

KAOLI PEREIRA CAVALCANTE

TAXONOMIA DA DIATOMÁCEA POTENCIALMENTE TÓXICA *Pseudo-nitzschia*  
PERAGALLO (BACILLARIOPHYCEAE) EM ÁREAS DE MARICULTURA DE SANTA  
CATARINA

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-  
Graduação em Botânica, Departamento de  
Botânica, Setor de Ciências Biológicas,  
Universidade Federal do Paraná, como requisito  
parcial à obtenção do título de Mestre em Botânica.

Orientador: Prof. Dr. Luciano F. Fernandes  
Co-orientador: Prof. Dr. Luis Antonio de Oliveira  
Proença

CURITIBA

2011

Universidade Federal do Paraná  
Sistema de Bibliotecas

Cavalcante, Kaoli Pereira

Taxonomia da diatomácea potencialmente tóxica *Pseudo-nitzschia*  
Peragallo (Bacillariophyceae) em áreas de maricultura de Santa Catarina. /  
Kaoli Pereira Cavalcante. – Curitiba, 2011.  
69f.: il. ; 30cm.

Orientador: Luciano F. Fernandes

Co-orientador: Luis Antonio de Oliveira Proença

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de  
Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Botânica.

1. Alga nociva – Santa Catarina 2. Fitoplancto marinho I. Título II.  
Fernandes, Luciano Felício III. Proença, Luis Antonio de Oliveira IV.  
Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa  
de Pós-Graduação em Botânica.

CDD (20. ed) 589.48



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
Setor de Ciências Biológicas  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
BOTÂNICA



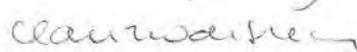
**“TAXONOMIA DA DIATOMÁCEA,  
POTENCIALMENTE TÓXICA, *PSEUDO-NITZCHIA*  
PERAGALLO (BACILLARIOPHYCEAE) EM ÁREAS  
DE MARICULTURA DE SANTA CATARINA”**

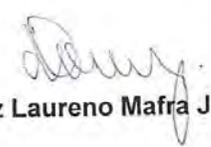
por

**KAOLI PEREIRA CAVALCANTE**

Dissertação aprovada como requisito parcial  
para obtenção do grau de Mestre no Programa  
de Pós-Graduação em Botânica, pela Comissão  
formada pelos Professores

  
Prof. Dr. Luciano Felício Fernandes (UFPR) - PRESIDENTE

  
Prof. Dr. Clárisse Odebrecht (FURG)

  
Prof. Dr. Luiz Laureno Mafra Júnior (UFPR)

Curitiba, 25 de fevereiro de 2011.

A Elenita, minha mãe, pelo constante incentivo, suporte e exemplo, os quais me permitiram ser quem eu sou e alcançar os meus objetivos.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, e pela oportunidade de me fazer forte para alcançar aquilo que eu projetei.

À Universidade Federal do Paraná e ao Programa de Pós Graduação em Botânica, pela logística oferecida.

À CAPES, pela bolsa concedida

Ao Dr. Luciano Fernandes, orientador, entusiasta e amigo, pela oportunidade do trabalho, pela confiança e pelas experiências generosamente compartilhadas.

Ao Dr. Luis Proença, pela disponibilidade do material e de informações que deram origem a este estudo, pela receptividade e pelas contribuições a este trabalho. À equipe do Laboratório de Estudos sobre Algas Nocivas da Univali, em especial ao Dr. Mathias Schramm, Renata Fonseca e Thatiana Pinto, pelo constante incentivo, boa vontade no envio de material, pelas conversas e grande receptividade em todas as minhas viagens a Itajaí.

Aos Centros de Microscopia Eletrônica da Universidade Estadual de Santa Cruz e da Universidade Federal do Paraná, pela disponibilidade dos microscópios. A seus técnicos, pela paciência e prontidão dispensadas.

A todos que passaram pelo laboratório de Ficologia da UFPR, pelas grandes experiências de aprendizado e bom convívio. À Dra. Thelma Ludwig, pelas valiosas sugestões, conselhos e incentivo constante. Ao Dr. Hermes Moreira Filho, pela oportunidade de conviver com um referencial no estudo de diatomáceas no Brasil. À Priscila Tremarin, pela paciência, atenção, amizade e por todos os momentos de auxílio. Ao Eduardo Freire, pelos auxílios no mapa, pela amizade e apoio. À Arielli Straube, pelos cuidados, amizade e extrema confiança. À Mariana Calixto, por suportar a minha presença na mesinha ao lado durante o ano inteiro, sem reclamar (muito!), pelas caronas, pelo carinho... Ao harmonioso ambiente de trabalho que formamos e mantemos juntos, a cada dia.

À Denise Faria, Lucielle Bertolli, Edinara Frassão e à Dra. Valéria Muschner, pelos primeiros momentos nesta Universidade, pelo acolhimento, longos minutos de gargalhadas, conselhos e cafezinhos no quadrado. Pela amizade sempre!

À Dra. Sylvia Susini, responsável pelo meu entusiasmo no estudo do fitoplâncton marinho, pelo apoio fundamental nas minhas escolhas, nas necessidades de

microscopia, pelos conselhos de quem já passou por essa fase, pela confiança e amizade, os quais serei sempre grato.

À Dra. Maria Célia Villac, pelas sugestões e experiências passadas, por e-mail, em momentos de dificuldade com o meu material. A todos os pesquisadores estrangeiros que me ajudaram a obter toda a referência bibliográfica sobre *Pseudo-nitzschia*, enviando-me artigos de difícil acesso na rede.

Aos 'coleguinhas' do mestrado em Botânica, uma turma maravilhosa, com quem eu pude compartilhar aflições, ansiedades, pressões psicológicas, saudades, almoços no RU e outros grandes momentos durante o mestrado. Em especial a Cristiane Snak, pela presença indispensável e constante em todos esses momentos.

A Ana Letícia, Juliane Bernardi e respectivas famílias, pelo acolhimento na chegada ao Paraná e pela amizade sincera. Sem a preocupação e ajuda delas, tudo seria muito difícil.

À família que eu conquistei em Curitiba: Willyam, Andrei e Éderson, com quem eu compartilho todos os problemas e as alegrias de um lar.

A todos os meus amigos que, direta ou indiretamente, me apoiaram nessa trajetória de dois anos: aos amigos de Curitiba, sempre presentes; aos eternos amigos na Bahia, aos bandeirantes, aos colegas de faculdade, que sempre estiveram *online* para dar aquela força...

Ao Fabio, pela presença e carinho constantes nestes últimos capítulos da minha vida. À sua família, pelo acolhimento caloroso.

À minha família: mãe, avó, avô, tios, primos. Estes sustentam a minha barra, seja ela qual for, em todos os momentos da minha vida, independente da distância física imposta.

Poucas coisas são mais belas do que as diminutas conchas siliciosas das diatomáceas; terão sido criadas para poderem ser examinadas e admiradas sob a poderosa lente do microscópio?

Charles Darwin (1872)

## RESUMO

*Pseudo-nitzschia* é um gênero de diatomáceas comum no fitoplâncton marinho, especialmente em regiões costeiras. A identificação das espécies é baseada na morfologia da frústula, e muitas de suas características são discerníveis apenas em microscopia eletrônica, dificultando a sua identificação precisa. Os registros de *Pseudo-nitzschia* no Brasil são limitados principalmente às regiões Sul e Sudeste, a maioria deles sem descrições e ilustrações das espécies. Algumas espécies produzem a toxina ácido domóico e podem causar eventos de intoxicação em humanos a partir da ingestão de moluscos contaminados. Adicionalmente, a maricultura tem crescido muito em áreas rasas de Santa Catarina, responsável por 95 % da produção nacional de mexilhões. Os objetivos do presente estudo foram realizar o estudo taxonômico das espécies de *Pseudo-nitzschia* presentes em áreas de cultivo do litoral de Santa Catarina, por meio de descrições, ilustrações, comparações com espécies próximas, uma chave de identificação e informações sobre a toxicidade das espécies. As amostras são provenientes do programa de monitoramento de algas nocivas e ficotoxinas em Santa Catarina. As coletas foram realizadas entre março de 2008 e março de 2009, complementadas por algumas amostras históricas, em seis fazendas de molusco ao longo da costa. Devido ao material pouco concentrado e à fraca silicificação das frústulas de *Pseudo-nitzschia*, resultando em problemas na identificação das espécies, métodos alternativos foram utilizados para a preparação de lâminas permanentes e observação de características diagnósticas em microscopia eletrônica. Dados de contagem de células e de toxicidade foram cedidos pelo Laboratório de Estudos sobre algas Nocivas da Univali. Foram identificados 11 táxons infragenéricos de *Pseudo-nitzschia*: *P. calliantha*, *P. fraudulenta*, *P. cf. heimii*, *P. lineata*, *P. multiseriata*, *P. multistriata*, *P. pseudodelicatissima*, *P. pungens* var. *pungens*, *P. cf. subfraudulenta*, *P. subpacificata* e *Pseudo-nitzschia* sp. Este número corresponde a 73% do total de espécies registradas em toda a costa brasileira, representando grande diversidade deste gênero, comparada a outros estudos regionais e internacionais similares. Além disso, ao menos dois morfótipos similares a *P. calliantha* e *P. manii* foram encontrados. *P. calliantha*, *P. pseudodelicatissima* e *P. pungens* ocorreram em todos os seis pontos. *P. cf. heimii*, *P. cf. subfraudulenta* e *Pseudo-nitzschia* sp. ocorreram exclusivamente em um ponto. Todas as espécies foram encontradas em maior abundância no verão, com florações tóxicas simultâneas de *P. pungens* var. *pungens*, *P. pseudodelicatissima* e *P. calliantha*, em janeiro de 2009. A presença de *P. pseudodelicatissima* no Atlântico Sul-Occidental foi discutida e registrada pela primeira vez a ocorrência de *P. subpacificata* em águas brasileiras. *P. fraudulenta*, *P. cf. heimii*, *P. multistriata* e *P. cf. subfraudulenta*, já registradas em trabalhos pretéritos foram confirmadas através de descrições e ilustrações. Dificuldades no preparo de amostras para identificação das espécies e lacunas no conhecimento sobre a distribuição deste gênero no país, especialmente nas regiões Norte e Nordeste devem ser levadas em consideração no planejamento de futuros programas de monitoramento do fitoplâncton em áreas de maricultura. Finalmente, a detecção de seis espécies potencialmente tóxicas associadas a elevadas densidades e o registro de altos níveis de ácido domóico nos moluscos em Santa Catarina caracterizam a diatomácea *Pseudo-nitzschia* como um problema emergente nesta região.

## ABSTRACT

*Pseudo-nitzschia* is diatom genus common in marine phytoplankton, especially in coastal areas. Identification at species level is largely based on frustule morphology, and most of the features are only viewed on electron microscope, making their reliable identification difficult. The records of *Pseudo-nitzschia* along the Brazilian coast are mainly restricted to the southeast-south areas and most of records lack descriptions and pictures of the species. Some species can produce the toxin domoic acid, which can lead to toxic events affecting human beings through the ingestion of contaminated mollusks. Additionally, shellfish mariculture activities have been growing quickly in Santa Catarina state shallow waters, accounting for 95% of national production. This research aimed to study the taxonomy of *Pseudo-nitzschia* spp. occurring in marine farms located in Santa Catarina, furnishing descriptions, illustrations, comparisons with similar species, an identification key and informations about the toxicity of harmful species. Sampling were carried out along with monitoring program in six shellfish farms from March 2008 to March 2009, complemented by some historical samples. Since most samples were poorly concentrated or the frustules of *Pseudo-nitzschia* were weakly silicified, resulting in problems to identify the species, alternative methods were tried to prepare adequate material for permanent slides and to allow to the observation of diagnostic characters in electron microscopy. Cells densities and toxin concentrations were made available by the laboratory of Harmful Algae at the Vale do Itajaí University. A total of 11 infrageneric taxa was recorded: *P. calliantha*, *P. fraudulenta*, *P. cf. heimii*, *P. linea*, *P. multiseriata*, *P. multistriata*, *P. pseudodelicatissima*, *P. pungens* var. *pungens*, *P. cf. subfraudulenta*, *P. subpacificica* and *Pseudo-nitzschia* sp. They correspond to about 73% of total *Pseudo-nitzschia* species recorded in Brazil so far, pointing out a great diversity of the genus when compared to other regions around the world. Moreover, at least two morphotypes similar to *P. caciantha* and *P. mannii* were found. *P. calliantha*, *P. pseudodelicatissima* and *P. pungens* occurred in all six sampling points. *P. cf. heimii*, *P. cf. subfraudulenta* and *Pseudo-nitzschia* sp. were record in one point only. All species were found at higher abundance during Summer. Blooms containing *P. pungens* var. *pungens*, *P. pseudodelicatissima* and *P. calliantha* appeared simultaneously in January 2009. The presence of *P. pseudodelicatissima* in the Southwestern Atlantic Ocean was discussed, and the first record of *P. subpacificica* in Brazilian waters is reported here. *P. fraudulenta*, *P. cf. heimii*, *P. multistriata* and *P. cf. subfraudulenta*, already recorded previously, were confirmed by means of descriptions and illustrations. Difficulties in preparing the samples for observation and identification and gaps in the distribution of *Pseudo-nitzschia* along the Brazilian coast especially to the Northeast and North regions should be taken into account for the planning of future phytoplankton monitoring programs in shellfish farms. Finally, the detection of six potentially toxic species associated with high cell abundances and the confirmed record of high levels of domoic acid in Santa Catarina configures the diatom *Pseudo-nitzschia* as an emergent threat to the mariculture in Southern Brazil.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	09
1.1 PRODUÇÃO DE ÁCIDO DOMÓICO E EVENTOS DE ENVENENAMENTO AMNÉSICO POR CONSUMO DE MOLUSCOS .....	10
1.2 OCORRÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES NO BRASIL .....	13
1.3 O CULTIVO DE MOLUSCOS EM SANTA CATARINA .....	14
1.4 OBJETIVOS .....	16
1.4.1 Objetivo geral .....	16
1.4.2 Objetivos específicos .....	16
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	17
2.1 ÁREA DE ESTUDO .....	17
2.2 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS .....	18
2.3 TAXONOMIA .....	19
<b>3 RESULTADOS</b> .....	21
3.1 CHAVE DICOTÔMICA PARA A IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES DE <i>Pseudo-nitzschia</i> ENCONTRADAS NA COSTA BRASILEIRA .....	21
3.2 DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES ENCONTRADAS NO PRESENTE ESTUDO.....	23
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	39
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	45
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	47
<b>PRANCHAS</b> .....	58

## 1 INTRODUÇÃO

*Pseudo-nitzschia* H. Peragallo in H. et M. Peragallo, 1900 é um gênero de diatomáceas penadas (Bacillariophyceae Haeckel emend. Medlin et Kaczmarska) comum no fitoplâncton marinho (LUNDHOLM; DAUGBJERG; MOESTRUP, 2002). Até o momento, 34 espécies foram descritas (HERNÁNDEZ-BECERRIL; DÍAZ-ALMEYDA, 2006; THESEN, 2007; AMATO; MONTRESOR, 2008; QUIJANO-SHEGGIA et al., 2009), a maioria cosmopolita, embora a distribuição de algumas espécies seja restrita à área polar do Hemisfério Norte e outras a regiões tropicais (HASLE, 2002).

O gênero *Pseudo-nitzschia* foi descrito em 1900 por H. Peragallo, com base nas espécies *Nitzschia seriata* Cleve, *N. fraudulenta* Cleve e *N. sicula* Castracane, sem designar um material tipo para o novo gênero (HASLE, 1994). Hustedt, em 1958, sugeriu para o gênero o novo status de seção de *Nitzschia* Hassall, baseando-se em características da rafe e de motilidade em cadeia (HASLE, 1994). Fryxell, Garza e Roelke (1991) determinaram *N. seriata* como lectótipo da seção *Pseudonitzschia*. Hasle (1994) ratificou o status de gênero para *Pseudo-nitzschia*, distinto de *Nitzschia*, considerando as seguintes características: formação de colônias por sobreposição das extremidades das células; ausência de canópio; frústula pouco silicificada; valvas planas, com manto pouco profundo; rafe extremamente excêntrica e não elevada acima do nível da valva; estrias formadas por fileiras de poróides circulares cobertos por finas oclusões perfuradas (hímenes) e bandas cingulares estriadas.

Takano (1995) e Hasle, Lange e Syvertsen (1996) justificaram o uso do hífen para o nome deste gênero. De acordo com o Código Internacional de Nomenclatura Botânica (Art. 20.3, 60.2, 60.9), o nome de um gênero não pode ser constituído de duas palavras, exceto se forem separadas por hífen (MCNEILL et al., 2006).

