uruguay. Programa de control y actualización de resultados. **Informe Técnico INAPE**, n. 46, 1993.

MENEZES, M. E. S. **Valor Nutricional de Espécies de Peixes (água salgada e estuário) do Estado de Alagoas.** 2006. 95f. Dissertação (Mestrado em Química e Biotecnologia)- Centro de Ciências Exatas e Naturais, Instituto de Química e Biotecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2006.

MILES, C. O.; WILKINS, A. L.; MUNDAY, R.; DINES, M. H.; HAWKES, A. D.; BRIGGS, L. R.; SANDVIK, M.; JENSEN, D. J.; COONEY, J. M.; HOLLAND, P. T.; et al. Isolation of pectenotoxin-2 from *Dinophysis acuta* and its conversion to pectenotoxin-2 seco acid, and preliminary assessment of their acute toxicities. **Toxicon**, v. 43, 169, 2004a.

MILES, C. O.; WILKINS, A. L.; SAMDAL, I. A.; SANDVIK, M.; PETERSEN, D.; QUILLIAM, M. A.; NAUSTVOLL, L. J.; JENSEN, D. J.; COONEY, J. M. A novel pectenotoxin, PTX-12, in *Dinophysis* spp. and shellfish from Norway. **Chem. Res. Toxicol.** V. 17, 1423-1433, 2004b.

MIOTTO, M. C.; TAMANAHA, M. S. Ocorrência de Dinoflagelados Tecados Potencialmente Tóxicos e Nocivos em Cultivos de Moluscos situados no Município de Penha, SC. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 16, n. 1, p. 53-67, 2012.

MITCHELL, B. **Geography and resource analyses**. 2. ed. London: Longman Scientific and Technical, 245p., 1989.

MOESTRUP, Ø. *Dinophysis ovum* (F. Schütt) T. H. Abé. 2013a. In: GUIRY, M. D.; GUIRY, G. M. **AlgaeBase**. 2013a. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway (taxonomic information republished from AlgaeBase with permission of M. D. Guiry). Moestrup, Ø. (Eds.); Akselman, R.; Cronberg, G.; Elbraechter, M.; Fraga, S.; Halim, Y.; Hansen, G.; Hoppenrath, M.; Larsen, J.; Lundholm, N.; Nguyen, L. N.; Zingone, A. 2013. IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae. Disponível em: <<http://www.marinespecies.org/hab/aphia.php?p=taxdetails&id=646201>>. Acesso em: 17 fev. 2014.

MOESTRUP, Ø. *Heterocapsa circularisquama* Horiguchi, 1995. 2013b. In: GUIRY, M. D.; GUIRY, G. M. **AlgaeBase**. 2013b. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway (taxonomic information republished from AlgaeBase with permission of M. D. Guiry). Moestrup, Ø. (Eds.); Akselman, R.; Cronberg, G.; Elbraechter, M.; Fraga, S.; Halim, Y.; Hansen, G.; Hoppenrath, M.; Larsen, J.; Lundholm, N.; Nguyen, L. N.; Zingone, A. 2013. IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae. Disponível em: <<http://www.marinespecies.org/hab/aphia.php?p=taxdetails&id=233610>>. Acesso em: 18 fev. 2014.

MOESTRUP, Ø. *Prorocentrum concavum* Fukuyo, 1981. 2013c. In: GUIRY, M. D. & GUIRY, G. M. **AlgaeBase**. 2013c. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway (taxonomic information republished from AlgaeBase with permission of M.D. Guiry). Moestrup, Ø. (Eds.); Akselman, R.; Cronberg, G.; Elbraechter, M.; Fraga, S.; Halim, Y.; Hansen, G.; Hoppenrath, M.; Larsen, J.; Lundholm, N.; Nguyen, L. N.; Zingone, A. 2013. IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae. Disponível em: <<http://www.marinespecies.org/hab/aphia.php?p=taxdetails&id=232461>>. Acesso em: 13 fev. 2014.

MOESTRUP, Ø. *Prorocentrum emarginatum* Fukuyo, 1981. 2013d. In: GUIRY, M. D.; GUIRY, G. M. **AlgaeBase**. 2013d. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway (taxonomic information republished from AlgaeBase with permission of M. D. Guiry). Moestrup, Ø. (Eds.); Akselman, R.; Cronberg, G.; Elbraechter, M.; Fraga, S.; Halim, Y.; Hansen, G.; Hoppenrath, M.; Larsen, J.; Lundholm, N.; Nguyen, L. N.; Zingone, A. 2013. IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae. Disponível em: <<http://www.marinespecies.org/hab/aphia.php?p=taxdetails&id=232441>>. Acesso em: 13 fev. 2014.

