

# Cultivo de moluscos bivalves: algas nocivas e bases para programa de monitoramento de ficotoxinas em fazenda de maricultura de Arraial do Cabo, RJ

## *Cultivation of bivalve molluscs: harmful algae and program guidelines for monitoring phycotoxins in the marine farm of Arraial do Cabo, RJ*

Daniela Almeida de Souza<sup>\*</sup>  
Guilherme Búrigo Zanette<sup>\*\*</sup>  
Maria Helena Campos Baeta Neves<sup>\*\*\*</sup>  
Mathias Alberto Schramm<sup>\*\*\*\*</sup>  
Luis Antônio de Oliveira Proença<sup>\*\*\*\*\*</sup>  
Manildo Marcião de Oliveira<sup>\*\*\*\*\*</sup>

### Resumo

Com a expectativa de crescimento da atividade de maricultura em regiões produtivas, torna-se necessário o controle higiênico-sanitário desses organismos de forma a garantir a qualidade do produto no mercado. Entre os contaminantes desses animais destacam-se as ficotoxinas – toxinas produzidas por microalgas. Apresentamos neste estudo aspectos sobre o cultivo de moluscos bivalves, as síndromes ocasionadas pelas principais ficotoxinas acumuladas em moluscos bivalves, estudos sobre monitoramento de algas nocivas realizados em outros países e nossa legislação pertinente ao assunto. Finalizamos apontando algumas dificuldades na execução de programa de monitoramento de algas nocivas na região de Arraial do Cabo/RJ. Para o futuro da aquicultura na região será necessário o conhecimento dessas informações, além de ações coordenadas entre o governo e os aquicultores, para que possam agir de forma a controlar a produção de moluscos bivalves.

Palavras-chave: Maricultura. Ficotoxinas. Monitoramento. Legislação.

### Abstract

*With the expected growth of mariculture activities in productive regions, the hygienic-sanitary control of*

<sup>\*</sup> Mestre em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense). Professora da Secretaria Municipal de Educação de Cabo Frio (SEME), Cabo Frio/RJ - Brasil e da Secretaria de Estado de Educação (SEEDUC), Rio de Janeiro/RJ - Brasil. E-mail: danielabio@hotmail.com

<sup>\*\*</sup> Mestre em Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Pesquisador na área de cultivo de moluscos na Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (FIPERJ/RJ), Cabo Frio/RJ - Brasil. E-mail: guizanette@hotmail.com

<sup>\*\*\*</sup> Doutora em Oceanografia Biológica Algologia pela Université Pierri et Marie Curie, França. Pesquisadora Titular do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM), Cabo Frio/RJ - Brasil. E-mail: baetaneves@uol.com.br

<sup>\*\*\*\*</sup> Doutor em Ciências dos Alimentos pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Pesquisador do Laboratório de Pesquisa e Monitoramento de Algas Nocivas e Ficotoxinas e Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC - campus Itajaí), Itajaí/SC - Brasil. E-mail: mathias.schramm@ifsc.edu.br

<sup>\*\*\*\*\*</sup> Doutor em Oceanografia pela University of Southampton, SOUTHAMPTON, Inglaterra. Pesquisador do Laboratório de Pesquisa e Monitoramento de Algas Nocivas e Ficotoxinas e professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC - campus Itajaí), Itajaí/SC - Brasil. E-mail: laoproenca@gmail.com

<sup>\*\*\*\*\*</sup> Doutor em Ciências, Área de Concentração Biotecnologia (UERJ). Coordenador do Laboratório de Ecotoxicologia e Microbiologia Ambiental (LEMAM) e professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense, campus Cabo Frio), Cabo Frio/RJ - Brasil. E-mail: mmoliveira@ifff.edu.br

*those bodies is necessary in order to ensure product quality in the market. Among the contaminants of these animals, the phycotoxins - toxins produced by microalgae stand out. This study presents aspects of the cultivation of bivalve molluscs, the major syndromes caused by phycotoxins accumulated in bivalve molluscs, studies on harmful algae monitoring conducted in other countries, and the Brazilian legislation relevant to the subject. We emphasize some difficulties in implementing the harmful algae monitoring program in Arraial do Cabo/RJ. Future aquaculture activities in the region will need this information, as well as coordinated actions between the government and fish farmers, so that they can act to control the quality of production of bivalve molluscs.*

*Keywords: Mariculture. Phycotoxins. Monitoring. Legislation.*

## **1 Introdução**

| 120 | Durante as últimas décadas temos presenciado o caloroso debate sobre a pesca e a aquicultura, envolvendo ações governamentais que viabilizassem as duas atividades de maneira sustentável. Com a criação do Ministério da Pesca e Aquicultura, pela Lei n.º 11.958, de 28 de junho de 2009, o país vem qualificando progressivamente o setor com políticas voltadas para o ordenamento, gestão e fomento. Nesse contexto, não se deve perder de vista o caráter social envolvido com a atividade que deve ter uma abordagem baseada na economia solidária (SOUTO, 2012). A qualificação profissional e desenvolvimento socioeconômico e cultural dos atores envolvidos denotam para as abordagens comunitárias e locais. Desse modo, este estudo levanta a questão do cultivo de moluscos, as principais ficotoxinas que ameaçam a atividade em fazendas de maricultura, o monitoramento de algas nocivas realizado em outros países e a legislação brasileira pertinente ao assunto. Apontamos também algumas dificuldades na execução de programa de monitoramento de algas nocivas na região de Arraial do Cabo, RJ. Assim, nosso objetivo consiste em contribuir para a implementação de programa local para o monitoramento de ficotoxinas de forma que possa atender às necessidades da atividade e às normas sanitárias que regulamentam o setor.

## **2 Aspectos da produção de moluscos bivalves**

O aumento da produção de pescados a nível mundial para o abastecimento do mercado consumidor tem como base o desenvolvimento da aquicultura (cultivo de organismos aquáticos), uma vez que o volume de produção da pesca extrativista encontra-se há anos praticamente estagnado. Entre as décadas de 1980 e 2012 a produção da aquicultura mundial cresceu quase 12 vezes a uma taxa média de 8,6% ao ano (UNITED NATIONS, 2014). Nesse cenário, os moluscos de cultivo integraram o segundo grupo mais representativo em termos de volume de produção, com 22,8% da produção, equivalendo a 15,17 milhões de toneladas (UNITED NATIONS, 2014). Em relação apenas aos organismos marinhos cultivados, sua importância se destaca, pois representam 60,3% da produção, seguido de peixes de barbatanas

(22,5%), crustáceos (15,8%) e outros animais aquáticos (1,35%) (UNITED NATIONS, 2014).

No Brasil, a produção de moluscos bivalves passou de 12,9 mil toneladas para 18,5 mil toneladas entre os anos 2000 e 2011, representando um crescimento de 43,4% nesse período (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS, 2000; BRASIL, 2013). Os principais Estados que se destacam são Santa Catarina e Rio de Janeiro e as principais espécies cultivadas são: o mexilhão *Perna perna*, com 86,2% da produção nacional, seguida pela ostra do pacífico *Crassostrea gigas* com 13,6% da produção (BRASIL, 2013).

O cultivo de moluscos é considerado uma atividade de grande importância para o desenvolvimento regional e local, tendo em vista seu alcance social e econômico às comunidades e populações litorâneas (MARQUES, 1998; FERREIRA; MAGALHÃES, 2004). Além disso, essa atividade tem se mostrado uma opção para pescadores que têm sofrido com a diminuição dos estoques pesqueiros, se tornando uma importante geradora de emprego, renda e inclusão social (ROSA, 1997).

No Estado do Rio de Janeiro o cultivo de moluscos desenvolve-se principalmente nos municípios de Angra dos Reis e Arraial do Cabo, mas também possuem cultivos os municípios de Niterói, Paraty, Mangaratiba, Armação dos Búzios, entre outros. No caso de Arraial do Cabo, a maricultura está localizada em área de Reserva Extrativista Marinha – ResexMar AC. Essa reserva, criada por meio de decreto presidencial s/n.º em 03 de janeiro de 1997, inclui uma faixa marinha de três milhas da costa em direção ao mar e 56.769 ha de lâmina d'água e tem como objetivo garantir a sustentabilidade da pesca para o pescador tradicional (FONSECA-KRUEL; PEIXOTO, 2004).