As características importantes para distinguir as espécies geralmente são forma, largura e comprimento da valva, proporção entre a sobreposição das extremidades e o comprimento das células, densidade de interestrias e fíbulas em 10 µm e a existência de espaço central (HASLE; SYVERTSEN, 1997). Mais tarde, outras ornamentações foram adicionadas como diacríticas para espécies do gênero, como o padrão de ornamentação dos hímenes (LUNDHOLM et al., 2003) e estrutura

das bandas de cingulo (VILLAC; FRYXELL, 1998; CHURRO et al., 2009). As principais características da frústula de *Pseudo-nitzschia* são apresentadas nas Figuras 1-4. Portanto, a morfologia da frústula tem sido a base da taxonomia de diatomáceas desde o início dos estudos com este grupo. À medida que mais espécies foram descritas em paralelo com o aumento da ocorrência de florações nocivas em todo o mundo, tornou-se evidente que as características da frústula mencionadas eram insuficientes para a identificação precisa. O conceito morfológico de espécie, para este grupo, tem se tornado cada vez mais limitado, e o uso recente de ferramentas moleculares para a detecção de espécies crípticas (espécies idênticas, do ponto de vista morfológico) e pseudo-crípticas (espécies semelhantes morfológicamente, com sutis diferenças), ambas diferenciadas geneticamente (MCDONALD; SARNO; ZINGONE, 2007), tem auxiliado os taxonomistas na separação de espécies morfológicamente indistinguíveis entre si. Em relação a *Pseudo-nitzschia*, estudos de diversidade genética foram realizados nas regiões ITS1, ITS2 e 5.8S do DNA ribossomal – regiões do DNA que suportam maior variabilidade genética (LUNDHOLM et al. 2003; CASTELEYN et al. 2008; KACZMARSKA et al. 2008; ORIVE et al., 2010). Estes dados têm trazido mais informações sobre a taxonomia de complexos de espécies crípticas/pseudo-crípticas, tais como o complexo *pseudodelicatissima* e o complexo *delicatissima*, com a redefinição e a nova proposição de espécies: *P. calliantha* Lundholm, Moestrup et Hasle e *P. caciantha* Lundholm, Moestrup et Hasle (LUNDHOLM et al. 2003); *P. manii* Amato et Montresor (AMATO; MONTRESOR, 2008); *P. decipiens* Lundholm et Moestrup e *P. dolorosa* Lundholm et Moestrup (LUNDHOLM et al., 2006); e *P. arenysensis* Quijano-Scheggia, Garcés et Lundholm (QUIJANO-SCHEGGIA et al., 2009).

## 1.1 PRODUÇÃO DE ÁCIDO DOMÓICO E EVENTOS DE ENVENENAMENTO AMNÉSICO POR CONSUMO DE MOLUSCOS

Muitas espécies de *Pseudo-nitzschia* produzem ácido domóico (AD). Este é uma neurotoxina marinha que atua diretamente no sistema nervoso central, na região do hipocampo, envolvida com processos de memória e aprendizado, além de funções viscerais (ADAMS et al., 2009). Esta toxina tem alta afinidade aos receptores de glutamato dos neurônios, o que leva à abertura dos canais iônicos de

membrana e, conseqüentemente, ao influxo de cálcio e despolarização da membrana (VAN DOLAH, 2000). A intoxicação causa sintomas em humanos que variam de disfunções gastrointestinais, vômitos, náuseas, diarreia a cefaleia, desorientação, tontura e perda de memória de curto prazo, podendo levar indivíduos debilitados à morte, em casos extremos (BATES et al., 1989). Além de humanos, há registros de mortandades de mamíferos aquáticos e aves marinhas em regiões costeiras provocadas por episódios de envenenamento por AD (SIERRA-BELTRÁN et al., 1997; SCHOLIN et al., 2000). Outros organismos produtores de ácido domóico são as macroalgas vermelhas dos gêneros *Chondria* Agardh e *Alsidium* Agardh e as diatomáceas marinhas *Amphora coffeaeformis* (Agardh) Kützing (RAVN, 1995) e *Nitzschia navis-varingica* Lundholm et Moestrup (KOTAKI et al., 2000; LUNDHOLM; MOESTRUP, 2000), mas é no gênero de diatomáceas *Pseudo-nitzschia* que se encontra o maior problema com episódios nocivos envolvendo ácido domóico na maior parte das regiões costeiras do globo.

O ácido domóico pode ser acumulado nos tecidos de organismos filtradores que se alimentam das microalgas. Pelas altas taxas de filtração, as maiores concentrações da toxina são especialmente encontradas em moluscos bivalves, apesar de a literatura ter constatado o acúmulo de AD em peixes (LEFEBVRE; DOVEL; SILVER, 2001; LEFEBVRE et al., 2002; NOGUEIRA et al., 2010) e crustáceos (COSTA et al., 2003). Devido à síndrome causada e aos organismos vetores para o homem, os episódios tóxicos envolvendo ácido domóico são chamados de Envenenamento Amnésico pelo Consumo de Moluscos (Amnesic Shellfish Poisoning - ASP). Episódios de ASP causados por essa alga foram registrados inicialmente nas ilhas Prince Edward, Canadá, no inverno de 1987, causando pelo menos 105 intoxicações agudas em humanos e três mortes por consumo de molusco contaminado (BATES et al., 1989). A partir de então, ampliaram-se os estudos sobre o gênero, trazendo novas informações sobre sua nomenclatura (HASLE, 1974; HASLE, 1993), taxonomia, morfologia (HASLE, 1995; MACPHEE et al., 1992), distribuição (VILLAC et al., 1993; HASLE, 2002), ecofisiologia (BATES et al., 1998), biologia molecular (SCHOLIN et al., 1999), reprodução sexual (DAVIDOVICH; BATES, 1998) e toxicidade (RAVN, 1995). Vários eventos de floração de *Pseudo-nitzschia* com toxicidade detectada foram registrados ao redor do mundo (MARTIN et al., 1990; BUCK et al., 1992; FRITZ; QUILLIAM; WRIGHT, 1992; HASLE, 1994; HASLE, 1995).

Doze espécies de *Pseudo-nitzschia* são conhecidas pela capacidade de produzir AD, em determinadas circunstâncias: *Pseudo-nitzschia australis* Frenguelli, *P. calliantha*, *P. cuspidata* (Hasle) Hasle, *P. delicatissima* (Cleve) Heiden, *P. fraudulenta* (Cleve) Hasle, *P. galaxiae* Lundholm et Moestrup, *P. multiseriata* (Hasle) Hasle, *P. multistriata* (Takano) Takano, *P. pseudodelicatissima* (Hasle) Hasle, *P. pungens* (Grunow ex Cleve) Hasle, *P. seriata* (Cleve) H. Peragallo e *P. turgidula* (Hustedt) Hasle (THESEN, 2007). Destas, cinco espécies já foram registradas para a costa do Paraná e Santa Catarina (MAFRA-JÚNIOR; FERNANDES; PROENÇA, 2006; PROCOPIAK; FERNANDES; MOREIRA-FILHO, 2006; FERNANDES; BRANDINI, 2010). Apesar de várias espécies tóxicas serem regularmente encontradas no litoral brasileiro, em alguns momentos como componentes dominantes no fitoplâncton, e da detecção de AD em águas catarinenses desde 2001, nenhum evento de acúmulo de toxina acima do limite regulatório em moluscos havia sido registrado até 2009 (PROENÇA; OLIVEIRA, 1999; ALVES, 2006; SCHRAMM, 2008).

O monitoramento de microalgas nocivas e ficotoxinas realizado na região costeira do litoral de Santa Catarina (vide descrição do programa mais abaixo) é pioneiro no Brasil. Ele é baseado no plano de monitoramento da Nova Zelândia, no qual um estado de alerta é dado com a presença *Pseudo-nitzschia* compondo mais de 50% do fitoplâncton total ou acima de 50.000 céls./L. Mas é a detecção do ácido domóico no tecido dos moluscos cultivados, cujo limite máximo é de 20 mg AD/kg de carne do molusco, que dispara um outro nível de segurança, com a proibição do consumo e da comercialização dos bivalves (EPAGRI, 2010). No Paraná, Mafra-Júnior, Fernandes e Proença (2006) apresentaram bases para o monitoramento de ficotoxinas na Baía de Paranaguá, baseando-se em estudos do fitoplâncton, de toxicidade e dados da literatura. Para *Pseudo-nitzschia*, os autores supracitados definiram nível de alerta para densidades celulares acima de 50.000 céls./L, nível de risco para 100.000 céls./L. Em relação á toxina, foi proposto o limite regulatório de 20 µg de AD por grama de carne de molusco para interrupção das atividades comerciais de moluscos até a completa depuração da toxina, seguindo as regulamentações de outros países (ANDERSON et al., 2001 ).

## 1.2 OCORRÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES NO BRASIL

Os principais registros de *Pseudo-nitzschia* para o Brasil são datados a partir de 1990, com citações de algumas espécies utilizando microscopia óptica. A maioria destas informações só é disponível em literatura “cinza”: trabalhos de acesso limitado ou necessitando de longa conversação para a sua obtenção, tais quais relatórios técnicos, dissertações e teses, resumos e anais de congressos etc. Além da dificuldade de obtenção, estas informações não podem ser citadas como fonte de referências na maioria das revistas científicas atuais, o que torna a informação difusa.

Nas regiões Norte e Nordeste do país, muito pouco se conhece sobre a distribuição das espécies de *Pseudo-nitzschia*. Há os registros de *P. pungens* para os estados do Pará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco (MOREIRA-FILHO et al., 1999), Rio Grande do Norte (ESKINAZI-LEÇA et al., 2010) e Bahia (MOREIRA-FILHO; ESKINAZI-LEÇA; VALENTE-MOREIRA, 1995) e os registros de *Pseudo-nitzschia* do complexo *delicatissima* para a região litorânea da Bahia e do Espírito Santo (MOREIRA-FILHO; ESKINAZI-LEÇA; VALENTE-MOREIRA, 1995). Na região costeira do Rio de Janeiro, há registros de dez espécies: *P. brasiliana* Lundholm, Hasle et Fryxell, *P. calliantha* (citada como *P. pseudodelicatissima*, vide detalhes abaixo), *P. cuspidata*, *P. complexo delicatissima*, *P. fraudulenta*, *P. heimii* Manguim, *P. multiseriis*, *P. multistriata*, *P. pungens* e *P. cf. subfraudulenta* (Hasle) Hasle (MOREIRA-FILHO et al., 1993; VILLAC; TENENBAUM, 2001; VILLAC; TENENBAUM, 2010). Em São Paulo, há o registro de cinco espécies: *P. complexo delicatissima*, *P. calliantha*, *P. fraudulenta*, *P. multistriata* e *P. pungens* (VILLAC; CABRAL-NORONHA; PINTO, 2008). No Rio Grande do Sul foram citadas *P. calliantha* (citada como *P. pseudodelicatissima*), *P. fraudulenta*, *P. pungens*, *P. multiseriis* e *P. australis* (ODEBRECHT et al., 2001). No litoral do Paraná foram encontradas *P. australis*, *P. calliantha*, *P. linea* Lundholm, Hasle et Fryxell, *P. multiseriis*, *P. pungens* e *P. complexo delicatissima* (MOREIRA FILHO et al., 1990; FERNANDES, 1992; FERNANDES; BRANDINI, 2004; MAFRA-JÚNIOR; FERNANDES; PROENÇA, 2006; FERNANDES; BRANDINI, 2010). Em Santa Catarina, região onde o presente estudo foi realizado, as espécies registradas até então foram *P. australis*, *P. calliantha*, *P. multiseriis*, *P. pungens* e *P. cf. turgidula* (MOREIRA FILHO et al., 1990; RÖRIG et al., 1998; SCHRAMM, 2008;

FERNANDES; BRANDINI, 2010; TALGATTI et al., 2010). Nas áreas de maricultura de Santa Catarina, nenhum estudo de cunho taxonômico com as espécies de *Pseudo-nitzschia* foi realizado até o momento.

Alguns trabalhos registraram *P. seriata*, (= *Nitzschia seriata*), para a costa do Brasil (MOREIRA-FILHO; VALENTE MOREIRA, 1984; MOREIRA-FILHO et al., 1993, 1999; MOREIRA-FILHO; ESKINAZI-LEÇA; VALENTE-MOREIRA, 1995). Entretanto, *P. seriata* é uma espécie de águas frias do hemisfério norte, aparecendo em latitudes acima de 45°N (HASLE, 2002). Estes registros, portanto, devem corresponder a espécies morfologicamente similares, tais quais *P. fraudulenta* e *P. australis*. Adicionalmente, identificações de *P. pseudodelicatissima* e *P. delicatissima* foram feitas em MO antes da cisão destes complexos em várias espécies (LUNDHOLM et al., 2003, 2006, respectivamente). As identificações de *P. pseudodelicatissima* de todo o Atlântico Sul-Occidental foram retificadas para *P. calliantha* (FERNANDES; BRANDINI, 2010) e aquelas referentes a *P. delicatissima* requerem análises morfológicas e moleculares para identificação segura (QUIJANO-SCHEGGIA et al., 2009).

### 1.3 O CULTIVO DE MOLUSCOS EM SANTA CATARINA

A miticultura no Brasil tem crescido bastante nos últimos anos, com destaque para o litoral catarinense, responsável por cerca de 95% da produção do país. A produção anual de mexilhões em SC, que foi de 190 toneladas em 1990, alcançou um máximo de 12 mil toneladas em 2005, obtendo valores entre 10 e 11 mil toneladas nos últimos anos (EPAGRI, 2009). No ano de 2008, a produção total de moluscos comercializados em SC, que ultrapassou 13 mil toneladas, movimentou cerca de vinte e nove milhões de reais em renda bruta (EPAGRI, 2009), evidenciando a importância socioeconômica desta atividade para o Estado.

O cultivo comercial de moluscos em Santa Catarina foi implementado na década de 1980, a partir de iniciativas da Universidade Federal de Santa Catarina em parceria com a ACARPESC (atual EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina) e pescadores artesanais. Foram as iniciativas de pesquisa e transferência de tecnologia e o investimento do setor público, posteriormente somadas a iniciativas privadas que tornaram Santa Catarina

o maior produtor nacional de moluscos cultivados e um dos três maiores da América Latina, no início do século XXI (FERREIRA; OLIVEIRA-NETO, 2007).

Aproximadamente 13 municípios participam do programa destinado a promover a maricultura no Estado, envolvendo 700 produtores e pescadores, espalhados por cerca de 50 fazendas marinhas ao longo da costa catarinense (EPAGRI, 2010). As espécies de moluscos atualmente cultivadas são o mexilhão nativo *Perna perna* (Linnaeus, 1758), a ostra japonesa *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793), as ostras-do-mangue (nativas) *C. rhizophorae* (Guilding, 1828) e *C. brasiliiana* (Lamarck, 1819). A implementação do cultivo da vieira *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) está em fase inicial (FERREIRA; OLIVEIRA-NETO, 2007). Os sistemas de cultivo empregados na costa catarinense são: suspenso fixo do tipo “varal”, flutuante do tipo balsa e flutuante do tipo espinhel (long-line) (FERREIRA; OLIVEIRA-NETO, 2007), sendo que este último é o mais comum. As sementes dos bivalves são obtidas a partir da extração de estoques naturais, com coletores colocados entre fim de agosto e novembro, exceto das ostras nativas, obtidas pela produção em laboratório, devido à dificuldade de obtenção de sementes por outros métodos (FERREIRA; OLIVEIRA-NETO, 2007).

As autoridades sanitárias estadual e federal, preocupadas com a qualidade dos frutos do mar para alimentação, tendo em vista a crescente frequência de florações de microalgas nocivas na região, oficializaram em 2006 um programa de monitoramento de fitoplâncton em áreas de cultivo comercial (fazendas de moluscos). O programa, financiado pelo Ministério da Pesca e Aquicultura e pela Secretaria do Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural e em convênio com cooperativas, empresas de cultivos e universidades, monitora quinzenalmente a presença e abundância de espécies nocivas, emitindo laudos técnicos e medidas a serem tomadas pelos produtores em caso de aumento excessivo de espécies tóxicas e/ou de toxinas nos moluscos cultivados. Boletins quinzenais são também emitidos na internet (EPAGRI, 2010). Um dos gêneros de algas monitorados é *Pseudo-nitzschia*, que tem ocorrido em elevadas densidades desde o início do monitoramento. Torna-se, então, uma ameaça emergente à sanidade dos moluscos em Santa Catarina, em adição às toxinas diarreicas associadas a espécies do dinoflagelado *Dinophysis* Ehrenberg, com vários registros de contaminação de moluscos associados a estas algas, inclusive com casos de intoxicação humana (PROENÇA et al. 1998, 1999, 2007). Riscos de eventos com contaminação de

moluscos em Santa Catarina foram considerados baixos para toxinas amnésicas (*Pseudo-nitzschia* spp.), moderados para toxinas paralisantes, produzidas especialmente pelo dinoflagelado *Gymnodinium catenatum* Graham, e altos para toxinas diarréicas (*Dinophysis* spp.) (SCHRAMM, 2008).

A dificuldade de identificação das espécies de *Pseudo-nitzschia*, especialmente nas contagens de células do fitoplâncton, torna o conhecimento sobre a diversidade deste gênero impreciso, e frequentemente este é citado e contabilizado de forma genérica (*Pseudo-nitzschia* spp.). Entretanto, somente algumas espécies podem produzir concentrações elevadas de toxinas suficiente para causar eventos de floração. Portanto, levantamentos de espécies de microalgas potencialmente tóxicas, como as do gênero *Pseudo-nitzschia*, fornecerão informações importantes para o monitoramento de áreas de maricultura em Santa Catarina.