MOESTRUP, Ø. *Prorocentrum rhathymum* Loeblich, Sherley & Schmidt, 1979. 2013e. In: GUIRY, M. D.; GUIRY, G. M. **AlgaeBase**. 2013e. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway (taxonomic information republished from AlgaeBase with permission of M. D. Guiry). Moestrup, Ø. (Eds.); Akselman, R.; Cronberg, G.; Elbraechter, M.; Fraga, S.; Halim, Y.; Hansen, G.; Hoppenrath, M.; Larsen, J.; Lundholm, N.; Nguyen, L. N.; Zingone, A. 2013. IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae. Disponível em: <<http://www.marinespecies.org/HAB./aphia.php?p=taxdetails&id=232298>>. Acesso em: 12 fev. 2014.

MOESTRUP, Ø. (Eds.); AKSELMAN, R.; CRONBERG, G.; ELBRAECHTER, M.; FRAGA, S., HALIM, Y.; HANSEN, G.; HOPPENRATH, M.; LARSEN, J.; LUNDHOLM, N.; NGUYEN, L. N.; ZINGONE, A. IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae. 2009. Disponível em: <<http://www.marinespecies.org/HAB>>. Acesso em: 18 fev. 2014.

MORRILL, L. C.; LOEBLICH III, A. R. A survey for body scales in dinoflagellates and a revision of *Cachonina* and *Heterocapsa* (Pyrrhophyta). **J Plankton Res**, v. 3, p. 53665, 1981.

MORRILL, L. C.; LOEBLICH III, A. R. Cell division and reformation of the amphiesma in the pelliculate dinoflagellate, *Heterocapsa niei*. **J Mar Biol Ass UK** v. 64, p. 9396953, 1984.

MOYLE, P. B.; CECH JR., J. **Fishes**: an introduction to ichthyology. 3.ed. New Jersey: Prentice Hall, 412p., 1996.

MURAKAMI, Y.; OSHIMA, Y.; YASUMOTO, T. Identification of okadaic acid as a toxic component of a marine dinoflagellate *Prorocentrum lima*. **Bull. Jap. Soc. Sci. Fish**, v. 48, p. 69-72, 1982.

MUSTAFA, F. A.; MEDEIROS, D. M. Proximate composition, mineral content, and fatty acids of catfish (*Ictalurus punctatus*, Rafinesque) for different seasons and cooking methods. **J. Food Sci.**, v. 50, p. 585 -590, 1985.

NAKAJIMA, I.; OSHIMA, y.; YASUMOTO, T. Toxicity of benthic dinoflagellates in Okinawa. **Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.**, v. 47, p. 1029-1033, 1981.

NASCIMENTO, L. R. **O Fitoplâncton da laguna hipersalina de Araruama (RJ)**. 1998. 200f. Dissertação (Mestrado em Biologia Marinha)-Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1998.

NASCIMENTO, S. M.; FRANÇA, J. V.; GONÇALVES, J. E. A.; FERREIRA, C. E. L. *Ostreopsis* cf. *ovata* (Dinophyta) bloom in na equatorial island of the Atlantic Ocean. **Marine Pollution Bulletin**, v.64, p. 1074-1078, 2012.

NASCIMENTO, S. M.; MONTEIRO, P. O.; ALENCAR, A. G.; MENEGUELLI, A. C.; CORRÊA, E. V. Dinoflagelados Epi-bentônicos do Litoral do Rio de Janeiro: Ecologia, Fisiologia e Toxicologia. 2010. In: XIII Congresso Brasileiro de Ficologia, **Resumos do XIII Congresso Brasileiro de Ficologia**, Paraty, 2010.

NIELSEN, L. T.; KROCK, B.; HANSEN, P. J. Effects of light and food availability on toxin production, growth and photosynthesis in *Dinophysis acuminata*. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 471, p. 37-50, 2012.

NORSE, E.A. **Global marine biological diversity**: a strategy for building conservation into decision making. Washington DC : Island Press, 383p., 1993.

NYBAKKEN, J. W. **Marine Biology**: An Ecological Approach. 5. ed. Benjamin Cumming, 512 p., 2001.

ODEBRECHT, C.; AKSELMAN, R. Distribuição de microalgas nocivas no cone sul da América: tendências e perspectivas. 2013. In: Reunião Latino-americana sobre Algas Nocivas. **Livro de resumos da Reunião Latino-americana sobre Algas Nocivas**. Florianópolis, 2013.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de Pesca: Ciência e Tecnologia do Pescado**. São Paulo: Varela, v. 1, 430p., 1999.