Quanto ao desenvolvimento do cultivo de moluscos, tanto em áreas de ResexMar quanto em locais fora de reservas, deve-se atender a um conjunto de normas que visam à qualidade e ao controle higiênico-sanitário dos organismos cultivados. Além do controle na implantação da produção, o monitoramento do cultivo de moluscos é uma ferramenta importante para a caracterização e o gerenciamento dos riscos à saúde pública decorrentes do possível consumo de mexilhões, vieiras e ostras contaminados por toxinas marinhas produzidas por microalgas tóxicas presentes no fitoplâncton (BRASIL, 2012a).

### **3 Principais ficotoxinas e síndromes de intoxicação envolvidas no cultivo de moluscos bivalves**

Biotoxinas marinhas são compostos produzidos naturalmente. O termo ficotoxinas indica metabólitos naturais produzidos por microalgas unicelulares (protocistas). A maioria das ficotoxinas é produzida por dinoflagelados, embora cianobactérias sejam relatadas por produzir a saxitoxina (STX), e o ácido domoico (AD) é produzido por diatomáceas (WIESE et al., 2010; VALE, 2004).

As intoxicações mais conhecidas e que podem afetar a saúde humana são nomeadas

segundo os sintomas experimentados pelos seres humanos, sendo as principais a síndrome paralisante ou envenenamento paralisante por moluscos (PSP – Paralytic Shellfish Poisoning), a síndrome diarreica ou envenenamento diarreico por moluscos (DSP – Diarrhetic Shellfish Poisoning), a síndrome amnésica ou envenenamento amnésico por moluscos (ASP – Amnesic Shellfish Poisoning), a síndrome neurotóxica ou envenenamento neurológico por moluscos (NSP – Neurotoxic Shellfish Poisoning), a síndrome por consumo de azaspirácidos (AZP – Azaspiracid Shellfish Poisoning) e a síndrome do venerupino (VSP – Venerupine Shellfish Poisoning) (CASTRO; MOSER, 2012; BARBIERI, 2009; HALLEGRAEFF, 2003).

A intoxicação paralisante ou envenenamento paralisante por moluscos – PSP (Paralytic Shellfish Poisoning) – é causada pelas toxinas chamadas saxitoxinas (STXs) atualmente consideradas as mais poderosas toxinas marinhas (WIESE et al., 2010; CASTRO; MOSER, 2012). Não há antídoto para a toxina, que pode ser fatal para o homem em pequenas doses, sendo a respiração artificial o único tratamento disponível (WIESE et al., 2010; HALLEGRAEFF et al., 1995). Além delas, mais de vinte outros congêneres podem causar a PSP, sendo geralmente hidrossolúveis e termoestáveis (CASTRO; MOSER, 2012).

A maioria dos países, incluindo o Brasil, utiliza um fator de tolerância de 0,8 mg STX eq/Kg<sup>1</sup> de carne de mexilhões (PROENÇA; SCHRAMM, 2013). O método para determinar toxinas da PSP mais largamente usado no momento é o bioensaio com camundongos, com um limite de detecção de aproximadamente 0,4 mg STX eq/Kg<sup>1</sup> (UNITED NATIONS, 2005).

Os sintomas variam sendo nos primeiros 30 minutos sensação de formigamento ou dormência ao redor dos lábios, gradualmente espalhando-se no rosto e pescoço e pelas extremidades, dor de cabeça, tonturas, náuseas, vômitos e diarreia. Podem ocorrer ainda paralisia muscular, dificuldade respiratória acentuada, sensação de asfixia e morte por parada respiratória, que ocorre em média de 2 a 12 horas após a ingestão do alimento contaminado (HALLEGRAEFF, 2003; BRASIL, 2012b).

Eventualmente espécies de algas produtoras de saxitoxina e seus congêneres ocorrem em abundância suficiente para contaminar moluscos de cultivo (SCHRAMM et al., 2006). Estudos realizados no Brasil mostram que as ficotoxinas paralisantes contaminam a carne de mexilhões *Perna perna* e estes são depurados rapidamente, quando ocorre a redução da floração de algas nocivas (PROENÇA et al., 1999; SCHRAMM; PROENÇA, 2008).

A PSP está normalmente relacionada à presença de espécies do gênero *Alexandrium*, tais como: *A. catenella*, *A. acatenella*, *A. andersonii*, *A. cohorticula*, *A. excavatum*, *A. fraterculus*, *A. fundyense*, *A. minutum* e *A. tamarense*, como também, *Gymnodinium catenatum* e *Pyrodinium bahamense var. compressum* (HALLEGRAEFF, 2003; CASTRO; MOSER, 2012). Além dessas espécies, algumas cianobactérias tais como *Aphanizomenon flos-aquae* podem contribuir para a produção da toxina (CASTRO; MOSER, 2012).

Até o momento, o único organismo marinho identificado como produtor de ficotoxinas da PSP no Brasil foi *Gymnodinium catenatum*, responsável por contaminar mexilhões *Perna perna* em Santa Catarina (SCHRAMM et al., 2006).

A DSP (Diarrhetic Shellfish Poisoning) foi descoberta primeiramente no Japão em 1976

(YASUMOTO et al., 1978) e sua ocorrência em áreas de cultivo ou de extração de moluscos filtradores, representa um risco à saúde pública podendo comprometer a produção e causar danos econômicos a produtores ou extratores. A síndrome diarreica ou envenenamento diarreico por moluscos é causada por um grupo de toxinas lipofílicas (BRASIL, 2012b), produzidas principalmente por alguns dinoflagelados dos gêneros *Prorocentrum* e *Dinophysis* e são acumuladas nos tecidos dos moluscos durante o processo de filtração.

Essas toxinas são divididas em diferentes grupos, dependendo da estrutura química. O primeiro grupo inclui o ácido ocadaico (AO) e seus derivados incluindo as dinofisistoxinas (DTXs), o segundo grupo é formado pelas yessotoxinas (YTXs) e o terceiro pelas pectenotoxinas (PTXs). No entanto, apenas o grupo do AO e seus derivados incluídas as DTXs é considerado promotor da síndrome diarreica. As outras toxinas são consideradas isoladamente, uma vez que sua ação não envolve os sintomas descritos para a síndrome (PAZ et al., 2008; CASTRO; MOSER, 2012). O AO é um inibidor potente de uma classe de enzimas – as proteínas fosfatases do tipo PP1 e PP2A e leva à acumulação na célula de proteínas hiperfosforiladas, alterando numerosos processos metabólicos (FRANCHINI et al., 2010; VALE, 2004). Yessotoxinas não causam diarreia ou inibição de proteínas fosfatases (PAZ et al., 2008). Ainda assim, a legislação brasileira estabelece a referência de 1,0 mg equivalentes de yessotoxina por quilograma de parte comestível dos moluscos (1,0 mg YTX eq/Kg<sup>-1</sup>) (PROENÇA; SCHRAMM, 2013; BRASIL, 2012b), enquanto que o valor estabelecido pela legislação internacional é de 3,75 mg YTX eq/Kg<sup>-1</sup> (DO/UE, 2013). Regulamentos europeus e a legislação brasileira adotam valores máximos de AO conjuntamente com DTXs e PTXs de 0,16 mg AO eq/Kg<sup>-1</sup> de tecido comestível (PROENÇA; SCHRAMM, 2013; BRASIL, 2012b; UNITED NATIONS, 2005).

Entre as principais espécies associadas à DSP são descritas espécies do gênero *Dinophysis*: *D. acuta*, *D. acuminata*, *D. caudata*, *D. fortii*, *D. norvegica*, *D. mitra*, *D. rotundata*, *D. sacculus*, *D. hastata* e *D. tripos*; espécies do gênero *Prorocentrum*: *P. lima*, *P. arenarium*, *P. belizeanum*, *P. concavum*, *P. maculosum*, e *P. redfieldi* e as espécies *Gonyaulax polyhedra*, *Phalacroma rotundatum*, *Protoceratium reticulatum*, *Protoperidinium oceanicum*, *Protoperidinium pellucidum* (HALLEGRAEFF, 2003; CASTRO; MOSER, 2012).

A ingestão de moluscos contaminados com AO produz, na intoxicação aguda, distúrbios gastrointestinais como vômitos, náuseas, diarreia e dor abdominal. A diarreia pode surgir em média no intervalo entre 30 minutos até poucas horas após o consumo de moluscos contaminados. Raramente o quadro clínico manifesta-se passadas mais de 12 horas. Sua frequência pode ser de 10 a 20 vezes por dia, nos casos graves. Os sintomas cessam, em geral, ao final de três dias (YASUMOTO et al. 1978).