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 Objetivo geral

- Realizar o estudo taxonômico, com base na morfologia da frústula, das espécies de *Pseudo-nitzschia* presentes em áreas de maricultura de Santa Catarina, com ênfase nas espécies potencialmente tóxicas.

### 1.4.2 Objetivos específicos

- Descrever morfologicamente as espécies encontradas, comparando-as com espécies próximas;
- Fornecer uma chave de identificação das espécies citadas para a costa brasileira;
- Fornecer informações sobre a potencial toxicidade e a distribuição conhecida das espécies na região costeira do Brasil.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

O litoral de Santa Catarina está localizado entre as latitudes de 25° 58'34" S e 29° 19' 28"S e possui 561 km de extensão. A costa do estado compõe a porção meridional da Plataforma Continental Sudeste (PCSE).

A circulação geral das massas de água é caracterizada pelo fluxo no sentido sul da Corrente do Brasil (CB), de origem tropical e transportando a massa de água tropical e, no sentido oposto, da Corrente das Malvinas (CM), de origem subantártica e transportando a água subantártica. A água presente na plataforma é resultado da mistura entre três massas de água distintas: (1) Água Costeira (AC), composta pelas águas provenientes da drenagem continental de rios e de águas da plataforma continental, caracterizada por salinidades baixas (< 34); (2) Água tropical (AT), ao longo do talude continental e próximo à quebra da plataforma, entre 0 e 200 m. A AT é caracterizada pelas temperaturas superiores a 20° C e salinidades acima de 36,4; (3) Água Central do Atlântico Sul (ACAS), subjacente à AT, entre 200 e 500 m de profundidade. Rica em nutrientes inorgânicos, ela é definida pela temperatura inferior a 20° C e salinidade entre 34,6 e 36,4. A partir de Dezembro, ou seja, fim da primavera austral, até o final do verão em Março, a área é afetada pela ressurgência costeira da ACAS. A magnitude e a duração da ressurgência são determinadas pela intensidade e duração dos ventos de Nordeste na região, predominantes no Sul do Brasil na Primavera e Verão (CASTRO et al., 2006).

Os cultivos de mexilhões em Santa Catarina são realizados próximos à costa, em baías ou enseadas abrigadas, com alta concentração de matéria orgânica particulada, sedimento areno-lodoso, profundidades entre 3 e 10 m, temperaturas entre 16 e 30° e salinidade entre 30 e 36 (FERREIRA; OLIVEIRA-NETO, 2007). Por serem áreas semi-fechadas e de contínua pressão de origem antrópica, são ecossistemas sensíveis a modificações.

No presente trabalho foram analisadas as amostras provenientes do monitoramento de algas nocivas e ficotoxinas dos cultivos comerciais de moluscos ao longo do litoral catarinense, realizado pela Epagri e pelo Laboratório de Estudos sobre Algas Nocivas da Universidade do Vale do Itajaí (Univali). Os pontos foram

distribuídos em seis fazendas de produção de moluscos nas regiões Centro-Norte e Central do Estado (Fig. 5).

As fazendas de cultivo de molusco Armação do Itapocoroy (AI, 26°46'48"S 48°36'40"W) e Praia Alegre (PA, 26°45'48.1"S 48°39'36"W) situam-se na enseada da Armação do Itapocoroy. Esta é uma região com profundidade máxima de 15m, média de 8m, caracterizada por águas calmas e rasas. A enseada é diretamente exposta ao mar aberto. Não há rios de grande porte e o relevo da região é relativamente plano. A orientação norte da enseada aliada à posição próxima de montanhas costeiras protege a enseada de ventos originários do sul, possibilitando condições favoráveis para o cultivo de moluscos (TAVARES; PROENÇA; ODEBRECHT, 2009)

As fazendas Atlântico Sul (ATS, 27°44'40.9"S 48°34'0.77"W), Cavalo Marinho (CDR, 27°46'39.5"S 48°37'38.81"W), Ostravagante (OVG, 27°47'56.6"S 48°34'4.88"W) e Ostra Viva (OVV, 27°43'21.7"S 48°34'0.77"W) localizam-se em águas calmas e rasas (<4,0 metros) da Baía Sul, margeada pelo continente e pela Ilha da cidade de Florianópolis. Ao sul, a Baía conecta-se com o mar aberto através de um canal estreito. As águas de ambos os ambientes são trocadas através dos movimentos de marés e do regime de ventos na região. A drenagem continental dá-se por escoamento superficial e por rios pequenos que drenam a área montanhosa que circunda a Baía Sul. Não há influência de rios de maior porte.

## 2.2 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

A periodicidade das coletas dependeu da composição e abundância do fitoplâncton, variando de coletas mensais a coletas diárias, nos períodos de floração, entre março de 2008 e março de 2009. Como o projeto de monitoramento vem sendo realizado há alguns anos, algumas amostras de períodos anteriores abundantes em *Pseudo-nitzschia* também foram selecionadas para análise e estão indicadas nas distribuições dos táxons, no item Resultados. As amostras foram coletadas nos primeiros metros da coluna de água com mangueira ou com uma rede de plâncton (malha de 20 µm), arrastada obliquamente por alguns minutos. Amostras de mangueira foram fixadas com lugol 1% e foram concentradas por sedimentação, enquanto que amostras de rede foram fixadas com formol 4%. Algumas amostras foram congeladas sem fixação.

Devido à fraca silicificação das valvas de *Pseudo-nitzschia* nas amostras, principalmente aquelas em floração e preservadas em formol, o material não suportou o desgaste da maioria dos processos utilizados para limpeza e oxidação de amostras para microscopias óptica e eletrônica (HASLE; FRYXELL, 1970; KACZMARSKA et al., 2005), e métodos alternativos foram desenvolvidos, a fim de possibilitar a melhor observação possível das frústulas:

1 – Lavagem de amostras com água destilada e, em seguida, exposta a ultrassom, para separar a matéria orgânica da parede de sílica (amplitude 20%, sonda de 6mm, tempo de exposição de 50s);

2 – Lavagem de amostras e exposição leve a Peróxido de Hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 1:20, por 50 minutos em banho-maria a 50°C;

3 – Lavagem simples com água destilada, sem nenhum outro preparo de limpeza de frústulas.

As lâminas permanentes foram montadas com resina Naphrax (Northern Biological Supplies,  $r=1,74$ ). Os espécimes encontrados foram medidos e fotografados em microscópio óptico (MO) Olympus BX30 equipado com contraste de fase. As amostras foram preparadas para observação em microscópios eletrônicos de transmissão (MET) e varredura (MEV): os suportes para MET, recobertos por película Formvar reforçada com carbono, foram utilizados para visualizar a estrutura das aréolas. As amostras para MEV foram preparadas em porta-amostras de alumínio e revestidas por ouro com 20 nm de espessura em metalizador Baltec. Os microscópios utilizados foram Phillips XL30 (MEV) e JEOL JM1200 EXII (MET), localizados no Centro de Microscopia Eletrônica da Universidade Federal do Paraná, e o Morgagni 268D (MET), localizado no centro de microscopia eletrônica da Universidade Estadual de Santa Cruz (Ilhéus, Bahia).

### 2.3 TAXONOMIA

A identificação dos táxons foi baseada principalmente em Hasle e Syvertsen (1997), Fryxell e Hasle (2003) e outras publicações específicas. Na impossibilidade de observação das espécies em microscopia eletrônica, utilizou-se como critério de identificação dados morfométricos da valva e sobreposição entre as extremidades da célula. A distribuição geográfica das espécies foi relatada com base em estudos regionais e mundiais. Além disso, as espécies foram descritas e comparadas com

espécies próximas e suas distribuições geográficas foram relatadas. Foram medidas, dependendo do número de indivíduos encontrados, um máximo de 40 valvas por espécie. A terminologia adotada seguiu Hasle e Syvertsen (1997), complementada por Barber e Haworth (1981) e Round, Crawford e Mann (1990). Os táxons foram apresentados em grupos de espécies morfológicamente semelhantes, facilitando a comparação entre si.

Outras espécies de *Pseudo-nitzschia* citadas para a costa brasileira, mesmo não encontradas nesse estudo, foram incluídas na chave, ampliando a precisão de identificação das espécies até então conhecidas na costa brasileira. São elas *P. australis* (dados morfométricos de FERNANDES; BRANDINI, 2010), *P. brasiliiana* (dados morfométricos de VILLAC et al., 2005), *P. complexo delicatissima* (dados morfométricos de FERRARIO; SAR; SALA, 2002) e *P. pungens* var. *cingulata* (dados morfométricos de FERNANDES; BRANDINI, 2010).

Dados de contagem de células e toxicidade de AD no tecido de moluscos foram cedidos pelo Laboratório de Estudos sobre Algas Nocivas da Univali, responsável pelo monitoramento das microalgas e ficotoxinas, e estes dados foram usados para a identificação dos períodos de florações. Como as contagens foram realizadas a nível genérico, as estimativas de contribuição relativa das espécies em floração, em relação ao número total de *Pseudo-nitzschia*, foram realizadas a partir de contagens em grids de MET, utilizando as amostras de rede apenas das florações detectadas em janeiro de 2009.

### 3 RESULTADOS

As análises de morfologia de valvas permitiram identificar 11 táxons do gênero *Pseudo-nitzschia*. Três espécies ocorreram em todos os seis pontos analisados: *P. calliantha*, *P. pseudodelicatissima* e *P. pungens*. Por outro lado, *P. cf. heimii*, *P. cf. subfraudulenta* e *Pseudo-nitzschia* sp. ocorreram exclusivamente no ponto CDR, constituindo o local de maior riqueza de espécies deste gênero durante o estudo. Todas as espécies foram encontradas em maior abundância no verão. Durante o período de floração em janeiro e fevereiro de 2009, cada estação foi dominada por uma espécie somente: *P. pungens* var. *pungens* dominou as amostras do fitoplâncton nas estações AI e PA; *P. pseudodelicatissima* dominou as amostras dos pontos ATS, OVG e OVV; e *P. calliantha* dominou as amostras do ponto CDR. A maior diversidade de espécies de *Pseudo-nitzschia* na microflora foi encontrada entre fevereiro e março de 2009.

#### 3.1 CHAVE DICOTÔMICA PARA A IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES DE *PSEUDO-NITZSCHIA* ENCONTRADAS NA COSTA BRASILEIRA:

<b>1A.</b> Presença de interespaço central .....	2
<b>1B.</b> Ausência de interespaço central .....	8
<b>2A.</b> Eixo transapical < 3 µm, estrias uni a bisseriadas .....	3
<b>2B.</b> Eixo transapical > 3 µm, estrias bisseriadas .....	5
<b>3A.</b> Valvas lineares, ápices agudos em vista valvar, estrias unisseriadas .....	4
<b>3B.</b> Valvas linear-lanceoladas, ápices truncados em vista valvar, estrias bisseriadas .....	<i>P. complexo delicatissima</i>
<b>4A.</b> Em microscopia eletrônica, poróides divididos em dois setores. Estrias da valvocópula com 2-3 poróides de altura .....	<i>P. pseudodelicatissima</i>
<b>4B.</b> Em microscopia eletrônica, poróides divididos em 7-10 setores, com em média 40% dos poróides apresentando setor central. Estrias da valvocópula com 4-6 poróides de altura .....	<i>P. calliantha</i>
<b>5A.</b> Valva simétrica no eixo apical, linear a fusiforme em vista lateral e fusiforme em vista valvar .....	<i>P. fraudulenta</i>
<b>5B.</b> Valva assimétrica no eixo apical .....	6

- 6A.** Assimetria bastante evidente, eixo apical até 62  $\mu\text{m}$ , fíbulas e estrias delicadas ..... *P. subpacifica*
- 6B.** Assimetria menos evidente em algumas valvas, eixo apical entre 55 e 120  $\mu\text{m}$  ..... 7
- 7A.** Valvas lineares na maior parte do eixo apical, com uma margem quase reta e outra reta, especialmente na porção média do comprimento valvar, atenuada abruptamente em direção às extremidades. Fíbulas e interestrias claramente discerníveis ..... *P. cf. subfraudulenta*
- 7B.** Valvas lineares a fusiformes com uma margem quase reta, especialmente na porção media do comprimento valvar, e outra levemente convexa. Fíbulas e interestrias muito delicadas ..... *P. cf. heimii*
- 8A.** Valvas mais ou menos lineares, eixo transapical isopolar e ápices amplamente arredondados .....9
- 8B.** Valvas lanceoladas, fusiformes ou sigmóides, ápices agudos .....10
- 9A.** Valva linear, eixo apical até 26  $\mu\text{m}$ , mais de 36 estrias em 10  $\mu\text{m}$  (vistas em MET) ..... *P. linea*
- 9B.** Valva linear-lanceolada, eixo apical entre 12 e 65  $\mu\text{m}$ , 20-26 estrias em 10  $\mu\text{m}$  (vistas em MET) ..... *P. brasiliana*
- 10A.** Valvas sigmóides, eixo apical até 80  $\mu\text{m}$  .....*P. multistriata*
- 10B.** Valvas lanceoladas a fusiformes, eixo apical > 70  $\mu\text{m}$  .....11
- 11A.** Eixo transapical < 5  $\mu\text{m}$ . Ápices agudos, valvas simétricas .....12
- 11B.** Eixo transapical > 5  $\mu\text{m}$ . Ápices subrostrados, valvas assimétricas, com uma margem quase reta e outra convexa .....*P. australis*
- 12A.** Valva linear na maior parte do seu comprimento. Estrias bisseriadas compostas de poróides grosseiros, visíveis em microscopia óptica (*P. pungens*) ..... 13
- 12B.** Valva lanceolada. Estrias multisseriadas compostas por poróides não discerníveis em microscopia óptica ..... *P. multiseriis*
- 13A.** Em microscopia eletrônica, valvocópula com até 16 estrias em 10  $\mu\text{m}$ , cujos poróides são ovais a quadrangulares não divididos ..... *P. pungens* var. *pungens*
- 13B.** Em microscopia eletrônica, valvocópula com 20-25 estrias em 10  $\mu\text{m}$ , cujos poróides são quadrangulares e divididos em 2-4 setores ... *P. pungens* var. *cingulata*

### 3.2 DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES ENCONTRADAS NO PRESENTE ESTUDO

*Pseudo-nitzschia linea* Lundholm, Hasle & G.A. Fryxell

Figs. 6-8

Phycologia, v. 41, n. 5, p. 487-490, figs. 46-58, 2002.

Frústulas delicadas, fracamente silicificadas. Valva linear em vista valvar, com ápices podendo ser mais estreitos que a porção mediana. Ápices amplamente arredondados. Eixo apical: 26,4  $\mu\text{m}$ . Eixo transapical: 3  $\mu\text{m}$ . Fíbulas visíveis em MO, 19-21 em 10  $\mu\text{m}$ , interespaço central ausente. Interestrias inconspícuas, não discerníveis em MO.

Em microscopia eletrônica, observam-se duas fileiras de poróides por estria, 36 estrias em 10  $\mu\text{m}$ , e duas interestrias por fíbula. Os poróides são circulares e de difícil distinção, 7 poróides em 1  $\mu\text{m}$ . No ápice, as estrias se ramificam, orientando-se obliquamente. Canal da rafe excêntrico e contínuo. Estrutura do cingulo não observada.

Toxicidade: até o momento não foi detectado ácido domóico (LUNDHOLM et al., 2002)

Comentários: os dados morfométricos concordam com os apresentados na literatura (tabela 1). *P. linea* faz parte do complexo de espécies caracterizado pelas valvas mais ou menos lineares, eixo transapical isopolar e ápices amplamente arredondados. As espécies mais próximas são *P. americana* e *P. brasiliiana*, esta última registrada na Baía de Sepetiba (LUNDHOLM et al., 2002) e na Lagoa de Imboassica (VILLAC et al., 2005), ambas na costa do Rio de Janeiro. Os nossos exemplares diferem das espécies supracitadas por estas apresentarem contorno valvar linear-lanceolado e menor densidade de estrias em 10  $\mu\text{m}$  (26-31 e 20-36, respectivamente). Além disso, *P. linea* tende a ser mais curta, mais estreita e menos silicificada (LUNDHOLM et al., 2002). Espécies bacilariformes de *Nitzschia* frequentemente são confundidas com este complexo (ver LUNDHOLM et al., 2002).

Ecologia e distribuição: solitária ou formadora de colônias curtas; epífita em *Chaetoceros* Ehrenberg, *Odontella* C. Agardh e *Bacteriastrum* Shadbolt (LUNDHOLM et al., 2002). No protólogo da espécie há registros para o Golfo do México, Costa Rica, baía de Narragansett e Vietnã (LUNDHOLM et al., 2002). O segundo registro desta espécie é no Brasil, para o litoral do Paraná, onde foi encontrada apenas no verão (FERNANDES; BRANDINI, 2010). Este é o primeiro

registro de *P. linea* no litoral de Santa Catarina, com apenas dois espécimes encontrados nos pontos CDR e AI, em novembro e dezembro, respectivamente.

TABELA 1 - DADOS MORFOMÉTRICOS COMPARADOS DE *P. linea*.