OKOLODKOV, Y. B. *Ceratium* Schrank (Dinophyceae) of the National Park Sistema Arrecifal Veracruzano, Gulf of Mexico, with a Key for Identification. **Acta Botanica Mexicana**, v. 93, p. 41-101, 2010.

OKOLODKOV, Y. B. *Protoperdinium* Bergh (Dinophyceae) of the National Park Sistema Arrecifal Veracruzano, Gulf of Mexico, with a Key for Identification. **Acta Botanica Mexicana**, v. 84, p. 93-149, 2008.

OLIVEIRA, G. M. **Detecção do ácido ocadaico por cromatografia líquida de alta eficiência em mariscos (*Perna perna*) capturados na baía de Sepetiba**. 2001. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2001.

OLIVEIRA, G. M. **Presença de dinoflagelados bentônicos potencialmente tóxicos: identificação do perigo em áreas destinadas à maricultura na Baía de Sepetiba, RJ**. 2009. 111 f. Tese (Doutorado em Ciências e Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.

OLIVEIRA, M. M.; FILHO, M. V. S.; BASTOS, J. C.; NEVES, M. H. C. B. **øToxinas de cianobactérias e microalgas marinhas: um desafio para a ecotoxicologia aquática,ö Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamago**, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 4, n. 1, p. 57-80, 2010.

OLIVEIRA, G. M.; RIBEIRO-LOPES, T. P.; LOPES, F. L. S.; SOUSA, T. M.; RENÓ, L. C.; LEITE, M. M. S.; SILVA, P. P. O. Estudo preliminar sobre a ocorrência de espécies de *Prorocentrum* (Dinophyceae) na Lagoa de Araruama-RJ no verão de 2012. 2013. In: Reunião Latino-americana sobre Algas Nocivas. **Livro de resumos da Reunião Latino-americana sobre Algas Nocivas**. Florianópolis, 2013.

OLIVEIRA, G. M.; SILVA, P. P. O.; ROSA, C. A. R.; BASTOS, R. A.; FERREIRA, V. M. RODRIGUES. E. S. Detección de ácido ocadaico por cromatografia líquida de alta eficiência em mariscos (*Perna perna*) capturados en la bahía de Sepetiba. **Revista Alimentaria**, v. 366, p. 56-61, 2005.

ONUMA, Y.; SATAKE, M.; UKENA, T.; ROUX, J.; CHANTEAU, S.; RASOLOFONIRINA, N.; RATSIMALOTO, M.; NAOKI, H.; YASUMOTO, T. Identification of putative palytoxin as the cause of clupeotoxism. **Toxicon**, v. 37, p. 55-65, 1999.

OSSA, P. Enfermedad coronaria y dieta de pescado. **Bol. hosp. San Juan de Dios**, v. 32, n. 5, p. 341-4, 1985.

PAPAEFTHIMIOU, D.; ALIGIZAKI, K.; NIKOLAIDIS, G. Exploring the identity of the Greek *Dinophysis cf acuminata*. **Harmful Algae**, v. 10, 168, 2010.

PARSONS, M. L.; PRESKITT, L. B. A survey of epiphytic dinoflagellates from the coastal waters of the island of Hawai'i. **Harmful Algae**, v. 6, n. 5, p. 658-669, 2007.

PAZ, B.; DARANAS, A.H.; NORTE, M.; RIOBÓ, P.; FRANCO, J.M.; FERNÁNDEZ, J.J. Yessotoxins, a group of marine polyether toxins: an overview. **Marine Drugs**, v. 6, p. 73-102, 2008. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.3390/md6020073>>. Acesso em: 17 mar. 2014.

PEREIRA, A. C. S. **A Qualidade do Gelo Utilizado na Conservação dos Pescados e sua Importância para a Qualidade do Pescado**: Estudo de Revisão. 2009. 35f. Monografia (Curso de Especialização Latu Sensu em Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal)-Universidade Castelo Branco, São Paulo, 2009.

PIEADADE, K. R. **Uso de ervas aromáticas na estabilidade oxidativa de filés de sardinha (*Sardinella brasiliensis*) processados**. 2007. 160f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Escola Superior de Agricultura õLuiz de Queirozõ, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

PIGOTT, G. M.; TUCKER, B. W. **Seafood**: effects of technology on nutrition. New York: Marcel Dekker, 1990, cap. 7, p. 32 ó 84, 176 ó 205.

PROENÇA, L.A.O. Ficotoxinas marinhas. 2002. In: IX Reunião Brasileira de Ficologia. **Notas do Curso**. Santa CruzóAracruzóEspírito Santo, 2002.