O consumo regular de mexilhões contaminados por AO pode promover tumores no sistema digestório humano após exposição prolongada (HALLEGRAEFF, 2003; MARINÉ et al., 2009).

No Brasil, a presença de fitoplâncton produtor de AO ou seus derivados foi bem documentada por PROENÇA et al. (2007) em estudo no litoral de Santa Catarina, onde o dinoflagelado *Dinophysis cf. acuminata* estava presente nas amostras coletadas de água marinha (4,0 X 10<sup>2</sup> cél.L<sup>-1</sup>) e os extratos obtidos de mexilhões *Perna perna* apresentaram resultado positivo para

DSP em bioensaio com camundongos. Lourenço et al. (2007) encontraram baixos valores de AO ( $2,65 \text{ ng.g}^{-1}$  de hepatopâncreas) em uma amostra (março de 2004) de mexilhões cultivados em Ilha Grande, município de Angra dos Reis/RJ, associado a presença de *Dinophysis cf. acuminata*, mas não relatando resultados positivos nas coletas dos meses subsequentes (abril e maio de 2004). Os autores sugerem a ocorrência de autodepuração natural dos moluscos bivalves. Em outro estudo na mesma área citada acima, analisando amostras de mexilhões entre maio e outubro de 2006, encontraram-se valores mais altos de AO (entre 0,2 e  $8,54 \text{ }\mu\text{g.g}^{-1}$  de hepatopâncreas) de mexilhões *Perna perna* (MARINÉ et al., 2010).

A ASP (Amnesic Shellfish Poisoning), síndrome amnésica ou envenenamento amnésico por moluscos, pode provocar náuseas, vômitos, diarreias, cólicas, alucinações e perda de memória (amnésia) após 3 ou 5 horas do consumo de moluscos contaminados (HALLEGRAEFF, 2003). Causada pelo ácido domoico (AD), é caracterizada também por uma síndrome de neuropatia sensorio-motora axonal (fraqueza muscular e reflexos sensoriais ausentes), convulsões, coma e morte (BRASIL, 2012b). As espécies de diatomáceas do gênero *Compl. Pseudo-nitzschia*: *P. multiseriata*, *P. pungens*, *P. pseudodelicatissima*, *P. australis*, *P. seriata*, *P. delicatula*, *P. cuspidata*, *P. fraudulenta*, *P. multistriata*, e *P. turgidula* e as espécies *Amphora coffeaeformis*, *Nitzschia navis-varingica* são responsáveis pela produção do ácido domoico (HALLEGRAEFF, 2003; CASTRO; MOSER, 2012).

Em 2008, estudos realizados em Santa Catarina mostraram que o ácido domoico foi encontrado apenas em 3% das amostras de mexilhão e em concentrações 50 vezes abaixo do limite máximo permitido em legislação internacional e brasileira, que é de  $20 \text{ mg AD eq/Kg}^{-1}$  (SCHRAMM; PROENÇA, 2008). Em 2009, pela primeira vez, a colheita foi interrompida no Estado de Santa Catarina pela ocorrência de AD durante o verão em concentrações superiores a  $20 \text{ mg AD eq/Kg}^{-1}$ . Embora ostras e mexilhões tenham sido afetados, não houve casos registrados de intoxicação (PROENÇA; SCHRAMM, 2013). Não há tratamento específico para as vítimas de ASP e a intoxicação em alguns casos, pode ser letal (HALLEGRAEFF et al., 1995).

A síndrome neurotóxica ou envenenamento neurológico por moluscos - NSP (Neurotoxic Shellfish Poisoning) é gerada pela síntese de brevetoxinas (BTX), por espécies do gênero *Karenia*: *K. brevis* (anteriormente chamada *Gymnodinium breve* e *Ptychodiscus brevis*), *K. papilionacea*, *K. selliformis* e *K. bigititata* (HALLEGRAEFF, 2003). As brevetoxinas são poliésteres lipossolúveis e termoestáveis (CASTRO; MOSER, 2012). Ocasionalmente causam distúrbios respiratórios com sintomas semelhantes à asma, incluindo broncoespasmos, redução da frequência respiratória, distúrbios cardíacos e diminuição da temperatura corporal, calafrios, dor de cabeça, diarreia, fraqueza, dores musculares, câibras, dores articulares, náuseas, convulsões, vômitos e coma (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY, 2010; UNITED NATIONS, 2004; HALLEGRAEFF, 2003).

A NSP parece estar limitada ao Golfo do México, à costa leste dos Estados Unidos da América (EUA) e à Nova Zelândia na região do Golfo Hauraki. No entanto, a descoberta de novos grupos de algas produtoras de BTX e a tendência constatada para a expansão da distribuição das florações algais sugerem que toxinas do grupo BTX estão surgindo em outras regiões do mundo (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY, 2010).

Atualmente não há regras sobre toxinas do grupo BTX em marisco ou peixe na Europa. Alguns países de outras regiões do mundo estabeleceram níveis de ação ou níveis máximos de toxinas do grupo BTX em marisco. Nos EUA, o nível de ação é de 20 unidades de mouse (MUs)/100 g (0,8 mg BTX 2 eq/Kg<sup>-1</sup>). Na Nova Zelândia e Austrália, o nível máximo é de 20 MUs/100 g, mas o análogo BTX não é especificado (EFSA, 2010). A gestão de risco que se realiza atualmente nos estados costeiros do Golfo do México se baseia também no fechamento dos cultivos de marisco a valores de 5.000 cél./L<sup>-1</sup> de *K. breve* sendo reaberto quando as taxas nos mariscos são inferiores a 0,8 mg BTX eq/Kg<sup>-1</sup> (UNITED NATIONS, 2005).

O envenenamento azaspirácido de moluscos, AZP (Azaspiracid poisoning), é uma descoberta recente e causada pelo consumo de azaspirácido produzido pelo dinoflagelado *Azadinium spinosum*. Os azaspirácidos (AZAs) são toxinas marinhas lipofílicas, poliéteres que se acumulam em diferentes espécies de moluscos e têm sido associados a intoxicações gastrointestinais em seres humanos desde 1995 quando houve um surto na Holanda após o consumo de mexilhões provenientes da Irlanda onde casos de intoxicação por AZA já haviam sido relatados (TWINER et al., 2008). O AZA já foi detectado em moluscos bivalves da Inglaterra, Noruega e França (VALE, 2004).

Apresenta como principais compostos os azaspirácidos 1 a 3 – AZA 1, AZA 2 e AZA 3 (CASTRO; MOSER, 2012). O envenenamento azaspirácido tem sido confundido com a DSP devido à similaridade dos sintomas apresentados em humanos podendo resultar em sintomas agudos graves que incluem náuseas, vômitos, calafrios, diarreia severa e cólicas estomacais. As concentrações entre 23 e 86 mg/pessoa são citadas como suficientemente tóxicas para o homem (UNITED NATIONS, 2004). No entanto, acredita-se que azaspirácido seja muito mais tóxico do que o ácido ocadaico, a principal causa de DSP. A legislação internacional e brasileira tem adotado os mesmos valores determinados para DSP – 0,16 mg AZA eq/Kg<sup>-1</sup> de carne (AZA 1) (PROENÇA; SCHRAMM, 2013; BRASIL, 2012b; UNITED NATIONS, 2005).

Devido aos dados disponíveis limitados, a partir de muitos dos eventos AZP, quase todas as informações relativas à toxicologia de AZA foram obtidas por meio do controle *in vitro* e *in vivo* (TWINER et al., 2008). Estudos *in vivo* têm mostrado efeitos não somente em relação ao trato intestinal, mas em tecidos linfóides e células do sistema imune. Sabe-se que o azaspirácido e seus análogos não são encontrados apenas no hepatopâncreas dos moluscos cultivados (CASTRO; MOSER, 2012).