Dimensões/referências	Eixo apical (µm)	Eixo transapical (µm)	Fíbulas/ 10 µm	Estrias/ 10 µm	Poróides/ 1 µm
Presente estudo (n=2)	26,4	3,0	19-21	36	7
Lundholm et al. (2002)*	13,4-26,6	1,8-2,2	18-22	38-42	7-9**
Fernandes e Brandini (2010)	17-18	2,5-3,0	20-24	40-44	9-10**

\* Material tipo. \*\* Medidos a partir das imagens

*Pseudo-nitzschia fraudulenta* (P. T. Cleve) Hasle  
Nova Hedwigia, v. 106, p. 315-321, 1993.

Figs 9-12

Basiônimo: *Nitzschia fraudulenta* P. T. Cleve, 1897

Sinônimo: *Pseudo-Nitzschia seriata* var. *fraudulenta* (P. T. Cleve) H. Peragallo in H. & M. Peragallo, 1900

Frústulas fusiformes, pouco silicificadas, unidas em cadeias escalariformes, com sobreposições dos ápices variando entre 1/7 e 1/10 do comprimento da célula. Valva simétrica, linear a lanceolada em vista lateral e lanceolada em vista valvar, atenuando-se em direção às extremidades, com maior largura na região central. Ápices agudos. Eixo apical: 50,3-72,0 µm. Eixo transapical: 4,0-8,0 µm. Eixo perivalvar: 4,7-7,5 µm. Ornamentações não visíveis em amostras frescas; fíbulas (15-22 em 10 µm) e interespaço central discerníveis em MO apenas em amostras oxidadas. Interestrias inconspícuas.

Toxicidade: espécie potencialmente tóxica (RHODES; SCHOLIN; GARTHWAITE, 1998).

Comentários: dados morfométricos concordam com os apresentados na literatura (tabela 2). Os táxons mais relacionados com este são *P. subfraudulenta* e *P. australis*. *P. fraudulenta* e *P. subfraudulenta* diferenciam-se principalmente pelo contorno valvar, eixo transapical e pela relação entre o número de estrias e fíbulas em 10 µm (FERRARIO; SAR; SALA, 2002). *P. australis* apresenta valvas lanceoladas, frequentemente assimétricas, com ápices subrostrados e sem interespaço central (FERRARIO; SAR; SALA, 2002).

Ecologia e distribuição: Cosmopolita (HASLE; SYVERTSEN, 1997), encontrando-se em ampla variação de temperatura (9-28°C, HASLE, 1965). No Oceano Atlântico Sul, havia sido registrada na Argentina (FERRARIO; SAR; CASTAÑOS, 1999) e Rio Grande do Sul, Brasil (ODEBRECHT et al., 2001). No presente estudo a espécie foi encontrada em outubro de 2008 e entre janeiro e março de 2009 nas estações ATS, CDR e OVV, ampliando os limites de distribuição desta espécie para norte no Oceano Atlântico Sul.

TABELA 2 - DADOS MORFOMÉTRICOS COMPARADOS DE *P. fraudulenta*.

Dimensões/referências	Eixo apical (µm)	Eixo transapical (µm)	Fíbulas/ 10 µm	Sobreposição das extremidades
Presente estudo (n=30)	50-72	4,0-8,0	15-22	1/7-1/10
Hasle (1965)	64-111	4,5-6,5	12-24	1/9
Takano e Kuroki (1977)	87	4,8-6,2	18-23	-
Rivera (1985)	50-119	5,6-10,0	12-24	-
Hallegraeff (1994)	60-100	4-8	20-24	1/6-1/7
Hasle, Lange e Syvertsen (1996)	73-117	5,0-6,0	19-23	1/6-1/8
Hernández-Becerril (1998)	63-69	3-4,5	15-17	-
Rhodes (1998)	60-72	4,5-7,2	-	-
Skov et al. (1999)	-	4,0-4,2	23-26	-
Ferrario, Sar e Sala (2002)	72-88	5,7-7,2	18-20	1/6-1/8
Cusack, Raine e Patching (2004)	65-164	4,0-8,0	21-25	-
Churro et al. (2009)	54-86	4-6	20-22	1/5

*Pseudo-nitzschia cf. heimii* Manguin

Figs.13, 14

Revue algologique, v. 3, p. 111-134, 1957.

Basiônimo: *Pseudonitzschia heimii* Manguin, 1957

Sinônimos: *Nitzschia pacifica* Cupp (senso Hustedt) in Hustedt 1958, *N. heimii* (Manguin) Hasle, 1965

Valva assimétrica, lineares a lanceolada, com uma margem quase reta, especialmente na região central, e a outra margem levemente convexa. Ápices agudos com pólos arredondados. Eixo apical: 55-75 µm. Eixo transapical: 3,4-3,6 µm. Fíbulas, um grande interespaço central e nódulo central discerníveis em MO, 17-19 fíbulas em 10 µm. Interestrias delicadas.

Toxicidade: não há registros sobre a sua toxicidade.

Comentários: Em algumas células a simetria é evidente, em outras não (PRIISHOLM; MOESTRUP; LUNDHOLM, 2002, HASLE; SYVERTSEN, 1997). O

material analisado tem menores valores de eixo apical e transapical que as principais medidas encontradas na literatura (tabela 3). No entanto, os dados morfométricos encaixam-se nos encontrados por Priisholm, Moestrup e Lundholm (2002). Naquela investigação, os espécimes encontrados também foram definidos como *P. cf. heimii*, devido à falta de características diagnósticas que confirmassem a identidade da espécie, em detrimento da espécies relacionada *P. subpacifica*. Neste trabalho, encontramos também células típicas de *P. subpacifica* (ver descrição abaixo), com evidente diferenciação entre os dois táxons. Entretanto, a identidade de *P. heimii* precisa ainda ser clarificada, especialmente com ilustração em ME.

Ecologia e distribuição: Cosmopolita, particularmente abundante na região subantártica (HASLE; SYVERTSEN, 1997). Registrada na plataforma continental argentina (ALMANDOZ et al., 2007). No Brasil, há um único registro para o Rio de Janeiro (VILLAC; TENEMBAUM, 2001), porém sem ilustrações. O táxon foi encontrado em fevereiro de 2009, no ponto CDR.

TABELA 3 - DADOS MORFOMÉTRICOS COMPARADOS DE *P. cf. heimii*.

Dimensões/referências	Eixo apical (µm)	Eixo transapical (µm)	Fíbulas/ 10 µm
Presente estudo (n=6)	55-75	3,4-3,6	17-19
Manguin (1957)* em Hasle, Lange e Syvertsen (1996)	104-117	5,5-6,5	11-15
Hasle (1965)	67-120	4-6	11-16
Hasle, Lange e Syvertsen (1996)	50-78	5-6	14-18
Priisholm, Moestrup e Lundholm (2002)	66-68	3,5-4,0	14-19

\* Material tipo

*Pseudo-nitzschia cf. subfraudulenta* (Hasle) Hasle  
Nova Hedwigia, v. 106, p. 315-321, 1993.

Figs. 15, 16

Basiônimo: *Nitzschia subfraudulenta* Hasle, 1965

Valva discretamente assimétrica, linear na maior parte do comprimento valvar, com uma margem quase reta e a outra reta, na porção mediana da célula, atenuando-se abruptamente em direção às extremidades. Eixo apical: 71,8-118,8 µm. Eixo transapical: 3,7-4,7 µm. Ápices agudos. Fíbulas e interestrias claramente visíveis em MO, 12-14 fíbulas e 17-20 interestrias em 10 µm. Mais de uma interestria por fíbula. Interespaço central presente.

Toxicidade: não há registros sobre sua toxicidade.

Comentários: os valores encontrados para o eixo transapical e o número de interestrias em 10 µm são menores que aqueles apresentados na literatura (tabela 4). A espécie foi registrada por Villac e Tenenbaum (2001) para a costa do Rio de Janeiro, também em “conferatur”. Entretanto, a falta de descrição e ilustrações do táxon não permite afirmar se estas duas populações pertencem ao mesmo táxon. Difere de *P. subpacifica* (Hasle) Hasle por esta ser assimétrica, menor eixo apical e menos silicificada. Difere de *P. heimii* também pela assimetria da valva e porque esta tem mais de uma interestria por fíbula (HASLE, 1965). A identificação precisa deste táxon requer observações em ME.

Ecologia e distribuição: Espécie de ecologia pouco conhecida. Há poucos registros na literatura, e a comum confusão com *P. fraudulenta* dificultam o conhecimento preciso da sua distribuição. O nosso material confirma a presença do táxon em águas brasileiras. Os espécimes foram encontrados em fevereiro de 2009 no ponto CDR.

TABELA 4 - DADOS MORFOMÉTRICOS COMPARADOS DE *P.cf. subfraudulenta*.

Dimensões/referências	Eixo apical (µm)	Eixo transapical (µm)	Interestrias/ 10 µm	Fíbulas/ 10 µm
Presente estudo (n=5)	71,8-118,8	3,7-4,7	17-20	12-14
Hasle (1965)*	65-106	5-7	23-26	14-17
Takano e Kuroki (1977)	-	4,6-5,8	22-25	12-14
Skov et al. (1999)	65-106	4,6-7,0	23-26	12-17

\*Material tipo

*Pseudo-nitzschia subpacifica* (Hasle) Hasle  
Nova Hedwigia, v. 106, p. 315-321, 1993.

Figs. 17-19

Basiônimo: *Nitzschia subpacifica* Hasle, 1965.

Frústulas unidas em cadeias escalariformes, cujas sobreposições dos ápices correspondem a 1/5 do comprimento da célula. Valva assimétrica, com uma margem quase reta, especialmente na região central, e outra margem convexa. Extremidades agudas. Eixo apical: 48-62 µm. Eixo transapical: 4,5-5,2 µm. Fíbulas, um grande interespaço central e nódulo central discerníveis em MO, 18 fíbulas em 10 µm. Interestrias dificilmente visíveis, apenas em amostras oxidadas, 29 em 10 µm. Mais de uma interestria por fíbula.

Toxicidade: não há registros sobre sua toxicidade.

Comentários: Dados morfométricos concordam com a maioria das descrições na literatura (ver tabela 5).

Ecologia e distribuição: espécie oceânica de águas quentes. Entretanto, também registrada na Baía de Fundy, Canadá (KACZMARSKA et al., 2005). No Oceano Atlântico Sul, ainda não havia sido registrada. Esta é, portanto, a primeira citação. Espécimes encontrados nos pontos CDR e OVV em janeiro e fevereiro de 2009.

TABELA 5 - DADOS MORFOMÉTRICOS COMPARADOS DE *P. subpacifica*.

Dimensões/referências	Eixo apical (µm)	Eixo transapical (µm)	Interestrias/ 10 µm	Fíbulas/ 10 µm	Sobreposição das extremidades
Presente estudo (n=10)	48-62	4,5-5,2	29	18	1/5
Hasle (1965)*	33-70	5-7	28-32	15-20	1/5-1/6
Rivera (1985)	21-32	2,7-4,2	29-36	15-21	1/5-1/6
Hallegraeff (1994)	60-70	4-7	26-31	15-17	1/5-1/6
Kaczmarska et al. (2005)	49-62	5-6,2	27-30	15-20	14-17 %
Churro et al. (2009)	37-58	4,1-5,5	28-32	16-20	1/5-1/6

\* Material tipo

*Pseudo-nitzschia calliantha* Lundholm, Moestrup et Hasle

Journal of Phycology, v. 39, p. 801-804, fig. 2 A-G, 2003.

Figs. 20-25

Frústulas extremamente delicadas, unidas em cadeias escalariformes longas, com sobreposições dos ápices muito curtas, de cerca de 1/10 a 1/7 do comprimento da célula. Valva linear a quase linear em vista lateral e valvar. Ápices agudos, redondos em vista valvar e pontiagudos em vista lateral. Eixo apical: 61,2-80,0 µm. Eixo transapical: 1,6-2,4 µm. Eixo perivalvar (3 µm) maior que o eixo transapical, de forma que, em lâminas com amostras não oxidadas, frequentemente as frústulas posicionam-se em vista lateral sobre a lâmina. Fíbulas geralmente discerníveis em MO, 17 em 10 µm, interespaço central presente. Interestrias inconspícuas, raramente visíveis em MO.

Em microscopia eletrônica, observa-se uma fileira de poróides por estria e duas interestrias por fíbula, 36 estrias em 10 µm. Os poróides são circulares, 4 em 1 µm, com himenes perfurado em 6-8 setores marginais hexagonais arranjados em círculo e um ou mais setores centrais, lembrando uma flor, o que dá origem ao

nome da espécie. Bandas do cingulo com poróides maiores e retangulares, com padrão de oclusão igual ao da valva.

Toxicidade: Espécie potencialmente tóxica (LUNDHOLM et al., 2003).

Comentários: O complexo *pseudodelicatissima* é formado por cinco espécies: *P. caciantha*, *P. calliantha*, *P. cuspidata*, *P. manii* e *P. pseudodelicatissima*. A principal diferença entre elas está na estrutura da oclusão de poróides e na estrutura de bandas de cingulo (LUNDHOLM et al., 2003; AMATO; MONTRESOR, 2008). Estas são espécies pseudo-crípticas, cuja diferenciação morfológica é sutil e confusa. As características principais que diferenciam estas espécies são apresentadas na tabela 6.

Os dados morfométricos estão de acordo com os disponíveis na literatura (tabela 7). Fernandes e Brandini (2010) registraram dois morfótipos nas populações de *P. calliantha* das costas de Santa Catarina e Paraná. O morfótipo 2 é congruente com o apresentado no protólogo da espécie (LUNDHOLM et al., 2003), mas o primeiro difere, principalmente, por apresentar: valva linear a lanceolada, maior eixo transapical e menor densidade de estrias e fíbulas em 10 µm. No material do presente estudo foi encontrada uma valva com características morfológicas diagnósticas de *P. calliantha*, e dados morfométricos intermediários entre os dois morfótipos descritos pelos autores supracitados (tabela 7; figura 26). Adicionalmente, várias valvas foram encontradas em MEV, em material com predomínio de *P. calliantha*, mas com poróides apresentando pouca ou nenhuma frequência de setor central nos poróides (figs. 27-29), que permitem a identificação destas como *P. manii* ou *P. caciantha*, sob o ponto de vista da morfologia da frústula.

Ecologia e distribuição: Espécie cosmopolita. A floração parece acontecer em curtos períodos de tempo, correlacionada à temperatura (QUIROGA, 2006). A espécie já foi encontrada em águas sul-brasileiras (MAFRA-JÚNIOR; FERNANDES; PROENÇA, 2006; FERNANDES; BRANDINI, 2010), ocorrendo especialmente entre dezembro e janeiro, possivelmente relacionada a um evento de floração com toxicidade detectada em dezembro de 2000, na Armação do Itapocoroy (TAVARES; PROENÇA; ODEBRECHT, 2009). No presente estudo, células de *P. calliantha* foram registradas entre junho de 2008 e março de 2009, com maior intensidade no verão, em todas as estações. Amostras coletadas no ponto AI em dezembro de 2006 também apresentaram *P. calliantha*. Na estação CDR, em Janeiro de 2009, ocorreu uma floração desta alga, com a densidade de células de *Pseudo-nitzschia* spp.

alcançando  $21,9 \times 10^6$  céls./L (92,6% do fitoplâncton total) e a contribuição relativa de *P. calliantha* em relação a outras espécies do gênero variou entre 90 e 95%. Neste período, detecções de toxinas nos moluscos cultivados atingiram 14,4 µg de toxina por grama de carne de molusco.

TABELA 6 - CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS QUE DIFERENCIAM AS ESPÉCIES DO COMPLEXO *pseudodelicatissima*.

Características/ Espécie	<i>P.</i> <i>calliantha</i>	<i>P. caciaantha</i>	<i>P.</i> <i>manii</i>	<i>P.</i> <i>pseudodelicatissima</i>	<i>P.</i> <i>cuspidata</i>
Setores de hîmenes	7-10, com 40% dos poróides apresentando setor central	4-5, sem setor central	2-7, com 3,6% dos poróides apresentando setor central	2	2
Eixo transapical (µm)	1,4-1,8	2,2-3,5	1,7-2,6	0,9-1,6	1,4-2,0
Contorno da valva	linear	Lanceolada	linear	linear	lanceolada
Altura das estrias, na valvocópula	4-5, às vezes 6 poróides	4-5 poróides	4 (raramente 3) poróides	2-3 poróides	Um poróide

FONTE: Lundholm et al. (2003), Amato e Montresor (2008).

TABELA 7 - DADOS MORFOMÉTRICOS COMPARADOS DE *P. calliantha*.