PROENÇA, L. A.; SCHMITT, F.; COSTA, T.; RÖRIG, L. Just a diarrhea? Evidence of diarrhetic shellfish poisoning in Santa Catarina, Brazil. **Ciência e Cultura**, v.50, n. 6, p. 458-462, 1998.

PROENÇA, L. A. O.; SCHMITT, F.; SILVA, M.; GUIMARÃES,S.; RÖRIG, L. R. õProdução de ácido ocadaico, uma toxina diarréica, por *Dinophysis acuminata* em Santa Catarina,õ **Atlântica**, v. 19, p.121-127, 1999.

PROENÇA, L. A. O.; SCHRAMM, M. A.; TAMANAHA, M. S.; ALVES, T. P. Diarrhetic shellfish poisoning (DSP) outbreak in Subtropical Southwest Atlantic. **Harmful Algal News**, v. 33, p. 19-20, 2007.

PROENÇA, L. A. O.; TAMANAHA, M. S.; SOUZA, N. P. The toxic dinoflagellate *Gymnodinium catenatum* Graham in southern Brazilian waters: occurrence, pigments and toxins. **Atlântica**, v. 23, p. 59-65, 2001.

PROENÇA, L. A. O.; VILLAC, M. C. **Taller Regional de Planificación Científica sobre Floraciones de Algas Nocivas en Sudamérica**. FANSA/COI/UNESCO. Informe Nacional Brasil. Guaiquil, Equador, 2003.

QUALFOOD. **Influência do processamento nos níveis de biotoxinas no marisco**. Bases de dados de qualidade e segurança alimentar. 13ª Edição, 2009. Disponível em:

<<http://qualfood.biostrument.com/?option=noticia&task=show&id=10879>>. Acesso em: 15 dez. 2009.

QUOD, J. P. *Ostreopsis mascarenensis* sp. nov. (Dinophyceae), a new toxic dinoflagellate from coral reefs in the South West Indian Ocean. **Crypt. Algol.**, v.15, p. 243-252, 1994.

QUOD, J. P.; TURQUET, J.; DIOGENE, G.; FESSARD, V. Screening of extracts of dinoflagellates from coral reefs (Reunion Island, SW Indian Ocean), and their biological activities. In: LASSUS, P. (Eds.); ARZUL, G.; ERARD-LE DENN, E.; GENTIEN, P.; MARCAILLOU-LE BAUT, C. **Harmful Marine Algal Blooms**. Paris: Lavoisier, 1995. p. 815-820.

RAHO, N.; PIZARRO, G.; ESCALERA, L.; REGUERA, B.; MARÍN, I. Morphology, toxin composition and molecular analysis of *Dinophysis ovum* Schütt, a dinoflagellate of the 'Dinophysis acuminata complex'. **Harmful Algae**, v. 7, n. 6, p. 839-848, 2008.

REGUERA, B. Establecimiento de un programa de seguimiento de microalgas tóxicas. 2002. In: SAR, E. A. (Ed.); FERRARIO, M. E.; REGUERA, B. **Floraciones algales nocivas en el Cono Sur Americano**, Madrid, Instituto Español de Oceanografía, p. 21-55, 2002.

REGUERA, B.; ALONSO, R.; MOREIRA, A.; MÉNDEZ, S. **Guía para el diseño y puesta en marcha de un plan de seguimiento de microalgas productoras de toxinas**. Proyecto ARCAL RLA 7/104. Manuals and Guides. Intergovernmental Oceanographic Commission. UNESCO, 2011.

REGUERA, B.; GONZÁLES-GIL, S. Small Cell and Intermediate Cell Formation in Species of *Dinophysis* (Dinophyceae, Dinophysiales). **Journal of Phycology**, v. 37, n. 2, p. 318-333, 2001.

REGUERA, B.; VELO-SUAREZ, L.; RAINE, R.; PARK, M. G. Harmful *Dinophysis* species: a review. **Harmful Algae**, n.14, p. 87-106, 2012.

RIBEIRO-LOPES, T. P.; LOPES, F. L. S.; OLIVEIRA, G. M.; PIEDRAS, F. R.; SOUSA, T. M.; LEITE, M. M. S.; SILVA, P. P. O. Lagoa de Araruama: uma abordagem qualitativa para ocorrência de dinoflagelados potencialmente nocivos. 2013b. In: Reunião Latino-americana sobre Algas Nocivas. **Libro de resumos**. Florianópolis, 2013b.