A intoxicação por venerupino(a) ou VSP (Venerupine Shellfish Poisoning) constitui um sério problema de saúde pública em certas regiões do Japão, Golfo do México e Flórida com registros de contaminação de moluscos (BARBIERI, 2009; MIOTTO; TAMANAHA, 2012). A venerupina é uma substância produzida por variedades do dinoflagelado *Prorocentrum minimum*, encontrado em águas salobras, frias, temperadas a tropicais (MIOTTO; TAMANAHA, 2012). O VSP ocasiona no homem um quadro hemorrágico (nasal, digestivo e cutâneo) e hepatotóxico (encefalopatia) (PINILLOS et al., 2003). A manifestação da intoxicação se dá após um período de 24 a 48 horas, com anorexia, halitose, náuseas, vômitos, dores gástricas, constipação e dores de cabeça. Esse quadro pode complicar-se porque o paciente fica inquieto, aumentando a hematemesa

e o sangramento das mucosas oral e nasal. Em casos graves podem ocorrer icterícia, petéquias e enquimoses, e, nos letais, lesão hepática aguda, excitação extrema, delírio e coma (BARBIERI, 2009). Para as últimas três ficotoxinas relatadas não temos registros de intoxicação no Brasil.

Até o ano de 2003 eram registrados em uma escala global perto de 2000 (dois mil) casos de intoxicações humanas, provocados pelo consumo de peixe ou marisco contaminado. Desses, aproximadamente 15% resultavam em mortes. Muitas destas mortes provocadas pelas síndromes relacionadas às toxinas de algas (HALLEGRAEFF, 2003). A ocorrência de inúmeros episódios de intoxicação humana grave levou as autoridades de muitos países a implementarem medidas de prevenção tais como o monitoramento de toxinas nos bivalves e a regulamentação dos respectivos níveis de tolerância (VIEGAS, 2009). No Brasil, temos como exemplo o Estado de Santa Catarina onde há casos registrados segundo dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação da Secretaria Estadual de Saúde. Segundo esse sistema, no ano de 2007, 13 pessoas foram intoxicadas em Imbituba e 130 pessoas sofreram intoxicação alimentar no mesmo período do ano em Bombinhas, distante 120 km da primeira ocorrência (SCHRAMM; PROENÇA, 2008).

As algas planctônicas microscópicas dos oceanos são alimento fundamental para moluscos bivalves filtradores sendo, na maioria dos casos, benéfica a aquicultura (HALLEGRAEFF, 2003). Chamamos a atenção para os efeitos negativos na saúde humana de uma floração de algas tóxicas em área de cultivo dos organismos marinhos onde não haja o monitoramento. A exemplo do Estado de Santa Catarina, é importante ressaltar que a produção, associada a um programa de monitoramento de biotoxinas marinhas fortalece a importância do setor aquícola do país, que encontra-se em crescimento.

## 4 Florações de algas nocivas e programas de monitoramento ambiental

Moluscos bivalves são filtradores e se alimentam principalmente de fitoplâncton captado da corrente de água gerada pelos batimentos dos cílios de suas brânquias (FERREIRA; MAGALHÃES, 2004). Quando microalgas produtoras de toxinas se encontram presentes no fitoplâncton podem acumular em sua carne, principalmente na glândula digestiva (hepatopâncreas), uma ampla variedade de biotoxinas.

Com o processo de seleção das partículas alimentares baseada principalmente em microalgas, esses animais acabam por ingerir grande quantidade de dejetos de origem orgânica e inorgânica. E, devido ao seu sistema de circulação aberta, o contato dos tecidos diretamente com essas partículas faz com que ocorra uma rápida absorção e acúmulo de qualquer componente presente na água (FERREIRA; MAGALHÃES, 2004).

Florações de algas nocivas (FANs), também designadas pela sigla em inglês HAB (Harmful Algal Bloom), é o fenômeno biológico que inclui tanto espécies produtoras de toxinas (ficotoxinas), que podem contaminar consumidores finais da cadeia trófica pela bioacumulação, quanto grandes produtoras de biomassa, que podem levar à depleção de oxigênio dissolvido na



água e que, tendo produzido ou não toxinas, pode aumentar a taxa de mortalidade no ambiente marinho (CASTRO; MOSER, 2012).

Várias são as causas citadas na literatura para a ocorrência das FANs. Além das causas naturais (eutrofização natural e variação climática natural), podemos citar o aumento excessivo da concentração de nutrientes na coluna d'água ocasionado pelo aporte fluvial e pela carga de nutrientes de origem terrestre por influência antrópica como os principais responsáveis pelo aumento da produtividade primária (HALLEGRAEFF, 2003; CASTRO; MOSER, 2012).

As FANs vêm nas últimas décadas despertando preocupações e atitudes de âmbito internacional sendo tema recorrente em todas as grandes conferências (GLIBERT; PITCHER, 2001; HALLEGRAEFF, 2003). Fruto dessa preocupação, em janeiro de 2003, a Agência de Proteção Ambiental (EPA) norte-americana organizou uma mesa-redonda para estabelecer um consenso sobre a relação de florações de algas nocivas e eutrofização (HEISLER et al., 2008). A reflexão sobre quais os verdadeiros efeitos do aporte de nutrientes no ambiente aquático é a base das abordagens que visam prever ou mitigar um evento de FAN.

O programa de Ecologia Global e Oceanografia de Blooms de Algas Nocivas (Global Ecology and Oceanography of harmful algal blooms – GEOHAB) promove parcerias internacionais que objetivam determinar as relações ecológicas, mecanismos oceanográficos e processos de modelagem que visem melhorar a previsão das FANs (GLIBERT; PITCHER, 2001).

Frolov et al. (2013) relatam sobre programas de monitoramento de florações na costa oeste dos EUA. Nesse trabalho eles destacam a importância do uso de uma rede de monitoramento que envolva imagens de satélite (usaram o MODIS-FLH, linha de altura de fluorescência) e a existência de estações de análise *in situ* de clorofila-*a* próximas à costa (nearshore). Mas que ainda assim esta rede era insuficiente para estudos temporais e espaciais das florações em períodos curtos de tempo. Sugerindo-se a inclusão de estações *in situ* longe da costa (offshore).

O estabelecimento de entendimento mais abrangente do fenômeno das florações vem nos últimos anos promovendo novas abordagens e estratégias para o enfrentamento do problema. Anderson et al. (2012) em trabalho de revisão recente estabelecem que a taxonomia e genética são importantes ferramentas na determinação de diferentes espécies e na análise da expressão dos genes que são envolvidas na produção de ficotoxinas. Além do uso da cromatografia líquida com espectrômetro de massas (LC-MS/MS) como ferramenta de inovação indispensável no reconhecimento de ficotoxinas.

Ainda nesse aspecto, Sellner et al. (2003) apontam para a necessidade da aplicação de técnicas que detectem as algas nocivas e toxinas no início dos processos de floração. Essas informações ajudariam profissionais da pesca, da aquicultura e de saúde pública a minimizar os efeitos das FANs. Os autores destacam que, embora a técnica microscópica de identificação de táxons garanta resultados com acurácia, ela tem a desvantagem de depender de certo tempo para realização da análise e exige a presença de analisador que tenha *expertise* em taxonomia dos grupos a serem identificados. Nesse sentido, uma alternativa são as detecções baseadas em citometria de fluxo que analisam a morfologia e propriedades ópticas do fitoplâncton.

Existem também diferenças na magnitude de bioacumulação pelos mexilhões em diferentes

regiões devido à quantidade de chuvas, tipos de ventos, correntes marinhas e temperatura entre regiões tropicais e subtropicais e as regiões temperadas (FERREIRA et al., 2013), o que mostra a importância de conhecimento também desses dados.

Em trabalho organizado pela FAO/OMS/IOC sobre avaliação e gestão de riscos de biotoxinas em moluscos bivalves, Lawrence et al. (2011) destacam os parâmetros relacionados ao aparecimento das florações de algas. Eles podem ser divididos em parâmetros físicos (temperatura, vento, condições de luz, hidrografia), químicos (nutrientes, oxigênio, acidez) e biológicos (pastagem e micro-organismos parasitas). Neste mesmo trabalho, os fatores relacionados aos moluscos bivalves também são considerados tais como: condições da cultura (profundidade e manutenção das estruturas de apoio que evitam o crescimento de microalgas bentônicas tóxicas); taxas de filtração e metabolismo dos bivalves (padrão de filtração, micro-organismos que afetam o molusco bivalve, mudanças no metabolismo ocasionadas por variações sazonais, reprodução e estresse ambiental). Todos esses aspectos devem ser levados em consideração quando nos deparamos com florações que podem ocorrer em condições variáveis durante o ano.