Dimensões/referências	Eixo apical (µm)	Eixo transapical (µm)	Estrias/ 10 µm	Fíbulas/ 10 µm	Poróides/ 1 µm	Sobreposição das extremidades
Presente estudo (n=40)	61,2-80,0	1,6-2,4	36	17	4	1/7-1/10
		**3,32	**30,35	**16,6	**4	
Lundholm et al. (2003)*	41-98	1,3-1,8	34-39	15-22	4-6	-
Caroppo et al. (2005)	80-110	1,5-2,2	36	18-20	-	-
Amato et al. (2007)	-	1,7-2,6	30,40	17-25	4,6	-
Burić et al. (2008)	64-98	1,5-2,1	39	17-19	4-5	-
Orlova et al. (2008)	63-94	1,5-1,8	35-39	14-18	4-6	-
Churro et al. (2009)	-	2	38-39	22	6	-
Fernandes e Brandini (2010), morfótipo 1	81-110	4-5	22-26	11-18	5-6	-
Fernandes e Brandini (2010), morfótipo 2	60-105	1,6-2,2	35-37	18-21	4-5	-

\* Material tipo; \*\*Espécime com características distintas (Fig. 22)

*Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* (Hasle) Hasle emend. Lundholm, Hasle et Moestrup  
 Nova Hedwigia, v. 106, p. 315-321, 1993. Figs. 30-37

Basiônimo: *Nitzschia pseudodelicatissima* Hasle, 1976

Sinônimos: *Nitzschia delicatula* Hasle, 1965; não *Nitzschia delicatula* Skvortzow, 1946.

Frústulas extremamente delicadas, unidas em cadeias escalariformes longas, com sobreposições dos ápices variando entre 1/7 e 1/10 do comprimento da célula. Valva linear a quase linear em vista lateral e valvar, com aparência de agulha ou fibra de vidro. Ápices agudos, redondos em vista valvar e pontiagudos em vista lateral. Eixo apical: 49,3-78,2  $\mu\text{m}$ . Eixo transapical: 1,4-2,4  $\mu\text{m}$ . Eixo perivalvar (3,0  $\mu\text{m}$ ) maior que o eixo transapical, de forma que, em lâminas com amostras não oxidadas, frequentemente as frústulas posicionam-se em vista lateral sobre a lâmina. Fíbulas geralmente discerníveis em MO, 21-22 em 10  $\mu\text{m}$ , interespaço central presente. Interestrias inconspícuas, raramente visíveis em MO.

Em microscopia eletrônica, observam-se 36-39 estrias em 10  $\mu\text{m}$ , uma fileira de poróides por estria, 5-6 em 1  $\mu\text{m}$ , e geralmente duas interestrias por fíbula. Os poróides são ovais a circulares, ocluídos por himenes divididos em dois setores perfurados, separados por uma estreita faixa de sílica. As perfurações possuem um padrão hexagonal.

Toxicidade: Espécie potencialmente tóxica (MOSCHANDREOU et al., 2010)

Comentários: A espécie mais próxima a *P. pseudodelicatissima* é *P. cuspidata*, a qual possui o mesmo padrão de oclusão de poróides da anterior. Em contraste, *P. cuspidata* possui contorno valvar lanceolado, em relação ao contorno linear de *P. pseudodelicatissima* (LUNDHOLM et al., 2003). O material analisado, neste estudo, concorda com a descrição emendada para *P. pseudodelicatissima* (tabela 8). Entretanto, estas características são muitas vezes difíceis de distinguir, e estudos filogenéticos ainda são necessários para clarificar as fronteiras entre estas duas espécies.

Ecologia e distribuição: Espécie cosmopolita. As identificações desta espécie para o Oceano Atlântico Sul foram anteriores ao desdobramento do complexo *pseudodelicatissima* em quatro espécies, e posteriormente confirmados como *P. calliantha* (FERNANDES; BRANDINI, 2010). Este é, portanto, o primeiro registro com descrição e ilustrações em MET de *P. pseudodelicatissima* para o Oceano Atlântico Sul, encontrada em todos os pontos. Nos pontos ATS, OVG e OVV, foram encontradas em maior concentração no período de janeiro a fevereiro de 2009. As densidades de *Pseudo-nitzschia* spp. atingiram  $19,1 \times 10^6$ ,  $9,7 \times 10^6$  e  $11,8 \times 10^6$  céls./L, respectivamente (entre 89% e 97% do fitoplâncton total), sendo que a contribuição relativa de *P. pseudodelicatissima* em relação a outras espécies

do gênero variou entre 80 a 98%. Neste período, detecções de toxinas nos moluscos cultivados atingiram 26,1, 17,3 e 98,5 µg/g no tecido dos moluscos.

TABELA 8 - DADOS MORFOMÉTRICOS COMPARADOS DE *P. pseudodelicatissima*.

Dimensões/referências	Eixo apical (µm)	Eixo transapical (µm)	Estrias em 10 µm	Fíbulas em 10 µm	Poróides em 1 µm	Sobreposição das extremidades
Presente estudo (n=40)	49,3-78,2	1,4-2,4	36-39	21-22	5-6	1/7-1/10
Lundholm et al. (2003)*	54-87	0,9-1,6	36-43	21-25	5-6	-
Cusak et al. (2004)	27-85	1,0-1,9	39-44	22-26	4-6	-
Kaczmarska et al. (2005)	54-80	1,2-2,0	38-43	20-27	5-6	10%
Amato et al. (2007)	-	1,5-1,9	34-45	10-29	4-7	-
Churro et al. (2009)	75-82	1,2-1,6	38-41	22-26	5	1/5-1/6
Moschandreou e Nikolaidis (2010)	50-56	1,1-2,1	34-44	19-25	5-7	-

\* Material tipo

*Pseudo-nitzschia multiseriis* (Hasle) Hasle

Figs. 39-45

Journal of Phycology, v. 31, p. 428-435, 1995.

Basiônimo: *Nitzschia pungens* f. *multiseriis* Hasle, 1974

Sinônimos: *Nitzschia pungens* f. *multiseriis* Hasle, 1965 nom. nud., *Pseudonitzschia pungens* f. *multiseriis* (Hasle) Hasle, 1993

Frústulas fusiformes, fortemente silicificadas. Valvas simétricas, lanceoladas em vista valvar. Ápices pontiagudos. Eixo apical: 90-114,3 µm. Eixo transapical: 3,8-4,8 µm. Fíbulas (11-13 em 10 µm) e interestrias (12-14 em 10 µm) discerníveis em MO. geralmente uma interestria por fíbula. Ausência de interespaço e de nódulo central. Estrias inconspícuas em MO.

Em microscopia eletrônica observam-se as estrias compostas por pequenos poróides circulares, organizados em 3-4 fileiras, raramente 2 no centro da valva, 5-6 poróides em 1 µm. Aproximando dos ápices, a densidade de poróides diminui, apresentando estrias de 2-3 fileiras de poróides. Interestrias são elevadas em vista interna. Rafe marginal, contínua. Fíbulas regularmente espaçadas. Estrias do manto com 7-10 poróides, em geral maiores que aqueles da superfície valvar. Estes poróides estão organizados em um padrão que varia de quadrangular a circular. Cíngulo constituído por três bandas, perfuradas por 17-25 estrias em 10 µm. As estrias da valvocópula são maiores e retangulares. O tamanho das estrias decresce em direção abvalvar nas outras estrias.

Toxicidade: espécie potencialmente tóxica (BATES et al., 1989). Cepas tóxicas do litoral do Paraná foram cultivadas em laboratório e apresentaram toxicidade (MAFRA-JÚNIOR, 2005).

Comentários: dados morfométricos concordam com os apresentados na literatura (tabela 9). Difere de *P. pungens* por apresentar estrias multisseriadas, com poróides menores, não discerníveis em MO, bem como o formato mais lanceolado da valva e eixo transapical da valva em geral maior (HASLE, 1995). Em MO, *P. pungens* dificilmente é distinguível de *P. multiseriata* quando observadas em vista lateral (fig. 38).

Ecologia e distribuição: Cosmopolita (HASLE, 2002), frequentemente encontrada nas regiões costeiras da Argentina (FERRARIO; SAR; CASTAÑOS, 1999; FERRARIO; SAR; SALA, 2002) e Brasil (VILLAC; TENENBAUM, 2001; ODEBRECHT et al., 2001; MAFRA-JÚNIOR; FERNANDES; PROENÇA, 2006; TAVARES; PROENÇA; ODEBRECHT, 2009; FERNANDES; BRANDINI, 2010). No presente estudo, a espécie foi encontrada em novembro de 2008 a janeiro de 2009, co-ocorrendo com *P. pungens*, nas estações AI e CDR. Amostras coletadas no ponto AI em dezembro de 2006 também apresentaram *P. multiseriata*.

TABELA 9 - DADOS MORFOMÉTRICOS COMPARADOS DE *P. multiseriata*.

Dimensões/referências	Eixo apical ( $\mu\text{m}$ )	Eixo transapical ( $\mu\text{m}$ )	Interestrias/ 10 $\mu\text{m}$	Fíbulas/ 10 $\mu\text{m}$	Poróides/ 1 $\mu\text{m}$ , face valvar	Poróides, manto	Estrias/ 10 $\mu\text{m}$ , bandas
Presente estudo (n=25)	90,0-114,3	3,8-4,8	11-13	12-14	5-6	7-10	17-25
Hasle (1965)*	68-140	4-5	10-13	-	-	-	-
Takano e Kuroki (1977)	82-135	4,7-6,0	11-14	11-13	5-8	-	-
Hasle, Lange e Syvertsen (1996)	68-140	3,4-5,0	10-15	10-15	4-6	-	19-22
Ferrario, Sar e Castaños (1999)	60-110	2,8-4,7	12-16	13-16	4-6	-	-
Skov et al. (1999)	68-140	3,4-6,0	10-19	10-19	4-6	-	-
Stonik, Orlova e Shevchenko (2001)	83-135	3,2-5,3	9-13	9-13	4-6	-	-
Ferrario, Sar e Sala (2002)	76-169	4,2-5,3	12-16	12-16	4-6	6-12	19-22
Kaczmarska et al. (2005)	73-106	4-5	11-14	10-14	5-6	-	-
Orlova et al. (2008)	36-135	3,2-5,0	12-17	12-15	4-7	-	22-27
Fernandes e Brandini (2010)	74-123	3-5	9-13	10-14	5-6	5-6	-

\*Material tipo.

*Pseudo-nitzschia multistriata* (Takano) Takano  
Diatom, v. 10, p. 73-74 A-E, 1995.

Figs. 46-54

Basiônimo: *Nitzschia multistriata* Takano, 1993

Frústulas unidas em cadeias escalariformes onduladas, cujas sobreposições dos ápices variam entre 1/8 e 1/7 do comprimento da célula. Valva assimétrica, linear na maior parte da valva, com extremidades agudas, ligeiramente sigmóides, em vista valvar. Em vista lateral, valvas fortemente sigmóides, com extremidades levemente truncadas. Eixo apical: 34-78 µm. Eixo transapical: 2,7-4,0 µm. Eixo pervalvar: 2,5 µm. Fíbulas geralmente discerníveis em MO, 24-33 em 10 µm, interespaço central ausente. Interestrias inconspícuas, raramente visíveis em MO.

Em MET observa-se 39 a 46 estrias em 10 µm, compostas por poróides muito delicados, circulares, organizados em duas fileiras, 13-16 em 1 µm. Cíngulo constituído por três bandas. As estrias da valvocópula (56 em 10 µm) são maiores e retangulares, com 3-4 poróides de altura e 2-3 de largura. O tamanho das estrias decresce em direção abvalvar nas outras estrias.

Toxicidade: Espécie potencialmente tóxica (ORSINI et al., 2002).

Comentários: Em MO, as células são claramente distintas das outras espécies de *Pseudo-nitzschia* encontradas na costa de SC. Isso se dá, principalmente, ao aspecto sigmóide da cadeia formada pelas frústulas de *P. multistriata* (Fig. 47). Dados morfométricos concordam com os apresentados na literatura (ver tabela 10). Entretanto, algumas valvas apresentaram eixo apical muito pequeno, da mesma forma como foram encontrados por Orsini et al. (2002). O mesmo acontece com o número máximo de estrias em 10 µm (46) e poróides em 1 µm (16), com valores próximos encontrados por Orsini et al. (2002). Hasle (2002) discute que por ter uma valva fracamente silicificada e finamente estruturada, sua identificação é negligenciada ou confundida com outras espécies também de fina estrutura, como *P. delicatissima*. Entretanto, *P. multistriata* não possui interespaço central.

Ecologia e distribuição: Cosmopolita. Citada para as costas do Japão (TAKANO, 1993), Nova Zelândia (RHODES; ADAMSON; SCHOLIN, 2000), Rússia (ORLOVA et al., 2008), Mediterrâneo (ORSINI et al., 2002), costa Atlântica do Marrocos (AKALLAL et al., 2002), Golfo do México (THESEN et al., 2005), França

(NEZAN et al., 2007), Portugal (CHURRO et al., 2009) e Uruguai (MÉNDEZ; FERRARIO, 2009). No Brasil, esta espécie foi mencionada por Villac e Tenenbaum (2001), sem apresentar descrição, morfometria e ilustrações. Este registro confirma a presença de *P. multistriata* para o Brasil, a qual ocorreu nos pontos ATS, CDR e OVG entre janeiro e março de 2009. Amostras coletadas em dezembro de 2006 no ponto AI também apresentaram *P. multistriata*.

TABELA 10 - DADOS MORFOMÉTRICOS COMPARADOS DE *P. multistriata*.

Dimensões/referências	Eixo apical (µm)	Eixo transapical (µm)	Estrias/ 10 µm	Fíbulas/ 10 µm	Poróides/ 1 µm	Sobreposição das extremidades
Presente estudo (n=40)	34-78	2,7-4,0	39-46	24-33	13-16	1/8-1/7
Takano (1993)*	55-65	3,1-3,6	37-42	23-26	5-6	-
Rhodes, Adamson e Scholin (2000)	60	2,5-3,0	40	30	-	1/11
Orsini et al. (2002)	38-50	2,5-4,0	37-44	23-32	11-13	-
Orlova et al. (2008)	44-78	2,4-3,8	34-42	25-29	9-13	-
Churro et al. (2009)	51-70	2,7-3,0	36-39	24-26	10-11	1/8

\* Material tipo.

*Pseudo-nitzschia pungens* (Grunow ex Cleve) Hasle var. *pungens*

Nova Hedwigia, v. 106, p. 315-321, 1993.

Fig. 55-62

Basiônimo: *Nitzschia pungens* Grunow ex P. T. Cleve, 1897.

Sinônimos: *Nitzschia?* (*Homoeocladia*) *pungens* Grunow in Cleve & Möller, 1882, nom. nud. (HASLE, 1993), *Nitzschia pungens* var. *atlantica* P. T. Cleve, 1897, *Nitzschia atlantica* (P. T. Cleve) F. W. Mills, 1934, *Pseudo-nitzschia pungens* var. *atlantica* (P. T. Cleve) Moreno et Licea, 1996.

Frústulas fusiformes, fortemente silicificadas, em relação às outras espécies do gênero. Células unidas em cadeias escalariformes, com sobreposição dos ápices de células adjacentes variando entre 1/3 e 1/5 do comprimento da célula. Valvas simétricas, lanceoladas em vista lateral. Em vista valvar, lineares em espécimes grandes, tornando-se levemente lanceoladas em espécimes menores. Ápices pontiagudos. Eixo apical: 75,5-120,3 µm. Eixo transapical: 2,7-4,8 µm. Fíbulas (9-16 em 10 µm) e interestrias (9-15 em 10 µm) discerníveis em MO, geralmente uma interestria por fíbula. Ausência de interespaço e de nódulo central. Poróides grosseiros, frequentemente visíveis em MO. Bandas de cingulo estriadas,

visíveis em MO, com estrias maiores na região média da banda, em relação às regiões próximas aos ápices.

Em microscopia eletrônica, observa-se a estrutura bisseriada das estrias, às vezes com a formação parcial de uma terceira fileira. Poróides circulares, 2-3 em 1  $\mu\text{m}$ . Interestrias são elevadas em vista interna. Rafe marginal, contínua. Fíbulas regularmente espaçadas. Estrias do manto também bisseriadas, em geral maiores que aquelas da superfície valvar. Cíngulo constituído por três bandas, valvocópula perfurada por 13-16 estrias em 10  $\mu\text{m}$ , 1ª cópula perfurada por 19-21 estrias em 10  $\mu\text{m}$  e 2ª cópula perfurada por 25,6-28,8 estrias em 10  $\mu\text{m}$ . O tamanho das estrias decresce em direção abvalvar nas bandas de cíngulo. As estrias das bandas são formadas por uma fileira de poróides ovais a quadrangulares, não ocluídos.

Toxicidade: espécie potencialmente tóxica (FRYXELL; HASLE, 2003). Entretanto, a maioria dos testes de toxicidade performados para esta espécie acusa cepas não-tóxicas (BATES et al., 1998; SAR; ANDRINOLO; SUNESEN, 2006), inclusive em cepas da costa do Paraná (MAFRA-JÚNIOR, 2005)

Comentários: *P. pungens* var. *cingulata* Villac et Fryxell possui bandas com maior densidade de estrias (20-24 em 10  $\mu\text{m}$ ) cujos poróides são divididos em 2-3 setores, em contraste com *P. pungens* var. *pungens*, com poróides não divididos. Além disso, aquela variedade possui duas (às vezes três) fileiras de poróides que são menores que os da variedade típica. (VILLAC; FRYXELL, 1998). *P. pungens* var. *aveirensis* Lundholm, Churro, Carreira et Calado, uma outra variedade recentemente descrita para esta espécie, é caracterizada por uma maior densidade de estrias nas bandas (21-25 em 10  $\mu\text{m}$ ) e por dois padrões de estrias de bandas: um tipo com uma fileira de poróides ovais e outro com uma fileira de poróides quadrados divididos em 2-3 setores (CHURRO et al., 2009). Os nossos exemplares concordam com a descrição da variedade típica (tabela 11). Apesar da presença de alguns espécimes com poróides menores (característica comum à variedade *cingulata*; fig. 57), não foram encontradas bandas de cíngulo apresentando características diagnósticas deste táxon.