RIBEIRO-LOPES, T. P.; OLIVEIRA, G. M.; PIEDRAS, F. R.; LOPES, F. L. S.; LEITE, M. M. S.; SILVA, P. P. O. Identificación de Dinoflagelados Potencialmente Nocivos em Laguna Hipersalina (Laguna Araruama ó RJ ó Brasil). 2013a. In: XII Reunión Ibérica sobre microalgas nocivas y biotoxinas. **Libro de Resúmenes**. Palma de Mallorca, 2013a.

RIEGMAN, R. & WINTER, C. Lysis of plankton in the non-stratified southern North Sea during summer and autumn 2000. **Acta Oecologica**, v. 24, p. S133-S138, 2003. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S1146-609X\(03\)00010-9](http://dx.doi.org/10.1016/S1146-609X(03)00010-9)>. Acesso em: 28 jan. 2014.

RODRÍGUEZ, F.; ESCALERA, L.; REGUERA, B.; RIAL, P.; RIOBÓ, P.; SILVA, T. J. Morphological variability, toxinology and genetics of the dinoflagellate *Dinophysis tripos* (Dinophysiaceae, Dinophysiales). **Harmful Algae**, v. 13, p. 26-33, 2012.

- RUIZ, G. M. et al. Global spread of microorganisms by ships. **Nature**, v. 408, p. 49-50, 2000.
- SAAD, A. M. **Composição, Distribuição Espacial, Dinâmica de Populações de Peixes e Estatística Pesqueira na Lagoa Hipersalina de Araruama, RJ**. 2003. 105 f. Tese (Doutorado em Ciências)-Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2003.
- SANTOS, C. A. M. L. A qualidade do pescado e a segurança dos alimentos. 2006. In: II SIMPÓSIO DE CONTROLE DE PESCADO. **Anais do II Simpósio de Controle de Pescado**. 2006. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/qualidade\_pescado.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2007.
- SCHMITT, F.; PROENÇA, L. A. Ocorrência de Dinoflagelados do Gênero *Dinophysis* (ENRENBURG, 1839) na Enseada de Cabeçadas (Verão e Outono de 1999). **Notas Técnicas Facimar**, v. 4, p. 49-59, 2000.
- SECRETARIA ESPECIAL DE AQUICULTURA E PESCA (SEAP/PR). **Programa Nacional de Desenvolvimento da Maricultura em Águas da União**. SEAP/PR. Brasília, 48p., 2005.
- SILVA, C. R.; LEMIESZEC, M. B.; FERREIRA, J. F.; RIBEIRO, R. H. C.; CREPPY, E.; MATIAS, W. G. Genotoxicidade do Ácido Ocadaico. **Biotecnologia e Desenvolvimento**, n. 20, p. 56-59, 2001.
- SOLÉ, J.; GARCÍA-LADONA, E.; RUARDIJ, P.; ESTRADA, M. Modelling allelopathy among marine algae. **Ecological Modelling**, v. 183, n. 4, p. 373-384, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2004.08.021>>. Acesso em: 08 mar. 2014.
- SONODA, D. Y. **Demanda por pescado no Brasil entre 2002 e 2003**. 2006. 117 f. Tese (Doutorado em Ciências)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- SOURNIA, A. **Atlas du phytoplankton marin**. Paris: Centre National de la Recherche Scientifique, v. 1., 216p., 1986.
- SOUZA, A. T. S. Certificação da qualidade de pescados. São Paulo, **Biológico**, v. 65, n. 1/2, p. 11-13, 2003.
- SOUZA, W. F. L. **Dinâmica de nutrientes na laguna hipersalina de Araruama, RJ**. 1997. 172 f. Dissertação (Mestrado em Geociências)-Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1997.
- SOUZA, J. C. R.; BARROS, G. C.; SILVA, P. P. O.; FERREIRA, V. M.; OLIVEIRA, G. M. Primeira detecção de ácido ocadaico em ostras (*Crassostrea rhizophorae*) coletadas no canal de Santa Cruz, Itapissuma, Pernambuco. **Revista Higiene Alimentar**, v. 21, n. 149, p. 17-21, 2007.
- STANSBY, M. E. **Tecnologia de la Industria Pesquera**. Zaragoza (España): Editorial Acribia, p. 4196421, 1978.

SUEOKA, E.; FUJIKI, H. Carcinogenesis of okadaic acid class tumor Promoters derive from marine natural products. 1997. In: REGUERA, B.; BLANCO, J.; FERNÁNDEZ, M. L.; WYATT, T. (Org.). **Harmful Algae**. Vigo: Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO and Xunta de Galicia Publishers, p. 573-576, 1997.