Mafra Júnior et al. (2006), em estudo no complexo estuarino do Paranaguá, no Sul do Brasil, determinam fatores ambientais como: índice pluviométrico, temperatura da água, salinidade, turbidez, nutrientes (nitrito, nitrato, fosfato, silicato e amônia), clorofila-*a*. Tais fatores foram associados às análises taxonômicas de algas nocivas, bioensaios com camundongos para DSP e PSP e análise de HPLC (cromatografia líquida de alta performance) para ASP para extratos obtidos do molusco bivalve *Mytella guyanensis*. Os resultados indicaram a presença de algas nocivas com confirmação para ficotoxinas da DSP (em 2002) relacionadas a *Dinophysis acuminata* e toxinas da PSP e ASP em cepas cultivadas em laboratório.

## 5 Monitoramento e legislação no Brasil

A investigação pela ocorrência de algas nocivas e ficotoxinas na carne dos moluscos cultivados foi iniciada em 1997 no Estado de Santa Catarina e deu suporte à atividade de maricultura local. Iniciando-se um programa piloto de monitoramento desenvolvido pelo Laboratório de Estudos sobre Algas Nocivas, da Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) em uma importante área de cultivo do Estado, sendo o primeiro em todo o litoral brasileiro. Posteriormente, a criação do Comitê Nacional de Controle Higiênico Sanitário de Moluscos Bivalves (CNCMB), extinto em 2012, incluiu não só o monitoramento microbiológico, mas também o de ficotoxinas envolvendo os moluscos bivalves (PROENÇA; SCHRAMM, 2013).

Atualmente os testes de monitoramento são exigidos pelo Programa Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves – PNCMB, que foi instituído pela Instrução Normativa Interministerial (INI) n.º 7, de 8 de maio de 2012, assinada conjuntamente pelo Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) e pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). O PNCMB foi elaborado para monitorar toda a produção do setor destinada ao consumo humano,

como ostras, berbigões, vieiras e mexilhões (BRASIL, 2012b).

A Instrução Normativa n.º 3, publicada no mês anterior, em 13 de abril de 2012 pelo Ministério da Pesca e Aquicultura, instituiu a RENAQUA – rede oficial de laboratórios responsáveis pela realização de diagnósticos e análises oficiais e pelo desenvolvimento contínuo de novas metodologias analíticas (BRASIL, 2012a; PROENÇA; SCHRAMM, 2013). Em seu artigo .3º, a Instrução Normativa n.º 3 também traz definições importantes dos principais tipos de intoxicações e a caracterização de micro-organismos que podem contaminar a carne dos bivalves. A inclusão também dos limites máximos aceitáveis de biotoxinas produzidas por algas para a retirada de moluscos bivalves dos locais de cultivo padroniza a produção brasileira com os valores aceitáveis em outros países. As referências (por quilograma de parte comestível) são: 0,8 mg equivalentes de saxitoxina, 0,16 mg equivalentes de ácido ocadaico, 1,0 mg equivalentes de yessotoxina, 0,16 mg equivalentes de azaspirácidos (AZA1) e 20 mg de ácido domoico (BRASIL, 2012b; PROENÇA; SCHRAMM, 2013).

Após a publicação da INI MPA/MAPA n.º 7, a instituição da Portaria n.º 204 publicada em 28 de junho de 2012/Portaria n.º 175, de 15 de maio de 2013, define as metodologias analíticas oficiais que deverão ser adotadas pela Rede Nacional de Laboratórios do MPA - RENAQUA (BRASIL, 2013).

Tendo em vista o disposto no artigo 7.º da INI MPA MAPA n.º 07/2012 e na Portaria n.º 204/2012, considera-se importante a correta operacionalização do monitoramento, controle e fiscalização de micro-organismos contaminantes e biotoxinas marinhas, bem como o monitoramento de espécies de microalgas potencialmente produtoras de toxinas. Sendo, para isso, elaborado em 2013 o Manual do MPA para o Programa Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves – PNCMB, que inclui o Manual de Coleta e Remessa de Amostras Oficiais do PNCMB e orientações para a definição da retirada de moluscos bivalves nas áreas de extração ou cultivo, que tem como objetivo orientar e padronizar os procedimentos de coleta e remessa de amostras no âmbito do PNCMB (BRASIL, 2012b).

Para o monitoramento oficial, devem ser realizadas coletas com periodicidade mínima de 15 em 15 dias em cada área de extração ou cultivo. Sendo observado um incremento significativo das populações de microalgas produtoras de toxinas, associado a condições oceanográficas favoráveis ao seu desenvolvimento, deve-se aumentar a frequência de coleta de moluscos e água para o monitoramento de biotoxinas e microalgas para, no mínimo, semanalmente. Caso haja mais de uma espécie de molusco bivalve em uma mesma área de cultivo ou extração, é determinada uma espécie a ser coletada para o monitoramento. Nesse caso, sendo detectada a presença de ficotoxinas nessa espécie, as demais espécies cultivadas deverão ser coletadas e monitoradas.

A portaria estabelece ainda os métodos para determinação da concentração dos diversos tipos de toxinas responsáveis pelas principais síndromes associadas ao consumo de bivalves. Esses métodos estão descritos no quadro abaixo (Quadro 1):

Síndromes associadas ao consumo de bivalves	Metodologia de referência	Metodologia alternativa
<b>Toxinas paralisantes</b> (PSP)	Método biológico (AOAC 959.08)	Método de cromatografia líquida de alta eficiência com detecção por fluorescência HPLC-FLD com derivatização pré-coluna (AOAC 2005.06) ou com derivatização pós-coluna (AOAC 2011.02)
<b>Toxinas amnésicas (ASP)</b>	Método de cromatografia líquida de alta eficiência com detecção em HPLC-UV (referência EURL- MB-Harmonised- ASP- HPLC-UV - Regulamento CE n° 1244/2007)	Método de LC MS/MS (referência EU-RL-MB- Harmonised- ASPHPLC- MS - Regulamento CE n° 1244/2007)
<b>Toxinas lipofílicas</b> (grupos AO, YTX e AZA)	Método de cromatografia líquida com detecção por espectrometria de massas LC-MS/MS (referência EU-RL- MB- Harmonised-LIPO-LCMS/MS - Regulamento UE n° 15/2 011) com determinação dos seguintes compostos: grupo do ácido ocadaico (AO, DTX1, DTX2, DTX3 incluindo seus ésteres); II - grupo yessotoxinas (YTX, 45-OH-YTX, Homo-YTX, 45-OH-Homo-YTX); III - grupo azaspirácidos (AZA1, AZA2, AZA3)	Métodos biológicos de análise (referência EU-RLMB- Harmonised- MBA-Lipophilic - Regulamento UE n° 15/2011)

**Quadro 1-Métodos para determinação da concentração de toxinas, adaptado da Portaria n.º 204/2012 (BRASIL, 2012c)**

Para o monitoramento de espécies de microalgas potencialmente produtoras de toxinas, serão coletadas amostras de água marinha para a realização de análise quantitativa e uma amostra concentrada em rede de fitoplâncton para análise qualitativa. A identificação das espécies de microalgas produtoras de toxinas feita por microscopia ótica e a contagem dos organismos realizada pelo método de câmara de sedimentação de UTERMÖHL. Na contagem, deverão ser estimados o fitoplâncton total e as espécies de microalgas potencialmente produtoras de toxinas associadas à contaminação de moluscos bivalves.

A partir dos resultados, havendo contradição com os valores dispostos no artigo 6.º do Anexo I da INI MPA/MAPA n.º 07/2012 aplicam-se os critérios utilizados para a definição de retirada de moluscos bivalves e liberação de área suspensa de acordo e com as metodologias analíticas oficiais dispostas na Portaria MPA n.º 204/2012, a fim de garantir a sua qualidade para o consumo.

A RENAQUA conta com quatro laboratórios sendo um deles designado para atuar como laboratório oficial central (AQUACEN) e os demais como laboratórios oficiais (LAQUAs). Na

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), está abrigado o laboratório central dedicado à saúde animal. Esse é o laboratório que desenvolve, valida e implementa na rede de laboratórios os diagnósticos oficiais de doenças de animais aquáticos, além de ser o auditor central. A Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) abriga o laboratório dedicado ao diagnóstico de doenças de crustáceos. A Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina – CIDASC abriga o laboratório de diagnóstico de doenças de animais aquáticos, e o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) abriga o laboratório de análises de biotoxinas marinhas (BRASIL, 2012a).