Ecologia e distribuição: variedade cosmopolita (CASTELEYN et al., 2008). Já registrada para a costa da Argentina (SAR; ANDRINOLO; SUNESEN, 2006) e sul do Brasil, junto com *P. pungens* var. *cingulata* (FERNANDES; BRANDINI, 2010). Nesta investigação, o táxon foi encontrado na maioria das amostras de todos os

pontos entre junho de 2008 e março de 2009. Amostras coletadas em dezembro de 2007 no ponto AI também apresentaram *P. pungens* var. *pungens*. Em janeiro de 2009, a espécie encontra-se em elevadas concentrações no fitoplâncton do ponto AI, com densidades de *Pseudo-nitzschia* spp. alcançando  $1,0 \times 10^6$  céls./L (94% do fitoplâncton total) e contribuição relativa de *P. pungens*, em relação a outras espécies do gênero, de 80 a 90%. No mesmo período, concentrações pequenas de AD (0 a 0,2 µg/g de carne) foram detectadas nos bivalves cultivados.

TABELA 11 - DADOS MORFOMÉTRICOS COMPARADOS DE *P. pungens* var. *pungens*.

Dimensões/ Referências	Eixo apical (µm)	Eixo transapical (µm)	Interestrias/ 10 µm	Fíbulas/ 10 µm	Poróides/ 1 µm	Estrias valvocópula/ 10 µm	Sobreposição das extremidades
Presente estudo (n=40)	75,5-120,3	2,7-4,8	9-15	9-16	2-3	13-16	1/5-1/3
(Churro et al. 2009)*	110	2,7-3,5	8,6-11,6	8,6-11,6	2-3	11,6-18,9	-
Sar, Andrinolo e Sunesen (2006)	73-110	2,0-3,8	10-13	10-14	2-5	15,0-17,5	-
Casteleyn et al. (2008)	24,4-121,0	2,4-4,2	9-13	10-14	2-4	-	-
Fernandes e Brandini (2010)	84-165	3-5	13-16	13-18	2-3	17-18	-

\* Material tipo

### *Pseudo-nitzschia* sp.

Fig. 63

Frústulas robustas e fusiformes, unidas em cadeias escalariformes, cujas sobreposições dos ápices correspondem a aproximadamente 1/5 do comprimento da célula. Valva simétrica, lanceolada em vista lateral, com maior largura na região central. Ápices pontiagudos. Eixo apical: 93,8-96,0 µm. Eixo transapical: 5,0-6,8 µm. Estrutura da valva não visível em amostras frescas. Fíbulas discerníveis em MO, 13-17 em 10 µm. Interespaço central ausente. Interestrias inconspícuas, raramente visíveis em MO, 28-32 em 10 µm.

Comentários: Os dados morfométricos conferem com os apresentados na literatura para *P. seriata*, *P. fraudulenta* e *P. australis* (tabela 12). *P. seriata* apresenta uma distribuição restrita a águas frias do hemisfério Norte, acima de 45°N, e certamente não ocorre em águas brasileiras (HASLE, 2002), apesar da recente citação de uma possível população de *P. seriata* na terra do Fogo, extremo sul da América do Sul (ALMANDOZ; HERNANDO; FERRARIO, 2009). *P. fraudulenta* possui um grande interespaço central, o que não foi observado nas valvas deste

táxon. *P. australis* é comumente citada para a Argentina (FERRARIO; SAR; CASTAÑOS, 1999; FERRARIO; SAR; SALA, 2002) e Brasil (ODEBRECHT et al., 2001, FERNANDES; BRANDINI, 2010). Entretanto, esta é uma espécie com estrutura fortemente silicificada, observando-se interestrias e fíbulas claramente, ao contrário dos exemplares observados de *Pseudo-nitzschia* sp. A raridade deste táxon nas amostras dificultou a sua identificação precisa, e mais estudos precisam ser feitos para a determinação correta deste táxon.

Distribuição: seis valvas foram encontradas na estação CDR, em novembro.

TABELA 12 - DADOS MORFOMÉTRICOS DE *Pseudo-nitzschia* sp., COMPARADOS COM ESPÉCIES PRÓXIMAS DA LITERATURA.

Dimensões/Espécie	Eixo apical ( $\mu\text{m}$ )	Eixo transapical ( $\mu\text{m}$ )	Interestrias em 10 $\mu\text{m}$	Fíbulas em 10 $\mu\text{m}$	Sobreposição das extremidades
<i>Pseudo-nitzschia</i> sp. (presente estudo, n=4)	93,8-96,0	5,0-6,8	28-32	13-17	1/5
<i>P. australis</i> *	75-144	6,5-8,0	12-18	12-18	1/4
<i>P. fraudulenta</i> *	64-111	4,5-6,5	18-24	12-24	curta
<i>P. seriata</i> *	91-160	5,5-8,0	14-18	14-18	1/3-1/4

\* Hasle e Syvertsen (1997)

#### 4 DISCUSSÃO

No presente estudo foram identificados 11 táxons infragenéricos de *Pseudo-nitzschia* para áreas de cultivo de moluscos estudadas no litoral de Santa Catarina, o que demonstra uma elevada riqueza em espécies na região. Para fins de comparação, em trabalhos semelhantes que focaram na diversidade de espécies de *Pseudo-nitzschia* ao redor do mundo, foi encontrado menor número de espécies: Japão – 7 espécies (TAKANO; KUROKI, 1977), Chile – 8 espécies (RIVERA, 1985), Austrália – 7 espécies (HALLEGRAEFF, 1994), Noruega – 7 espécies (HASLE; LANGE; SYVERTSEN, 1996), México – 5 espécies (HERNÁNDEZ-BECERRIL, 1998), Rússia – 3 espécies (STONIK; ORLOVA; SHEVCHENKO, 2001), Canadá – 7 espécies (KACZMARSKA et al., 2005) e Argentina – 8 espécies (ALMANDOZ et al., 2007). Estudos mais recentes, que investigaram a diversidade morfológica e molecular das espécies de *Pseudo-nitzschia*, encontraram maior número de táxons: Portugal – 11 táxons (CHURRO et al., 2009), Norte da Espanha – 10 táxons (ORIVE et al., 2010) e Grécia – 12 táxons (MOSCHANDREOU; NIKOLAIDIS, 2010). No Brasil, a maior riqueza de espécies de *Pseudo-nitzschia* encontrada até o momento foi para a região costeira do Rio de Janeiro, com nove espécies identificadas (MOREIRA-FILHO et al., 1993, VILLAC; TENENBAUM, 2001).

Espécies de *Pseudo-nitzschia* cujo eixo apical é menor que 3 µm (complexo *pseudodelicatissima*) foram as mais difíceis de identificar. A determinação dessas espécies não é possível em MO, mas também sua discriminação em microscopia eletrônica é dificultada pelas diferenças pequenas de ultraestrutura da valva existentes entre as espécies. Muitas espécies têm sido descritas recentemente, com o suporte de dados moleculares, sendo que as características morfológicas diagnósticas são muitas vezes sutis. Espécies deste complexo parecem ocorrer amplamente ao longo da costa do Brasil e as principais questões levantadas neste trabalho são discutidas a seguir.

*Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* tem sido registrada para o Oceano Atlântico Sudoeste desde 1999 (FERRARIO; SAR; CASTAÑOS, 1999; ODEBRECHT et al., 2001; VILLAC; TENENBAUM, 2001; FERRARIO; SAR; SALA, 2002). Entretanto, depois do desdobramento do complexo *pseudodelicatissima* em quatro espécies, as identificações necessitaram ser revisadas. As descrições e ilustrações geradas pelos autores supracitados não contém informações que,

atualmente, são diagnósticas para as espécies descritas e não podem ser utilizadas para a confirmação. Posteriormente, Almandoz et al. (2007) confirmaram que as identificações anteriores de *P. pseudodelicatissima* na Argentina eram, na verdade *P. calliantha*. O mesmo ocorreu para a região Sudeste do Brasil (VILLAC; CABRAL-NORONHA; PINTO, 2008). Após comunicação com os autores das publicações pretéritas no Sudeste e Sul do Brasil, Fernandes e Brandini (2010) retificaram todas as identificações como *P. calliantha* e a conclusão foi de que *P. pseudodelicatissima* não estava presente em águas argentinas e brasileiras. Portanto, o presente estudo, registra pela primeira vez *P. pseudodelicatissima* para o Atlântico Sudoeste, com base em análises morfológicas realizadas em microscopia eletrônica.

Fernandes e Brandini (2010) apresentaram morfótipos distintos no Paraná e Santa Catarina para a mesma circunscrição de *Pseudo-nitzschia calliantha*, o que foi ratificado no presente estudo, pois algumas valvas apresentaram características intermediárias entre os dois morfótipos encontrados pelos autores supracitados. Nas amostras dominadas por *P. calliantha*, algumas valvas apresentaram características morfológicas que permitiriam a sua identificação como *P. caciantha* ou *P. manii*. Estas características são: baixa densidade de setores de himenes nos poróides e poucos poróides com setor central observados. Entretanto, o número e as condições das valvas encontradas impossibilitam a confirmação de uma pequena população de uma ou ambas as espécies co-ocorrendo com *P. calliantha*. Diversidade morfológica em populações de *P. calliantha* também foi encontrada por Kaczmarek et al. (2005) e Sarno, Zingone e Montresor (2010). Pela variabilidade morfológica encontrada no presente material e em estudos recentes na região, levanta-se a hipótese de ocorrência de espécies semi-crípticas no litoral sul do Brasil, que deve ser testada.

Em MO, a determinação de espécies do complexo *pseudodelicatissima* não é possível, pois não há características diagnósticas visíveis sob esse método. Entretanto, na busca de encontrar qualquer diferença nas populações de *Pseudo-nitzschia calliantha* e *P. pseudodelicatissima*, e com a oportunidade de analisar amostras com florações de cada espécie nas estações de coleta, pôde-se observar sutis diferenças no contorno e na estrutura da valva entre as duas espécies, na região estudada (figs. 17 e 27). As frústulas de *P. calliantha* encontradas apresentaram uma estrutura um pouco menos delicada que *P. pseudodelicatissima*, além de *P. pseudodelicatissima* possuir um ápice levemente mais atenuado que *P. calliantha*. Outra espécie que também pode ser facilmente confundida com estas

espécies é *P. delicatissima*. Entretanto, em vista lateral, é possível diferenciá-las pelos ápices: *P. complexo pseudodelicatissima* possui ápices agudos e alongados, enquanto *P. delicatissima* possui ápices truncados (SARNO et al., 2010).

Destaca-se também a citação nova para a costa do Brasil de *Pseudo-nitzschia subpacificica*. Durante o período analisado, foi uma espécie comum nas estações CDR e OVV, no verão. Outras espécies, já registradas para a costa brasileira mas não ilustradas na literatura regional foram descritas e confirmadas. São elas *Pseudo-nitzschia fraudulenta* e *P. multistriata*. Foram espécies pouco abundantes nas amostras e as frústulas apresentaram-se muito delicadas e se perderam rapidamente no processamento das amostras. Em microscopia eletrônica, apenas *P. multistriata* foi registrada. Para detalhes de ultraestrutura da frústula, pesquisas envolvendo isolamento e cultivo de células são essenciais.

*Pseudo-nitzschia cf. heimii* possuiu dados morfométricos distintos das principais obras desta espécie, inclusive do material típico, embora congruentes com os dados de Priisholm, Moestrup e Lundholm (2002). Os valores de eixo apical foram muito pequenos, próximos àqueles típicos de *P. subpacificica*. Entretanto, analisando as ilustrações de *P. subpacificica* e de *P. heimii* nos trabalhos de Hasle (1965) e Hasle, Lange e Syvertsen (1996) as células do presente estudo assemelharam-se à circunscrição de *P. heimii*, no que se refere a contorno valvar e assimetria da valva. Adicionalmente, células típicas de *P. subpacificica* foram encontradas no presente estudo e permitiram melhor comparação entre as duas entidades taxonômicas no mesmo material. Diferenças grandes em eixo transapical e densidade de interestrias também foram observadas em *P. cf. subfraudulenta*. Estas diferenças impediram a precisão na identificação da espécie, embora seja possível distingui-lo bem das populações dos outros táxons encontrados e não haja uma outra espécie semelhante morfologicamente, senão *P. subfraudulenta*. A raridade destes dois táxons, refletida no número de valvas encontradas e medidas, pode também explicar as pequenas e discrepantes variações de morfometria, bem como a falta de registro em microscopia eletrônica, necessária para a determinação precisa destes táxons.

Entre as espécies pouco registradas mundialmente, destaca-se a presença de *Pseudo-nitzschia linea* na área de estudo. No Brasil, ela foi documentada na região costeira do Paraná e na Baía de Paranaguá, em amostras coletadas nos verões de 1998, 1999 e 2003 (FERNANDES; BRANDINI, 2010). No presente

estudo, foi uma espécie rara nas amostras, especialmente por ser epífita em outras diatomáceas. No presente estudo, as valvas encontradas foram sempre em amostras oxidadas e, por isso, não foi constatado o hábito epifítico, nem a formação de cadeias. Bigunas (2005) identificou valvas isopolares com ápices arredondados como "*Pseudo-nitzschia* sp." no estuário do Rio Guaraguaçu, Paraná. Após a reanálise do material (lâminas permanentes depositadas no herbário da UFPR, sob os códigos UPCB 47526 e 47521), foi constatado que apesar de o contorno valvar linear e os eixos apical e transapical apresentados (21,9-22,5 µm e 2,5 µm, respectivamente) concordarem com as descrições das três espécies do grupo *americana*, a baixa densidade de fíbulas foi discordante, provavelmente correspondendo a táxon de *Nitzschia*. Interessante notar que *P. linea* foi somente registrada na a costa da região Sul, enquanto que *P. brasiliana* foi registrada exclusivamente na região Sudeste do Brasil. Estudos biogeográficos, a fim de investigar a real amplitude da distribuição espacial destas espécies, trariam novas informações sobre a ocorrência do grupo *americana*, ainda pouco estudado, em águas brasileiras.

Entre os táxons citados em pesquisas pretéritas para a região costeira do Brasil, não foram encontrados no presente estudo *P. delicatissima*, *P. australis* e *P. pungens* var. *cingulata*. Os registros de *P. delicatissima* para a costa brasileira (MOREIRA-FILHO et al., 1990; MOREIRA-FILHO; ESKINAZI-LEÇA; VALENTE-MOREIRA, 1995; VILLAC; TENEMBAUM, 2001) antecedem as pesquisas sobre sua variação inter e intraespecífica, do ponto de vista morfológico e molecular, e que resultaram na descrição de três espécies novas (LUNDHOLM et al., 2006; QUIJANO-SCHEGGIA et al., 2009). Pelo fato de os registros não conterem qualquer informação morfológica, a identidade deste(s) táxon(s) no Brasil é duvidosa, sendo aqui classificada como *P. complexo delicatissima* senso Lundholm et al. (2006). *Pseudo-nitzschia australis* e *P. pungens* var. *cingulata* são táxons registrados no litoral de Santa Catarina (FERNANDES; BRANDINI, 2010). Contudo, o registro de *Pseudo-nitzschia* sp., com frústulas inteiras, impedindo a visualização clara de todas as estruturas da valva, teve como espécie mais próxima (baseado nos dados morfométricos) *P. australis*. Da mesma forma para *P. pungens* var. *cingulata*, uma valva com estrutura de estrias na face valvar características desta variedade foi encontrada, mas as características diagnósticas do cingulo, apesar de intensamente buscadas em microscopia eletrônica, não foram observadas em nenhuma das

amostras contendo *P. pungens*. É possível então, que, apesar do esforço amostral, estes táxons estivessem presentes em baixas densidades durante o período amostrado.

Todos esses problemas de identificação sugerem a necessidade de um estudo de diversidade genética deste grupo na costa brasileira em uma escala sazonal, comparando espécies em diferentes fases de crescimento, populações distintas e com silicificação diferenciada da frústula, aumentando a possibilidade de conservação das estruturas diagnósticas da valva. Como resultado, seria possível esclarecer dúvidas frequentes encontradas nos estudos morfológicos e, em parte, nos de biologia molecular.

Considerando os 13 táxons citados previamente (excluindo destes as identificações de *Pseudo-nitzschia seriata* e *P. pseudodelicatissima*) este estudo aumentou para 15 o número de táxons registrados na costa do Brasil. Adicionalmente, *P. fraudulenta*, *P. cf. heimii*, *P. linea*, *P. cf. subfraudulenta*, e *P. multistriata* são novas ocorrências para o litoral de Santa Catarina, que passa a ter 12 espécies citadas em sua região costeira (figura 64). É importante ressaltar que, deste número, apenas duas espécies (13%) foram registradas para as regiões Norte e Nordeste (MOREIRA-FILHO; ESKINAZI-LEÇA; VALENTE-MOREIRA, 1995; MOREIRA-FILHO et al., 1999; ESKINAZI-LEÇA et al., 2010), enquanto as regiões Sul e Sudeste, a partir do Rio de Janeiro, concentra todas as espécies, em consequência do maior número de estudos e publicações sobre taxonomia de microalgas marinhas nestas regiões.