SUZUKI, T.; MIYAZONO, A.; BABA, K.; SUGAWARA, R.; KAMIYAMA, T. LC-MS/MS analysis of okadaic acid analogues and other lipophilic toxins in single-cell isolates of several *Dinophysis* species collected in Hokkaido, Japan. **Harmful Algae**, v. 8, p. 233-238, 2009.

SUZUKI, T.; QUILLIAM, M. A. LC-MS/MS Analysis of Diarrhetic Shellfish Poisoning (DSP) toxins, okadaic acid and dinophysistoxin analogues, and other lipophilic toxins. **Analytical Sciences**, v. 27, p. 571-584, 2011.

SZÈCHY, M. T. M.. **Feofíceas do litoral norte do Estado do Rio de Janeiro**. 1986. 366 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1986.

TAVARES, J. F.; PROENÇA, L. O.; ODEBRECHT, C. Assessing the harmful microalgae occurrence and temporal variation in a coastal aquaculture area, southern Brazil. **Atlântica**, v. 31, n. 2, p. 129-144, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5088/atl.2009.31.2.129>>. Acesso em: 12 mar. 2014.

TAYLOR, F. J. R. Dinoflagellate Morphology. 1987. In: TAYLOR, F. J. R. (Ed.). **The Biology of Dinoflagellates**. Botanical Monographs. London: Blackwell Scientific Publications, v. 21., p. 24-92, 1987.

TENENBAUM, D. R. **Dinoflagelados e Tintinídeos da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira**. Guia de identificação. Documentos REVIZEE/SCORE-Central, Museu Nacional (Brasil), Rio de Janeiro, 2006, 288p. (Série Livros).

TENENBAUM, D. R.; VILLAC, M. C.; VIANA, S. C.; MATOS, H.; HATHERLY, M.; LIMA, I. V.; MENEZES, M. **Phytoplankton Atlas of Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brasil**. IMO London. 2004., 135p. (Globallast Monograph Series n. 16).

TEN-HAGE, L.; DELAUNAY, N.; PICHON, V.; COUTE, A., SIMONE PUISEUX-DAO, S.; TURQUET, J. Okadaic acid production from the marine benthic dinoflagellate *Prorocentrum arenarium* Faust (Dinophyceae) isolated from Europa Island coral reef ecosystem (SW Indian Ocean). **Toxicon**, v. 38, p. 1043-1054, 2000.

TINDALL, D. R.; DICKEY, R. D.; CARLSON, R. D.; MOREY-GAINES, G.. *õ*Ciguatoxic dinoflagellates from the Caribbean Sea. 1984. In: RAGELIS, E. P. (Ed.). **Seafood Toxins**. Washington: Am. Chem. Soc., p. 225-240, 1984.

TINDALL, D. R.; MILLER, D. M.; TINDALL, P. M. Toxicity of *Ostreopsis lenticularis* from the British and United States Virgin Islands. 1990. In: GRANALI, E.; SUNDSTROM, B.; EDLER, L.; ANDERSON, D. M. (eds.), **Toxic Marine Phytoplankton**, Elsevier, New York, p. 424-429, 1990.

TODD, E. C. D. Domoic Acid and Amnesic Shellfish Poisoning. A review. **J. Food Prot.** v. 56, p. 69686, 1993.

TODD, E. C. D. Preliminary estimates of costs of foodborne disease in the United States. **J. Food Protect.** v. 52, p. 595-601, 1989.

TOMAS, C. R. **Identifying Marine Phytoplankton**. Saint Petersburg: Florida Marine Research Institute, 858p., 1997.

TORIGOE, K.; MURATA, M.; YASUMOTO, T. Prorocentrolide, a toxic nitrogenous macrocycle from a marine dinoflagellate. **J. Am. Chem. Soc.**, v. 110, p. 7876-7877, 1988.

TOYOFUKU, H. Joint FAO/WHO/IOC activities to provide scientific advice on marine biotoxins (research report). **Marine Pollution Bulletin**, v. 52, p. 1735-1745, 2006.

UCHIDA, T.; MATSUYAMA, Y.; KAMIYAMA, T. Cell fusion in *Dinophysis fortii* Pavillard. **Bull. Fish. Environ. Inland Sea**, v. 1, p. 163-5, 1999.

UNIÃO EUROPÉIA (UE). La Comisión Europea. Reglamento (UE) N° 15/2011 de la Comisión de 10 de enero de 2011. **Diário Oficial de la Unión Europea**, 2011. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:006:0003:0006:ES:PDF>. Acesso em: 09 jun. 2012.

USAMI, N.; SATATAKE, M.; ISHIDA, S.; INOUE, A.; KAN, Y.; YASUMOTO, T. Palytoxin analogs from the dinoflagellate *Ostreopsis siamensis*. **J. Am. Chem. Soc.**, v. 117, p. 5389-5390, 1995.