Dito isso, a implantação do programa de monitoramento contribui com a garantia de segurança da qualidade do produto ao consumidor, além de promover a valorização e a ampliação da produção de moluscos bivalves na região, a exemplo do Estado de Santa Catarina, é também um passo importante para a efetivação da regulamentação do PNCMB no Estado do Rio de Janeiro.

## 6 Área envolvida na proposta: Enseada do Forno – Arraial do Cabo/RJ

Arraial do Cabo é uma cidade costeira e situa-se entre as coordenadas 22° 57' 57" S, 42° 1' 40" W. Foi emancipada de Cabo Frio em 1985, e possui pouco mais de 28.000 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012).

Como se pode ver no mapa abaixo (Figura 1), o município de Arraial do Cabo possui algumas enseadas e, entre essas, destaca-se a Enseada do Forno, local onde estão localizadas atualmente três fazendas marinhas de cultivo de moluscos bivalves (mexilhões, ostras e vieiras). A produção nessas fazendas beneficia diretamente as famílias que vivem da renda gerada pela venda, principalmente em alta temporada no município.

| 131 |

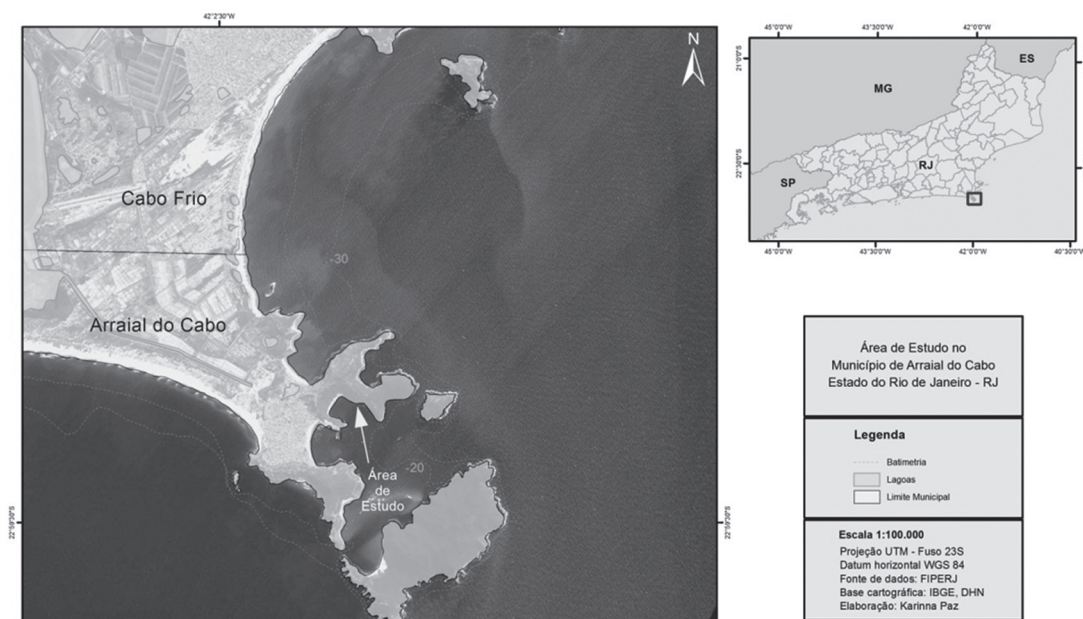


Figura 1 – Área da fazenda de maricultura

Arraial do Cabo apresenta dois fatores relevantes que influenciam diretamente na pesca: uma singular projeção oceânica em relação ao litoral, tornando-a um dos pontos da costa brasileira que mais se projeta em direção ao mar, e a presença do fenômeno da ressurgência (RODRIGUES, 2011). A ressurgência (*upwelling*) consiste no afloramento das águas mais profundas e frias (abaixo de 20 °C) até a superfície do oceano, condicionado por efeitos físicos aumentando o teor de nutrientes (CARVALHO; RODRIGUES, 2004), com picos de ocorrência na primavera e verão. Nesse sentido, essa região apresenta condições favoráveis ao desenvolvimento do cultivo de moluscos (LAVINAS et al., 2008).

## 7 Aspectos gerais sobre o cultivo de moluscos em Arraial do Cabo

O município de Arraial do Cabo possui uma importância histórica no desenvolvimento de tecnologias relacionadas à maricultura no Brasil, uma vez que foi um dos pioneiros nas pesquisas de cultivo de moluscos e peixes marinhos (POLI, 2004; MARENZI et al., 2008). Esse fato sucedeu com o início das atividades do Projeto Cabo Frio, iniciado pelo então diretor do Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM). Em 1984, foi criado o Instituto Nacional de Estudos do Mar (INEM) aproveitando os trabalhos realizados, os pesquisadores e as instalações do Projeto, atualmente Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira – IEAPM (IEAPM, 2003). O Projeto Cabo Frio teve início em novembro de 1971 e tinha como objetivo a criação de uma instituição destinada a apoiar e executar estudos do mar e de seus recursos oceanográficos, físico-químicos e biológicos, estimulando a produção natural e promovendo a produção controlada de peixes, crustáceos, moluscos e algas, com o máximo aproveitamento das condições ambientais especiais existentes na região.

Atualmente o município possui três fazendas de cultivo de moluscos, sendo que todas são de responsabilidade de associações vinculadas a maricultores, pescadores, catadores de mariscos e moradores tradicionais. Essas fazendas foram criadas a partir de ações de apoio e fomento realizados principalmente pelo SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) a partir do ano de 2005 (DUARTE, 2007).

Na área de estudo, a vieira *Nodipecten nodosus* apresenta alto valor comercial e boa potencialidade de cultivo (NUNES et al., 2011), sendo a principal espécie cultivada, seguida pelo mexilhão *Perna perna* e a ostra do pacífico *Crassostrea gigas*. Lavinas et al. (2008) demonstraram que um crescimento satisfatório de *C. gigas* pode ser alcançado em poucos meses de cultivo na mesma região, mesmo em baixos eventos de ressurgência (estações Outono / Primavera).

O sistema de cultivo utilizado é o tipo *long-line*, que consiste num cabo mestre de aproximadamente 100 metros de comprimento onde as estruturas de cultivo são amarradas e suspensas por boias flutuadoras ou “bombonas”. Todo manejo é realizado de forma artesanal e em balsas flutuantes de madeira próximo ao cultivo, pois as fazendas não possuem estrutura em terra como ranchos.

As vieiras são cultivadas a partir de sementes produzidas em laboratório (“*hatchery*”) no próprio estado do Rio de Janeiro e geralmente são entregues com tamanho de 8 a 10 mm de comprimento. As sementes são cultivadas em lanternas japonesas do tipo berçário com geralmente cinco compartimentos (andares). Com o aumento de tamanho das vieiras do cultivo, é necessária a utilização de lanternas intermediárias e definitivas para fornecer condições favoráveis ao crescimento, além de uma série de manejos relacionados à diminuição da densidade das lanternas, troca e limpeza das mesmas, retirada de predadores e de conchas vazias (mortas), entre outros (AVELAR, 2000; RUPP; PARSONS, 2004).

O cultivo das ostras possui semelhanças com o das vieiras, principalmente no que se refere às estruturas de cultivo. Igualmente são utilizadas as lanternas berçário, intermediária e definitiva. Também são aplicados manejos ao longo do cultivo para fornecer condições adequadas de crescimento.

Já o cultivo do mexilhão é realizado em “cordas ou pencas de mexilhão” de 1,0 a 1,5 metro de comprimento. Inicia-se com sementes e juvenis de 2 a 4 cm de comprimento, coletados geralmente nas próprias estruturas de cultivo e em menor quantidade nos estoques naturais (costões rochosos da região). As cordas de mexilhão são preenchidas com auxílio de um cano de PVC, sendo as sementes ensacadas por duas redes: uma interna de algodão e uma externa de nylon, semelhante ao descrito por Ferreira e Magalhães (2004) e Marenzi e Branco (2005).