Entre as espécies encontradas neste estudo, seis foram mencionadas na literatura como potenciais produtoras de ácido domóico (FRYXELL; HASLE, 2003): *Pseudo-nitzschia calliantha*, *P. fraudulenta*, *P. multiseriata*, *P. multistriata*, *P. pseudodelicatissima* e *P. pungens*. Na área de trabalho, concentrações discretas a muito elevadas de ácido domóico (0,2 a 98,5 µg/g de carne de molusco) foram detectadas pela equipe do Dr. L.A.O. Proença, em janeiro de 2009. Neste mesmo período, foram identificadas florações simultâneas de três espécies: *P. calliantha* na estação CDR, Baía Sul, região continental; *P. pseudodelicatissima* nas estações OVV, OVG e ATS, Baía Sul, costa da ilha; e *P. pungens*, na estação AI, na Enseada do Itapocoroy, coincidindo com elevadas concentrações de AD detectadas nas carnes de moluscos, nas estações da Baía Sul. Para constar, após o evento de floração de janeiro de 2009, alta concentração de *Pseudo-nitzschia* foi detectada no

monitoramento das regiões de maricultura de SC em novembro de 2009, junho de 2010 e novembro de 2010 (L. A. O. Proença, comunicação pessoal), evidenciando que, além dos períodos de eventos mais intensos e regulares em janeiro e fevereiro, florações ocorrem irregularmente ao longo do ano.

Em diversos locais do mundo, foram registrados eventos com ácido domóico cujo organismo não foi detectado. Recentemente, pesquisadores descobriram que espécies de *Pseudo-nitzschia* podem formar “thin layers” – camadas que variam de centímetros a poucos metros verticais na coluna de água, mas atingem extensões de quilômetros horizontalmente (RINES et al., 2002). Esta distribuição heterogênea na massa de água dificulta a detecção de uma floração, e estratégias de amostragem convencionais em geral são falhas quando este fenômeno ocorre. Em Santa Catarina, cujos cultivos são realizados em profundidades inferiores a quatro metros, detecção de camadas finas não parecem ser um grande problema. Entretanto, em cultivos realizados em águas mais profundas, acima de 8 metros, é recomendável que coletas sejam feitas em diferentes profundidades, com o menor intervalo possível.

A Identificação rápida de *Pseudo-nitzschia* é uma grande necessidade, especialmente porque a presença de espécies tóxicas servem de critério para proibir a extração de moluscos nas áreas de cultivo em determinados períodos. Entretanto, a identificação precisa é limitada quando se usa apenas MO. Apesar de o gênero ser um importante componente do fitoplâncton de águas costeiras brasileiras, a estrutura da frústula, fracamente silicificada em algumas espécies, pode ser perdida nos métodos convencionais de preparação de lâminas, especialmente em amostras de campo. Isto dificulta a identificação das espécies de *Pseudo-nitzschia*, especialmente em trabalhos de flora de diatomáceas. Para fins de monitoramento, é evidente a necessidade de detecção de espécies tóxicas de *Pseudo-nitzschia*, nas áreas de cultivo de Santa Catarina, bem como em outras áreas de desenvolvimento de maricultura no Brasil. Nesse contexto, ressalta-se a importância de estudos taxonômicos com enfoque em espécies tóxicas, pois fornecem bases importantes que facilitam e agilizam as atividades rotineiras do monitoramento de fitoplâncton. A *posteriori*, pesquisas envolvendo a dinâmica das florações e a autecologia das espécies envolvidas são necessárias para clarificação e predição de eventos tóxicos.

## 5 CONCLUSÕES

- Foram encontrados 11 táxons infragenéricos do gênero *Pseudo-nitzschia* nas áreas de cultivo de moluscos em Santa Catarina. Este número corresponde a 73% do total de espécies registradas em toda a costa brasileira e configura uma alta diversidade deste gênero, comparada a outros estudos regionais e mundiais;
- Este estudo forneceu dados inéditos para o conhecimento das espécies de *Pseudo-nitzschia* no Brasil: a presença de *P. pseudodelicatissima* no Atlântico Sudocidental foi ratificada e, adicionalmente, foi registrada pela primeira vez a ocorrência de *P. subpacific*a em águas brasileiras. Outras espécies já registradas em trabalhos pretéritos foram confirmadas através de descrições, medidas e ilustrações.
- Frústulas fracamente silicificadas e características diagnósticas observáveis apenas em microscopia eletrônica são os principais fatores que dificultam o estudo taxonômico de *Pseudo-nitzschia*. Dificuldades no processamento das amostras, em especial para visualização em MET, são recorrentes. Estratégias alternativas de coleta, fixação de amostras e limpeza de frústula são necessárias nos estudos com foco neste gênero. No presente estudo, observou-se que, em períodos de floração de *Pseudo-nitzschia*, amostras congeladas em fixador apresentam resultados mais satisfatórios que aquelas preservadas em lugol ou formol. Observação de amostras recentemente coletadas é preferida também, em relação a amostras históricas. Além disso, limpeza de frústulas baseadas em oxidação mais branda (água oxigenada) ou em exposição à ultrassom podem ser alternativas eficazes quando o material é perdido nos métodos convencionais;
- Ainda existem diversas lacunas no conhecimento taxonômico e de distribuição deste gênero, comum no fitoplâncton marinho costeiro. Variações morfológicas conspícuas foram observadas e causam dúvidas acerca da circunscrição das espécies, especialmente no grupo de espécies de eixo transapical menor que 3µm. Futuros

estudos moleculares e populacionais devem ajudar a esclarecer estas dúvidas;

- Adicionalmente, trabalhos focados em *Pseudo-nitzschia* precisam ser realizados além da região Sul-Sudeste do Brasil, que concentra cerca de 90% dos estudos realizados até hoje no país. As regiões Norte e Nordeste possuem cerca do dobro da extensão costeira das regiões Sudeste e Sul juntas, além de possuírem um litoral importante para a economia do país em termos de produção e turismo. Isto torna indispensável o conhecimento sobre espécies tóxicas nestas regiões;
- Seis espécies potencialmente tóxicas ocorreram durante o período de estudo, três delas em florações simultâneas no verão de 2009, relacionadas à detecção de toxina em moluscos acima do limite regulatório. A presença, abundância e efetiva ocorrência de ácido domóico nos tecidos de moluscos caracterizam a diatomácea *Pseudo-nitzschia* como uma ameaça emergente ao ecossistema costeiro, pela possibilidade de mortandade em massa de mamíferos aquáticos e aves marinhas em áreas com florações tóxicas, e às fazendas marinhas do litoral de Santa Catarina, pela produção comercial de moluscos bivalves.

## REFERÊNCIAS

- ADAMS, A. L.; DOUCETTE, T. A.; JAMES, R.; RYAN, C. L. Persistent changes in learning and memory in rats following neonatal treatment with domoic acid. **Physiology & Behavior**, v. 96, p. 505-512, 2009.
- AKALLAL, R.; BILLARD, C.; FRESNEL, J.; GIVERNAUD, T.; MOURADI, A. Contribution à l'étude du phytoplancton de la côte atlantique marocaine II. Le genre *Pseudo-nitzschia* (Bacillariophyceae). **Cryptogamie, Algologie**, v. 23, p. 187-202, 2002.
- ALMANDOZ, G. O.; FERRARIO, M. E.; FERREYRA, G. A.; SCHLOSS, I. R.; ESTEVES, J. L.; PAPAARAZZO, F. E. The genus *Pseudo-nitzschia* (Bacillariophyceae) in continental shelf waters of Argentina (Southwestern Atlantic Ocean, 38-55°S). **Harmful Algae**, v. 6, p. 93-103, 2007.
- ALMANDOZ, G. O.; HERNANDO, M.; FERRARIO, M. E. SEM observations of *Pseudo-nitzschia* from Beagle Channel: *P. seriata* in the southern hemisphere? **Harmful Algae News**, v. 39, p. 6-7, 2009.
- ALVES, T. P. **Monitoramento de microalgas potencialmente tóxicas e ficotoxinas em moluscos cultivados na Baía Sul, Florianópolis-SC**. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia), Universidade do Vale do Itajaí, 2006.
- AMATO, A.; KOOISTRA, W. H. C. F.; GHIRON, J. H. L.; MANN, D. G.; PRÖSCHOLD, T.; MONTRESOR, M. Reproductive isolation among sympatric cryptic species in marine diatoms. **Protist**, v. 158, p. 193-207, 2007.
- AMATO, A.; MONTRESOR, M. Morphology, phylogeny and sexual cycle of *Pseudo-nitzschia manii* sp. nov. (Bacillariophyceae): a pseudo-cryptic species within the *P. pseudodelicatissima* complex. **Phycologia**, v. 47, n. 5, p. 487-497, 2008.
- ANDERSON, D. M.; ANDERSEN, P.; BRICELJ, V. M.; CULLEN, J. J.; RENSEL, J. E. J. **Monitoring and Management Strategies for Harmful Algal Blooms in Coastal Waters**. Asia Pacific Economic Program, Singapura, e Intergovernmental Oceanographic Commission Technical Series N° 59, Paris. 2001.
- BARBER, H. G.; HAWORTH, E. Y. A guide to the morphology of the diatom frustule. **Freshwater Biological Association Scientific Publication**, v. 44, p. 1-112, 1981.
- BATES, S. S.; BIRD, C. J.; FREITAS, A. S. W.; FOXALL, R.; GILGAN, M.; HANIC, L. A.; JOHNSON, G. R.; MCCULLOCH, A. W.; ODENSE, P.; POCKLINGTON, R.; QUILLIAM, M. A.; SIM, P. G.; SMITH, J. C.; SUBBA RAO, D. V.; TODD, E. C. D.; WALTER, J. A.; WRIGHT, J. L. C. Pennate Diatom *Nitzschia pungens* as the primary source of domoic acid, a toxin in shellfish from Eastern Prince Edward Island, Canada. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 46, p. 1203-1215, 1989.

BATES, S.S.; GARRISON, D. L.; HORNER, R. A. Bloom Dynamics and Physiology of Domoic-Acid-Producing *Pseudo-nitzschia* Species. In: ANDERSON, D.M.; CEMBELLA, A.D.; HALLEGRAEFF (Ed.) **Physiological ecology of Harmful algal blooms**. Heidelberg: Springer-Verlag, 1998. p. 267-292.

BIGUNAS, P. I. T. **Diatomáceas (Ochrophyta) do rio Guaraguaçu, litoral do Paraná, Brasil**. 347 f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

BUCK, K.R.; UTTAL-COOKE, L.; PILSKALN, C. H.; ROELKE, D. L.; VILLAC, M.C.; FRYXELL, G.A.; CIFUENTES, L.; CHAVES, F.P. Autecology of the diatom *Pseudonitzschia australis*, a domoic acid producer, from Monterey Bay, California. **Marine Ecology Progress Series**, v. 84, p. 293-302, 1992.

BURIĆ, Z.; VILIČIĆ, D.; MIHALIĆ, K. C.; CARIĆ, M.; KRALJ, K.; LJUBEŠIĆ, N. *Pseudo-nitzschia* blooms in the Zrmanja river Estuary (Eastern Adriatic Sea). **Diatom Research**, v. 23, n. 1, p. 51-63, 2008.

CAROPPO, C.; CONGESTRI, R.; BRANCCHINI, L.; ALBERTANO, P. On the presence of *Pseudo-nitzschia calliantha* Ludholm, Moestrup et Hasle and *Pseudo-nitzschia delicatissima* (Cleve) Heiden in the Southern Adriatic Sea (Mediterranean Sea, Italy). **Journal of Plankton Research**, v. 27, n. 8, p. 763-774, 2005.

CASTELEYN, G.; CHEPURNOV, V. A.; LELIAERT, F.; MANN, D. G.; BATES, S. S.; LUNDHOLM, N.; RHODES, L.; SABBE, K.; VYVERMAN, W. *Pseudo-nitzschia pungens* (Bacillariophyceae): a cosmopolitan diatom species? **Harmful Algae**, v. 7, p. 241-257, 2008.

CASTRO, B. M.; LORENZZETTI, J. A.; SILVEIRA, I. C. A.; MIRANDA, L. B. Estrutura Termohalina e Circulação na Região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e Chuí (RS). In: ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. B.; MADUREIRA, L. S. (Ed.). **O Ambiente Oceanográfico da Plataforma Continental e do Talude na Região Sudeste-Sul do Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. p. 11-120.

CHURRO, C. I.; CARREIRA, C. C.; RODRIGUES, F. J.; CRAVEIRO, S. C.; CALADO, A. J.; CASTELEYN, G.; LUNDHOLM, N. Diversity and abundance of potentially toxic *Pseudo-nitzschia* Peragallo in Aveiro coastal lagoon, Portugal and description of a new variety, *P. pungens* var. *aveirensis* var. nov. **Diatom Research**, v. 24, n. 1, p. 35-62, 2009.

COSTA, P. R.; RODRIGUES, S. M.; BOTELHO, M. J.; SAMPAYO, M. A. M. A potential vector of domoic acid: the swimming crab *Polybius henslowii* Leach (Decapoda-brachyura). **Toxicon**, v. 42, p. 135-141, 2003.

CUSACK, C.; RAINE, R.; PATCHING, J. W. Occurrence of species from the genus *Pseudo-nitzschia* Peragallo in Irish waters. **Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy**, v. 14B, n. 1, p. 55-74, 2004.

DAVIDOVICH, N. A.; BATES, S.S. Sexual reproduction in the pennate diatoms *Pseudo-nitzschia multiseriata* and *P. pseudodelicatissima* (Bacillariophyceae). **Journal of Phycology**, v. 34, p. 126-137, 1998.

EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2008-2009**. v. 30. Florianópolis, 2009.

EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Monitoramento de Algas Nocivas. Disponível em <<http://www.cedap.epagri.sc.gov.br>>. Acesso em: 25/09/2010.

ESKINAZI-LEÇA, E.; CUNHA, M. G. G. S.; SANTIAGO, M, F.; BORGES, G. C. P.; LIMA, J. C.; SILVA, M. H.; LIMA, E. P.; MENEZES, M. Bacillariophyceae in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB098741>. Acesso em 17/12/2010.

FERNANDES, L. F. **Variação sazonal do fitoplâncton e parâmetros hidrográficos em uma estação costeira de Paranaguá - Paraná**. 93 f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1992.

FERNANDES, L. F.; BRANDINI, F. P. Diatom associations in shelf waters of Paraná state, southern Brazil: annual variation in relation to environmental factors. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 52, n. 1, p. 19-34, 2004.

FERNANDES, L. F.; BRANDINI, F. P. The potentially toxic diatom *Pseudo-nitzschia* H. Peragallo in the Paraná and Santa Catarina states, Southern Brazil. **Iheringia, Série Botânica**, v. 65, n. 1, p. 47-62, 2010.

FERRARIO, M. E.; SAR, E. A.; CASTAÑOS, C. Potentially toxic species of the diatom genus *Pseudo-nitzschia* in Argentinian coastal Waters. **Nova Hedwigia**, v. 68, n. 1-2, p. 131-147, 1999.

FERRARIO, M. E.; SAR, E. A.; SALA, S. E. Diatomeas potencialmente toxígenas del Cono Sur Americano (Capítulo 7). In: SAR, E. A.; FERRARIO, M. E.; REGUERA, B. (Ed.). **Floraciones Algales Nocivas em el Cono Sur Americano**. Instituto Español de Oceanografía, 2002, p. 167-194.

FERREIRA, J. F.; OLIVEIRA-NETO, F. M. O Cultivo de Moluscos em Santa Catarina (Capítulo 10). In: BARROSO, G. F.; POERSCH, L. H. S.; CAVALLI, R. O.; GALVEZ, A. O. (Ed.). **Sistemas de cultivos aquícolas costeiros no Brasil: recursos, tecnologias e aspectos ambientais e sócio-econômicos**. Rio de Janeiro: Museu Nacional - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007, v. 1, p. 87-96.

FRITZ, L.; QUILLIAM, M. A.; WRIGHT, J. L. C. An outbreak of domoic acid poisoning attributed to the pinnate diatom *Pseudonitzschia australis*. **Journal of Phycology**, v. 28, p. 439-442, 1992.

FRYXELL, G. A.; GARZA, S. A.; ROELKE, D. L. Auxospore formation in an Antarctic clone of *Nitzschia subcurvata* Hasle. **Diatom Research**, v. 6, n. 2, p. 23-245, 1991.

FRYXELL, G. A.; HASLE, G. R. Taxonomy of harmful diatoms. In: HALLEGRAEFF, G. M.; ANDERSON, D. M.; CEMBELLA, A. D. (Ed.) **Manual on Harmful Marine Microalgae**. Paris, UNESCO, Monographs on Oceanographic Methodology, 2003 p. 465-509.