UTERMOHL, U. Perfeccionamiento del método cuantitativo del fitoplancton. **Comun. Assoc. Int. Limnol. Teor. Apl.**, Michigan, n. 9, p. 89, 1958.

VALE, P. Biotoxinas Emergentes em águas europeias e novos riscos para a saúde pública. **Revista Portuguesa de Saúde Pública**, volume 29, p.77-87, 2011.

VALE, P. Implementação de técnicas de HPLC e LC-MS para estudo de perfis de biotoxinas marinhas em plâncton e em bivalves. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, 101 (559-560), p.163-180, 2006.

VALE, P. Is there a risk of human poisoning by azaspiracids from shellfish harvested at the Portuguese coast? **Toxicon**, v. 44, p. 943-947, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.toxicon.2004.07.026>. Acesso em: 18 dez. 2013.

VALE, P.; SAMPAYO, M. A. M. Esterification of DSP Toxins by Portuguese Bivalves from the Northwest Coast Determined by LC-MS ó a Widespread Phenomenon. **Toxicon**, v. 40, p. 33-42, 2002.

VAN DOLAH, F. M. 2002. In: NOAA NATIONAL OCEAN SERVICE. **Diversity of marine and freshwater algal toxins**. Center for Costal Environmental Health and Biomolecular Research, 2002.

VILA, M.; GARCÉS, E.; MASÓ, M. Potentially toxic epiphytic dinoflagellate assemblages on macroalgae in the NW Mediterranean. **Aquatic Microbial Ecology**, v. 26, p. 51-60, 2001.

WENDY GUIRY in GUIRY, M. D.; GUIRY, G. M. **AlgaeBase**. 2014. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Disponível em: <<http://www.algaebase.org>>. Acesso em 23 mar. 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Aquatic (Marine and Freshwater) Biotoxins. **Environ. Health Criter.** Geneva, v. 37, 1984.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Report of WHO **Consultation on Public Health Aspects of Seafood-Borne Diseases**. WHO/CDS/VPH/90.86., 1989.

WRIGHT, R. T.; COFFIN, R. B. Planktonic bacteria in estuaries and coastal waters of northern Massachusetts: spatial and temporal distribution. **Marine Ecology Progress Series**, v. 11, p. 205-210, 1983. . Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3354/meps011205>>. Acesso em: 12 mar. 2014.

YASUMOTO, T.; OSHIMA, Y.; SUGAWARA, W.; FUKUYO, Y.; OGURI, H.; IGARASHI, T., FUJITA, N. Identification of *Dinophysis fortii* as the causative organism of diarrhetic shellfish poisoning. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, v. 46, p. 1405-1411, 1980.

YU, R.; ZHOU, M.; QIAN, P.; LI, J.; YAN, T.; FU, M. Understanding the effects of nutrients on toxin production in *Alexandrium tamarense*, p. 303-307, 2000. In: HALLEGRAEFF, G. M. (Eds.); BLACKBURN, S.; BOLCH, C. J.; LEWIS, R. J. **Proceedings of the Ninth International Conference on Harmful Algal Blooms**. Paris, FR. UNESCO, 518p., 2000.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. Third edition. Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 1996, 662 p.

ZHOU, J.; FRITZ, L. Ultrastructure of two toxic marine dinoflagellates, *Prorocentrum lima* and *Prorocentrum maculosum*. **Phycologia**, n. 32, p. 444-450, 1993.

ZHOU, W.; LI, T.; CAI, C.; HUANG, L.; WANG, H.; XU, J.; DONG, J.; ZHANG, S. Spatial and temporal dynamics of phytoplankton and bacterioplankton biomass in Sanya Bay northern South China Sea. **Journal of Environmental Sciences**, v.21, p. 595-603, 2009. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.1016/S1001-0742\(08\)62313-X](http://dx.doi.org/10.1016/S1001-0742(08)62313-X) >. Acesso em: 11 mar. 2014.