## **8 Considerações sobre a implantação de um programa de monitoramento de ficotoxinas na ResexMar de Arraial do Cabo** | 133 |

Reservas Extrativistas Marinhas são áreas protegidas, pertencentes ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, de base comunitária baseadas em modelo de cogestão de manejo e utilização sustentável dos recursos naturais (SANTOS; SCHIAVETTI, 2013). A pesca e a atividade de maricultura nessas reservas devem atender às necessidades das populações extrativistas tradicionais e aos princípios da sustentabilidade. É necessário um plano de manejo que garanta uma gestão participativa envolvendo todos os atores do processo. Embora haja discrepâncias na interpretação jurídica do direito ao uso do ambiente marinho pelas populações extrativistas tradicionais, não se tem como negar que a existência de uma ResexMar propicia uma gestão adequada dos recursos naturais (SANTOS; SCHIAVETTI, 2013). Em Arraial do Cabo, a ResexMar foi criada por agência ambiental governamental (IBAMA), conforme o Decreto s/nº, de 3 de Janeiro de 1997, sendo hoje administrada pelo ICMBio.

Nesse contexto, apesar do reconhecimento de que as ficotoxinas são um problema relevante na questão do cultivo de moluscos bivalves, algumas dificuldades tornam-se importantes obstáculos para a realização de um programa contínuo de monitoramento. Podemos destacar: a falta de laboratórios credenciados pelo Ministério da Pesca e Aquicultura próximos ao cultivo que possam ser responsáveis pelas análises fitoplanctônicas, toxicológicas e químicas, visto que o único laboratório credenciado pelo MPA localiza-se no Estado de Santa Catarina. Outro

ponto engloba a questão da logística de coleta, transporte e armazenamento, questão importante e que dificilmente encontra-se resolvida nos laboratórios que pretendem atender às coletas quinzenais propostas na legislação. E a falta de incentivo para qualificação do produto e serviço visando outros mercados (nacionais e internacionais). Essas questões podem ser amenizadas com ações integradas entre o setor produtivo e os órgãos públicos responsáveis pelo fomento, desenvolvimento e pela fiscalização do controle sanitário da atividade de cultivo de moluscos bivalves em todas as esferas: municipal, estadual e federal (Ministério da Pesca e Aquicultura, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, Secretarias de Meio ambiente ou Pesca, Fiperj, ICMBio, entre outros).

## 9 Conclusão

Devido a potenciais problemas de saúde pública e a importância social e econômica do cultivo de moluscos bivalves na ResexMar de Arraial do Cabo, faz-se necessária a realização de avaliações periódicas dessa produção no sentido de identificar quais espécies de microalgas de ocorrência nas áreas de cultivo devem ser monitoradas de perto em função da produção de toxinas e a incidência nos moluscos bivalves cultivados para evitar-se uma possível contaminação de seus consumidores finais.

O extrativismo e o cultivo nessa região são feitos por comunidades tradicionais como parte de sua estratégia de subsistência e o seu consumo e venda fazem parte do hábito dessas comunidades. O conhecimento de quais as espécies tóxicas de ocorrência nas áreas de cultivo é uma ferramenta a mais para a constituição de uma base de dados direcionada à elaboração de um programa de monitoramento e de planos de ação em saúde pública em caso de contaminação por teores de ficotoxinas acima do permitido na legislação brasileira. O monitoramento também reforça o controle higiênico-sanitário do produto garantindo-se uma melhor gestão da atividade.

A criação de programas de monitoramento de FANs torna-se importante para o manejo dos produtos da atividade de aquicultura, pois evita uma possível contaminação pelo acúmulo de toxinas nos moluscos levando a problemas na saúde pública, economia e turismo locais. E quando as causas de uma intoxicação alimentar oriundas de ficotoxinas são determinadas, seus efeitos podem ser evitados ou minimizados.

## Agradecimentos

Agradecemos à Geógrafa Karina Paz pela elaboração do mapa da área de estudo, a Viviane Almeida pela elaboração do Abstract e a Claudia Cristina M. F. de Oliveira pela revisão linguística do texto.



## Referências

- ANDERSON, D. M.; CEMBELLA, A. D.; HALLEGRAEFF, G. M. Progress in understanding harmful algal blooms: paradigm shifts and new technologies for research, monitoring, and management. *Annual Review of Marine Science*. n. 4, p. 143-76, 2012.
- AVELAR, J. L. O cultivo de vieiras no estado do Rio de Janeiro. *Panorama da aquicultura*. n. 62, p. 41-47, 2000.
- BARBIERI, E. O perigo das biotoxinas marinhas. São Paulo: Instituto de Pesca, 2009. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppeca/texto\_tecnico\_barbieri.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2014.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. *Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura*, 2013. 60 p.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. Instrução Normativa nº 3, de 13 de abril de 2012. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 75, 18 abr. 2012a., Seção 1, p. 37.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa interministerial nº 7, de 8 de maio de 2012. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 9 maio 2012b. Seção 1, p. 55-59.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. Portaria nº 175, de 15 de maio de 2013. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 93, 16 maio 2013. Seção 1, p. 57. 2013.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. Portaria nº 204, de 28 de junho de 2012. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 29 jun. 2012c. Seção 1, p. 56.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. RENAQUA. *O que é?*, 2012. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/index.php/monitoramento-e-controlempa/saude-pesqueira/laboratorios-renaqua/o-que-e>. Acesso em: 6 jun. 2014.
- CARVALHO, W. F.; RODRIGUES, E. G. Development of primary and bacterial productivity in upwelling waters of Arraial do Cabo Region, RJ (Brazil). *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 52, n. 1, p. 35-45, 2004.
- CASTRO, N. O.; MOSER, G. A. O. Florações de algas nocivas e seus efeitos ambientais. *Oecologia Australis*. v. 16, n. 2, p. 235-264, jun. 2012.
- DUARTE, R. B. A. *Histórias de sucesso: agronegócios: aquicultura e pesca*. Brasília: Sebrae, 2007. 200 p.
- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Scientific opinion on marine biotoxins in shellfish: emerging toxins: brevetoxin group: EFSA panel on contaminants in the food chain (CONTAM). *EFSA Journal*, Parma, Italy, v. 7, n. 8, p. 1677, 2010.
- FERREIRA, J. F.; MAGALHÃES, A. R. M. Cultivo de mexilhões. In: POLI, C. R. et al.

*Aquicultura: experiências brasileiras*. Florianópolis: Multitarefa Editora, 2004. p. 221-250.

FERREIRA, M. S. et al. Contaminação por metais traço em mexilhões Perna perna da costa brasileira. *Ciência Rural*, v. 43, n. 6, p. 1012-1020, 2013.

FONSECA-KRUEL, V. S.; PEIXOTO, A. L. Etnobotânica na reserva extrativista marinha de Arraial do Cabo, RJ, Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, v. 18, n. 1, p. 177-190, 2004.

FRANCHINI, A.; MALAGOLI, D.; OTTAVIANI, E. Targets and effects of yessotoxin, okadaic acid and palytoxin: a differential review. *Marine Drugs*, 2010. Disponível em: <[www.mdpi.com/journal/marinedrugs](http://www.mdpi.com/journal/marinedrugs)>. Acesso em: 7 set. 2014.

FROLOV, S.; KUDELA, R. M.; BELLINGHAM, J. G. Monitoring of harmful algal blooms in the era of diminishing resources: a case study of the U.S. West Coast. *Harmful Algae*, v. 21-22, p. 1-12, 2013.

GLIBERT, P.; PITCHER, G. (Eds.). *Global ecology and oceanography of harmful algal blooms: science plan*. Baltimore: SCOR (SCOR); Paris: IOC (UNESCO), 2001. 87 p.

HALLEGRAEFF, G. M.; ANDERSON, D. M.; CEMBELLA A. D. *Manual on harmful marine microalgae*. Paris, France: UNESCO, 1995. 793 p. (IOC Manuals and Guides, 33).

HALLEGRAEFF, G. M. Harmful algal blooms: a global overview. In: HALLEGRAEFF, G.M.; ANDERSON, D.M.; CEMBELLA A.D. (Eds.). *Manual on harmful marine microalgae*. Paris, France: UNESCO, 2003. 551p. (IOC Manuals and Guides, 33).

HEISLER, J. et al. Eutrophication and harmful algal blooms: a scientific consensus. *Harmful Algae*, v. 8, p. 3-13. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estimativas populacionais para os municípios brasileiros, 2012. Disponível em: <[www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2012/](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2012/)>. Acesso em: 2 abr. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Estatística da Pesca 2000: Brasil Grandes Regiões e Unidades da Federação. Brasília, 2000. 16 p.