## 8. ANEXOS

A ó Modelo de Planilha de Campo para Coleta de Fitoplâncton

B ó Modelo de Check List para Coleta de Fitoplâncton em Campo

**Planilha de Campo para Coleta de Fitoplâncton**

Local:  
Cidade:  
Estado:  
Ponto de Coleta:  
Data da coleta:  
Horário inicial:  
Temperatura (rede):  
Temperatura de superfície (garrafa):  
Temperatura de meio (garrafa):  
Temperatura de fundo (garrafa):  
Profundidade Total (rede):  
Profundidade de superfície (garrafa):  
Profundidade de meio (garrafa):  
Profundidade de fundo (garrafa):  
Salinidade (rede):  
Salinidade de superfície (garrafa):  
Salinidade de meio (garrafa):  
Salinidade de fundo (garrafa):  
Horário final:  
Observações:

### Check List para Coleta de Fitoplâncton em Campo

#### Material para Pesquisa

1. rede de plâncton ó para levantamento qualitativo e concentração da coluna d'água.
2. garrafa Van Dor ó para levantamento quantitativo.
3. refratômetro ó para verificar salinidade e se necessário densidade.
4. conta-gotas ó para colocar amostras no refratômetro.
5. potes foscos com bartok ó para evitar a interferência da luz nas amostras e evitar que elas derramem (vazem).
6. máquina fotográfica ó para registrar condições da água, pontos de coleta e momentos importantes do dia, contribuindo na escrita do trabalho.
7. fixador (formol 4% neutralizado) ó ou outro fixador utilizado.
8. água limpa ó para limpar/ózeraró o refratômetro, lavar as mãos na hora de se alimentar, limpar o rosto, etc.
9. prancheta de plástico ó para preencher a planilha de campo em cada ponto. O plástico pode ser molhado sem danificar a prancheta.
10. planilha de campo ó para anotar as informações ponto a ponto.
11. papel ó para observações que não estejam na planilha de campo e/ou para emergência no caso de algum acidente com a planilha.
12. Plástico para fichário ó para guardar as folhas, inclusive a planilha de campo.
13. lápis ó para preencher os dados da planilhas, etiquetas ou label e demais anotações. A caneta não deve ser usada porque a tinta borra quando molhada e pode soltar na amostra.
14. borracha ó para apagar quando necessário informações que tenham sido equivocadas.
15. caneta para retro projetor ó para colocar informações na parte externa dos potes e tampas.
16. rolo de papel ou pano limpo e seco ó para secar o refratômetro e os frascos para guardar.
17. etiqueta ou label de papel vegetal ó para ser colocado dentro dos frascos, este papel permite ser molhado sem sofrer alterações.
18. caixa para guardar as amostras ó para facilitar o transporte do material.

#### Material de apoio

19. óleo para motor de barco ó para maiores distâncias, sem pontos de apoio, é necessário completar durante o período de coleta.
20. galão com gasolina - para maiores distâncias, sem pontos de apoio, é necessário completar durante o período de coleta e eventuais emergências.
21. faca ó para cortar corda, descascar frutas e até liberar a hélice do motor de possíveis obstáculos.
22. chave de fenda ó para fazer ajustes quando necessário.
23. vara, estaca ou mastro pouco menor que o comprimento da embarcação ó para auxiliar os instrumentos de coleta em condições mais turbulentas.
24. remo ó para direcionar a embarcação de forma mais minuciosa na hora da coleta de amostras.
25. ancora ó para a embarcação se manter em um determinado ponto.
26. corda ó para auxiliar os instrumentos de coleta quando necessário.

(continuação) B ó Modelo de Check List para Coleta de Fitoplâncton em Campo

### **Check List para Coleta de Fitoplâncton em Campo**

#### **Material de uso pessoal**

27. água potável para beber ó para evitar desidratação pelos longos períodos de exposição ao sol, tomar medicamentos e ômatar a sedeô.
28. alimentos (frutas, biscoitos, pães, etc) ó para se alimentar durante longos períodos de coleta, é importante levar algum alimento salgado e doce.
29. protetor solar ó para proteger a pele dos raios UV.
30. prendedor de cabelo ó para prender os cabelos quando necessário.
31. boné ou chapéu ó para proteger o rosto do sol.
32. óculos escuro e/ou de grau ó para proteger os olhos e enxergar melhor na presença de luz solar intensa.
33. blusa extra ó para eventuais emergências.
34. casaco ó para no caso de mudança de tempo durante o período de coleta.
35. capa de chuva ó para o caso de chuva durante o período de coleta.
36. papel higiênico ó para eventuais emergências.
37. saco para lixo ó para colocar o lixo, embalagem de alimentos, restos de alimentos, contribuindo com o meio ambiente.
38. bolsa ou caixa térmica ó para acondicionar alimentos e bebidas.
39. remédios para enjoo e dor de cabeça ó para o caso de mal estar durante a coleta.

**OBSERVAÇÕES:** Este check list pode ser adaptado conforme a condição do período de coleta, parâmetros que serão verificados, análises que serão realizadas, tipo de embarcação utilizada e preferências pessoais. Este é apenas um modelo para auxiliar pesquisas realizadas nas mesmas condições.