INSTITUTO DE ESTUDOS DO MAR ALMIRANTE PAULO MOREIRA. Nossa história: a ressurgência, v. 1, n. 1, p. 3-5, 2003. Disponível em: <<https://www1.mar.mil.br/ieapm/?q=historico>>. Acesso em: 16 jun. 2014.

LAVINAS, A. F.; VILLAÇA, R. C.; SAAD, A. M. Evaluation of the growth and mortality of the oysters (*Crassostrea gigas*, Thunberg, 1795) in the sea farm in Arraial do Cabo, RJ. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 497-504. 2008.

LAWRENCE, J. et al. Assessment and management of biotoxin risks in bivalve molluscs. *FAO: Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, Rome, n. 551, 2011. 337 p.

LOURENÇO, A. J. Evidência de depuração natural da toxina diarreica ácido ocadaico em mexilhões *Perna perna* (LINNÊ, 1758) cultivados em fazenda de maricultura na baía de Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ. *Revista Brasileira de Ciências Veterinárias*. v. 14, n. 2, p. 91-94, maio/ago. 2007.

MAFRA JUNIOR, L. L.; FERNANDES, L. F.; PROENÇA, L. A. O. Harmful algae and toxins in Paranaguá Bay, Brazil: bases for monitoring. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 54, n. ½, p. 107-121, 2006.

MARENZI, A. W. C.; BRANCO, J. O. O Mexilhão *Perna perna* (Linnaeus) (Bivalvia Mytilidae) em cultivo na Armação do Itapocoroy, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. v. 22, n. 2, p. 394-399, 2005.

MARENZI, A. W. C. et al. O Mexilhão *Perna perna* (L.): biologia, ecologia e aplicações. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. p. 169-181.

MARINÉ, G. F. Detecção de ácido ocadaico em cultivo de mexilhões *Perna perna*, Angra dos Reis, RJ. *Ciência Rural*, v. 40, n. 1, p. 193-196, 2010.

MARQUES, H. L. A. *Criação comercial de mexilhão*. São Paulo: Ed. Nobel, 1998. 111 p.

MIOTTO, M. C.; TAMANAHA, M. S. Ocorrência de dinoflagelados tecados potencialmente tóxicos e nocivos em cultivos de moluscos situados no município de Penha, SC. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.*, v. 16, n. 1, p. 53-67, 2012.

NUNES, J. et al. Avaliação das taxas de crescimento e sobrevivência da vieira (*Nodipecten nodosus*) cultivada na Praia do Forno em Arraial do Cabo/RJ-Brasil: resultados preliminares. In: ENCONTRO NACIONAL DOS NÚCLEOS DE PESQUISA APLICADA EM PESCA E AQUICULTURA, 3., 2011, Búzios, RJ. *Anais... Búzios, RJ*, 2011. Disponível em: <<http://www.essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/ENNUPAS/article/view/1616>>. Acesso em: 20 jun. 2014.

PAZ, B. et al. Yessotoxins, a group of marine polyether toxins: an overview. *Mar drugs*. v. 6, n. 2, p. 73-102. 7 May 2008. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18728761>>. Acesso em: 5 out. 2014.

PINILLOS, M. A. Intoxicación por alimentos, plantas y setas. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, Pamplona, v. 26, supl. 1, 2003. Disponível em: <[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1137-66272003000200015](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272003000200015)> Acesso em: 5 out. 2014.

POLI, C. R. Cultivo de ostras do Pacífico (*Crassostrea gigas*, 1852). In: POLI, C. R. et al. *Aqüicultura: experiências brasileiras*. Florianópolis, SC: Multitarefa Editora, 2004. p. 251-266.

PROENÇA, L. A. Análise de toxinas diarreicas em duas espécies de *Prorocentrum* (dinophyceae) isoladas em área de cultivo de moluscos: notas técnicas. *Facimar*. v. 3, p. 41-45, 1999.

PROENÇA, L. A. O. et al. Diarrheic shellfish poisoning (DSP) outbreak in subtropical southwest Atlantic. *Harmful Algal News*, v. 33, p. 19-20, 2007.

PROENÇA, L. A. O.; SCHRAMM, M. A. Limites seguros para Ficotoxinas em moluscos bivalves conhecendo a doença para elaborar estratégias de controle. *Panorama da Aquicultura*, 2013. Disponível em: <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/novosite/?p=2134>>. Acesso em: 20 jun. 2014.

RODRIGUES, M. T. Ressurgência: fenômeno da Vida. *Revista do Meio Ambiente*. v. 41. 2011. Disponível em: <<http://www.portaldomeioambiente.org.br>>. Acesso em: 6 abr. 2014.

ROSA, R. C. *Impacto do cultivo de mexilhão nas comunidades pesqueiras de Santa Catarina*. 1997. 183 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias)–Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 1997.

RUPP, G. S.; PARSONS, G. J. Scallop aquaculture and fisheries in Brazil. In SHUMWAY, S. E.; PARSONS, G. J. (Eds.). *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*. Developments in Aquaculture and Fisheries Science. *Elsevier*, v. 35, p. 1225-1250, 2006.

SANTOS, C. Z.; SCHIAVETTI, A. Reservas extrativistas marinhas do Brasil: contradições de ordem legal, sustentabilidade e aspecto ecológico. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. 39, n. 4, p. 479-494, 2013.

SCHRAMM, M. A. et al. Toxinas paralisantes em mexilhão *Perna perna* em áreas de cultivo da costa sul do Brasil: estudo de caso. *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, v. 17, n. 4, p. 443-450, 2006.

| 138 | SCHRAMM, M. A.; PROENÇA, L. A. O. cultivo de moluscos: monitoramento de algas nocivas e ficotoxinas. *Panorama da Aquicultura*, mar./abr. 2008.

SELLNER, K. G.; DOUCETTE, G. J.; KIRKPATRICK, G. J. Harmful algal blooms: causes, impacts and detection. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, v. 30, p. 383-406, 2003.

SOUTO, C. A. P. Economia solidária e gestão sustentável da pesca e aquicultura: uma análise da abordagem econômico-solidária em políticas públicas de pesca e aquicultura no Brasil. *Agroecossistemas*, v. 4, n. 1, p. 87-102, 2012.

TWINER, M. J. et al. Azaspiracid shellfish poisoning: a review on the chemistry, ecology, and toxicology with an emphasis on human health impacts. *Marine Drugs*, v. 6, p. 39-72, 2008.

UNIÓN EUROPEA. Comisión. Reglamento nº 786, de 16 de agosto de 2013. Modifica el anexo III del Reglamento (CE) nº 853/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a los límites autorizados de yesotoxinas en moluscos bivalvos vivos. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 17 agosto 2013. Disponível em: <<http://www.boe.es/doue/2013/220/L00014-00014.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2014.

UNITED NATIONS. Food and Agriculture Organization. Biotoxinas marinas. *Estudio FAO: alimentación y nutrición*. Roma, 2005. 229 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/008/y5486s/y5486s00.htm>>. Acesso em: 17 out. 2014.

\_\_\_\_\_. Food and Agriculture Organization. Marine biotoxins. *FAO: Food and Nutrition Paper*, Rome, Italy, v. 80. 2004. 280 p.

\_\_\_\_\_. Food and Agriculture Organization. *The state of world fisheries and aquaculture*. Rome. 2014. 223 p.

\_\_\_\_\_. Food and Agriculture Organization; Intergovernmental Oceanographic Commission; World Health Organization. Background document of the Joint FAO/IOC/WHO ad hoc Expert Consultation on Biotoxins in Bivalve Molluscs. Oslo, Norway, Sept. 26-30, 2004.

VALE, P. Biotoxinas marinhas. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*: RPCV 99. v. 549, p. 3-18. 2004.

VIEGAS, S. J. *Alterações do estado de saúde associadas à alimentação: contaminação microbiológica dos alimentos*. Lisboa: Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge. Departamento de Alimentação e Nutrição. Unidade de Observação e Vigilância, 2009. 32 p.

WIESE, M. et al. Neurotoxic alkaloids: saxitoxin and its analogs. *Marine Drugs*, v. 8, p. 2185-2211, 2010. Disponível em: <[www.mdpi.com/journal/marinedrugs](http://www.mdpi.com/journal/marinedrugs)>. Acesso em: 7 set. 2014.

YASUMOTO, T.; OSHIMA, Y.; YAMAGUCHI, M. Occurrence of a new type of shellfish poisoning in the Tohoku district. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, v. 44, n. 11, p. 1249-1255, 1978.