HALLEGRAEFF, G. M. Species of the diatom genus *Pseudonitzschia* in Australian Waters. **Botanica Marina**, v. 37, p. 397-411, 1994.

HASLE, G. R. *Nitzschia* and *Fragilariopsis* species studied in the light and electron microscopes. II. The group *Pseudonitzschia*. **Skrifter Utgitt av det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo, I, Mat. Naturv. Klasse**, v. 18, p. 1-45 + pranchas, 1965.

HASLE, G. R. Validation of the names of some marine planktonic species of *Nitzschia* (Bacillariophyceae). **Taxon**, v. 23, n. 2/3, p. 425-428, 1974.

HASLE, G. R. Nomenclatural notes on marine planktonic diatoms. The family Bacillariaceae. **Nova Hedwigia**, v. 106, p. 315-321, 1993.

HASLE, G. R. *Pseudo-nitzschia* as a genus distinct from *Nitzschia* (Bacillariophyceae). **Journal of Phycology**, v. 30, p. 1036-1039, 1994.

HASLE, G. R. *Pseudo-nitzschia pungens* e *P. multiseries* (Bacillariophyceae): nomenclatural history, morphology and distribution. **Journal of Phycology**, v. 31, p. 428-435, 1995.

HASLE, G.R. Are most of the domoic acid-producing species of the diatom genus *Pseudo-nitzschia* cosmopolites? **Harmful Algae**, v. 1, p. 137-146, 2002.

HASLE, G. R.; FRYXELL, G. A. Diatoms: cleaning and mounting for light and electron microscopy. **Transactions of the American Microscopical Society**, v. 89, p. 469-474, 1970.

HASLE, G.R.; LANGE, C.B.; SYVERTSEN, E.E. A review of *Pseudo-nitzschia*, with special reference to the Skagerrak, North Atlantic, and adjacent waters. **Helgoländer Meeresunters**, v. 50, p. 131-175, 1996.

HASLE, G. R.; SYVERTSEN, E. E. Marine Diatoms. In: TOMAS, C. R. (Ed.) **Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates**. New York: Academic Press, 1997. p. 5-386.

HERNÁNDEZ-BECERRIL, D.V. Species of the planktonic diatom genus *Pseudo-nitzschia* of the Pacific coasts of Mexico. **Hydrobiologia**, v. 379, p. 77-84, 1998.

HERNÁNDEZ-BECERRIL, D. U.; DÍAZ-ALMEYDA, E. M. The *Nitzschia bicapitata* group, new records of the genus *Nitzschia*, and further studies on species of *Pseudo-nitzschia* (Bacillariophyceae) from Mexican Pacific coasts. **Nova Hedwigia**, Beiheft, v. 130, p. 293-306, 2006.

KACZMARSKA, I.; LEGRESLEY, M. M.; MARTÍN, J. L.; EHRMAN, J. Diversity of the diatom genus *Pseudo-nitzschia* Peragallo in the Quoddy Region of the Bay of Fundy, Canada. **Harmful Algae**, v. 4, p. 1-19, 2005.

KACZMARSKA, I.; REID, C.; MARTIN, J. L.; MONIZ, M. B. G. Morphological, biological, and molecular characteristics of the diatom *Pseudo-nitzschia delicatissima* from the Canadian Maritimes. **Botany**, v. 86, p. 763-772, 2008.

KOTAKI, Y.; KOIKE, K.; YOSHIDA, M.; THUOC, C. V.; HUYEN, N. T. M.; HOI, N. C.; FUKUYO, Y.; KODAMA, M. Domoic acid production in *Nitzschia* sp. (Bacillariophyceae) isolated from a shrimp-culture pond in Do Son, Vietnam. **Journal of Phycology**, v. 36, p. 1057-1060, 2000.

LEFEBVRE, K. A.; DOVEL, S. L.; SILVER, M. W. Tissue distribution and neurotoxic effects of domoic acid in a prominent vector species, the northern anchovy *Engraulis mordax*. **Marine Biology**, v. 138, p. 693-700, 2001.

LEFEBVRE, K. A.; SILVER, M. W.; COALE, S. L.; TJEERDEMA, R. S. Domoic acid in planktivorous fish in relation to toxic *Pseudo-nitzschia* cell densities. **Marine Biology**, v. 140, p. 625-631, 2002.

LUNDHOLM, N.; DAUGBJERG, N.; MOESTRUP, Ø. Phylogeny of the Bacillariaceae with emphasis on the genus *Pseudo-nitzschia* (Bacillariophyceae) based on partial LSU rDNA. **European Journal of Phycology**, v. 37, p. 115-134, 2002.

LUNDHOLM, N.; HASLE, G. R.; FRYXELL, G. A.; HARGRAVES, P. E. Morphology, phylogeny and taxonomy of species within the *Pseudo-nitzschia americana* complex (Bacillariophyceae) with descriptions of two new species, *Pseudo-nitzschia brasiliiana* and *Pseudo-nitzschia linea*. **Phycologia**, v. 41, n. 5, p. 480-497, 2002.

LUNDHOLM, N.; MOESTRUP, Ø. Morphology of the marine diatom *Nitzschia navis-varingica*, sp. nov. (Bacillariophyceae), another producer of the neurotoxin domoic acid. **Journal of Phycology**, v. 36, p. 1162-1174, 2000.

LUNDHOLM, N.; MOESTRUP, Ø.; HASLE, G. R.; HOEF-EMDEN, K. A study of the *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima/cuspidata* complex (Bacillariophyceae): What is *P. pseudodelicatissima*? **Journal of Phycology**, v. 39, p. 797-813, 2003.

LUNDHOLM, N.; MOESTRUP, Ø.; KOTAKI, Y.; HOEF-EMDEN, K.; SCHOLIN, C.; MILLER, P. Inter- and intraspecific variation of the *Pseudo-nitzschia delicatissima* complex (Bacillariophyceae) illustrated by rRNA probes, morphological data and phylogenetic analyses. **Journal of Phycology**, v. 42, p. 464-481, 2006.

MACPHEE, D. J.; HANIC, L. A.; FRIESEN, D. L.; SIMS, D. E. Morphology of the toxin-producing diatom *Nitzschia pungens* Grunow forma *multiseriata* Hasle. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 49, p. 303-311, 1992.

MAFRA-JÚNIOR, L. L. **Microalgas nocivas e ficotoxinas no complexo estuarino de Paranaguá, PR e toxicidade de cepas cultivadas**. 163 f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

MAFRA-JÚNIOR, 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. 1/2, p. 107-121, 2006.

MARTIN, J.L.; HAYA, K.; BURRIDGE, L.E.; WILDISH, D.J. *Nitzschia pseudodelicatissima* – a source of domoic acid in the Bay of Fundy, eastern Canada. **Marine Ecology Progress Series**, v. 67, p. 177-182, 1990.

MCDONALD, S. M.; SARNO, D.; ZINGONE, A. Identifying *Pseudo-nitzschia* species in natural samples using genus-specific PCR primers and clone libraries. **Harmful Algae**, v. 6, p. 849-860, 2007.

MCNEILL, J.; BARRIE, F. R.; BURDET, H. M.; DEMOULIN, V.; HAWKSWORTH, D. L.; MARHOLD, K.; NICOLSON, D. H.; PRADO, J.; SILVA, P. C.; SKOG, J. E.; WIERSEMA, J. H.; TURLAND, N.J. **International code of botanical nomenclature (Vienna Code), adopted by the seventeenth international botanical congress, Vienna, Austria, July 2005**. Liechtenstein: A.R.G. Gantner Verlag, Ruggell. 2006 (Regnum Vegetabile 146).

MÉNDEZ, S.; FERRARIO, M. First report of *Pseudo-nitzschia multistriata* in Uruguay – January 2009. **Harmful Algae News**, v. 40, p. 5-6, 2009.

MOREIRA-FILHO, H.; ESKINAZI-LEÇA, E.; VALENTE-MOREIRA, I. T. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Chrysophyta – Bacillariophyceae) marinhas e estuarinas nos Estados do Espírito Santo, Bahia, Sergipe e Alagoas, Brasil. **Biologica brasilica**, v. 6, n. 1/2, p. 87-110, 1995.

MOREIRA-FILHO, H.; ESKINAZI-LEÇA, E.; VALENTE-MOREIRA, I. T.; CUNHA, J. A. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Chrysophyta-Bacillariophyceae) marinhas e estuarinas nos estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, Maranhão, Pará e Amapá, Brasil. **Trabalhos do Instituto Oceanográfico da Universidade Federal de Pernambuco**, v. 27, n. 1, p. 55-90, 1999.

MOREIRA FILHO, H.; VALENTE-MOREIRA, I.M. Catálogo das diatomáceas (Chrysophyta – Bacillariophyceae) marinhas e estuarinas do Estado do Paraná, Brasil. **Acta Biológica Paranaense**, v. 13, p. 3-49, 1984.

MOREIRA FILHO, H.; VALENTE-MOREIRA, I.M.; CUNHA, J.A.; RODRIGUES, L. Estudos preliminares sobre a avaliação taxinômica e ecológica das diatomáceas (Chrysophyta-Bacillariophyceae) marinhas e estuarinas nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, Brasil. **Estudos de Biologia PUC**, Curitiba, v.22, p.5-52, 1993.

MOREIRA-FILHO H.; VALENTE-MOREIRA I. M.; SOUZA-MOSIMANN R. M.; CUNHA J. A. Avaliação florística e ecológica das diatomáceas (Chrysophyta-Bacillariophyceae) marinhas e estuarinas nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. **Estudos de Biologia**, v. 25, p. 5-48, 1990.

- MOSCHANDREOU, K. K.; NIKOLAIDIS, G. The genus *Pseudo-nitzschia* (Bacillariophyceae) in Greek Coastal waters. **Botanica Marina**, v. 53, p. 159-172, 2010.
- MOSCHANDREOU, K. K.; PAPAETHIMIOU, D.; KATIKOU, P.; KALOPESA, E.; PANOU, A.; NIKOLAIDIS, G. Morphology, phylogeny and toxin analysis of *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* (Bacillariophyceae) isolated from the Thermaikos Gulf, Greece. **Phycologia**, v. 49, n. 3, p. 260-273, 2010.
- NEZAN, E.; CHOMERAT, N.; CRASSOUS, M. P.; ANTOINE, E. Identification of *Pseudo-nitzschia multistriata* and *P. subpacifica* from French waters. Were they part of the cryptic flora? **Harmful Algae News**, v. 35, p. 5-6, 2007.
- NOGUEIRA, I.; LOBO-DA-CUNHA, A.; AFONSO, A.; RIVERA, S.; AZEVEDO, J.; MONTEIRO, R.; CERVANTES, R.; GAGO-MARTINEZ, A.; VASCONCELOS, V. Toxic Effects of Domoic Acid in the Seabream *Sparus aurata*. **Marine Drugs**, v. 8, p. 2721-2732, 2010.
- ODEBRECHT, C.; FERRARIO, M. E.; CIOTTI, A. M.; KITZMANN, D.; MOREIRA, M. O. P.; HINZ, F. The distribution of the diatom *Pseudo-nitzschia* off southern Brazil and relationships with oceanographic conditions. In: HARMFUL ALGAL BLOOMS, 2000, Indonésia. **Anais...** Paris: Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, 2001, p. 42-45.
- ORIVE, E.; LAZA-MARTINEZ, A.; SEOANE, S.; ALONSO, A.; ANDRADE, R.; MIGUEL, I. Diversity of *Pseudo-nitzschia* in the Southeastern Bay of Biscay. **Diatom Research**, v. 25, n. 1, p. 125-145, 2010.
- ORLOVA, T. YU.; STONIK, I. V.; AIZDAICHER, N. A.; BATES, S. S.; LÉGER, C.; FEHLING, J. Toxicity, morphology and distribution of *Pseudo-nitzschia calliantha*, *P. multistriata* and *P. multiseriata* (Bacillariophyta) from the northwestern Sea of Japan. **Botanica Marina**, v. 51, p. 297-306, 2008.
- ORSINI, L.; SARNO, D.; PROCACCINI, G.; POLETTI, R.; DAHLMANN, J.; MONTRESOR, M. Toxic *Pseudo-nitzschia multistriata* (Bacillariophyceae) from the Gulf of Naples: morphology, toxin analysis and phylogenetic relationships with other *Pseudo-nitzschia* species. **European Journal of Phycology**, v. 37, p. 247-257, 2002.
- PRIISHOLM, K.; MOESTRUP, Ø.; LUNDHOLM, N. Taxonomic notes on the marine diatom genus *Pseudo-nitzschia* in the Andaman Sea near the Island of Phuket, Thailand, with a description of *Pseudo-nitzschia micropora* sp. nov. **Diatom Research**, v. 17, n. 1, p. 153-175, 2002.
- PROCOPIAK, L. K.; FERNANDES, L. F.; MOREIRA-FILHO, H. Diatomáceas (Bacillariophyta) marinhas e estuarinas do Paraná, Sul do Brasil: lista de espécies com ênfase em espécies nocivas. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 3, p. 1-28, 2006.

PROENÇA, L. A.O; OLIVEIRA, G. F. Análise de ácido domóico em moluscos cultivados no litoral de Santa Catarina. **Notas Técnicas da FACIMAR**, v. 3, p. 27-32, 1999.

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

PROENÇA, L. A. O.; SCHMITT, F.; TAMANAHA, M. S.; GUIMARÃES, S.; RÖRIG, L. Produção de ácido okadaico, uma toxina diarréica, por *Dinophysis acuminata* em Santa Catarina. **Atlântica**, v. 21, 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 Algae News**, v. 33, p. 19-20, 2007.

QUIJANO-SCHEGGIA, S.I.; GARCÉS, E.; LUNDHOLM, N.; MOESTRUP, O.; ANDREE, K.; CAMP, J. Morphology, physiology, molecular phylogeny and sexual compatibility of the cryptic *Pseudo-nitzschia delicatissima* complex (Bacillariophyta), including the description of *P. arenysensis* sp. nov. **Phycologia**, v. 48, n. 6, p. 492-509, 2009.

QUIROGA, I. *Pseudo-nitzschia* blooms in the Bay of Banyuls-Sur-Mer, Northwestern Mediterranean Sea. **Diatom Research**, v. 21, n. 1, p. 91-104, 2006.

RAVN, H. **Amnesic Shellfish Poisoning (ASP)**. IOC Manuals and Guides N° 31. HAB Publications and Series vol. 1. Paris: UNESCO. 1995.

RHODES, L. L. Identification of potentially toxic *Pseudo-nitzschia* (Bacillariophyceae) in New Zealand coastal waters, using lectins. **New Zealand Journal of Marine & Freshwater Research**, v. 32, p. 537-544, 1998.

RHODES, L. L.; ADAMSON, J.; SCHOLIN, C. *Pseudo-nitzschia multistriata* (Bacillariophyceae) in New Zealand. **New Zealand Journal of Marine & Freshwater Research**, v. 34, p. 463-467, 2000.

RHODES, L.; SCHOLIN, C.; GARTHWAITE, I. *Pseudo-nitzschia* in New Zealand and the Role of DNA Probes and Immunoassays in Refining Marine Biotxin Monitoring Programmes. **Natural Toxins**, v. 6, p. 105-111, 1998.

RINES, J. E. B.; DONAGHAY, P. L.; DEKSHENIEKS, M. M.; SULLIVAN, J. M.; TWARDOWSKI, M. S. Thin layers and camouflage: hidden *Pseudo-nitzschia* spp. (Bacillariophyceae) populations in a fjord in the San Juan Islands, Washington, USA. **Marine Ecology Progress Series**, v. 225, p. 123-137, 2002.

RIVERA, P. R. Las especies del género *Nitzschia* Hassall, seccion *Pseudonitzschia* (Bacillariophyceae), em las aguas marinas chilenas. **Gayana Botánica**, v. 42, n. 3-4, p. 9-38, 1985.

RÖRIG, L.; LUGLI, D. O.; GUIMARÃES, S.; PROENÇA, L.A.; MANZONI, G.; MARENZI, A. Monitoração de microalgas planctônicas potencialmente tóxicas na área de maricultura da Enseada de Armação de Itapocoroy - Penha – SC. **Notas Técnicas da FACIMAR**, v. 2, p. 71-79, 1998.

ROUND, F. E.; CRAWFORD, R. M.; MANN, D. G. **The diatoms. Biology and morphology of the genera**. Cambridge University Press. Cambridge, 1990.

SAR, E. A.; ANDRINOLO, D.; SUNESEN, I. Análisis morfológico y toxicológico de cultivos de *Pseudo-nitzschia pungens* var. *pungens* (Bacillariophyceae). **Boletín del la Sociedad Argentina de Botánica**, v. 41, n. 3-4, p. 193-201, 2006.

SARNO, D.; ZINGONE, A.; MONTRESOR, M. A massive and simultaneous sex event of two *Pseudo-nitzschia* species. **Deep-Sea Research II**, v. 57, p. 248-255, 2010.

SCHOLIN, C. A.; GULLAND, F.; DOUCETTE, G. J.; BENSON, S.; BUSMAN, M.; CHAVEZ, F. P.; CORDARO, J.; DELONG, R.; VOGELAERE, A. D.; HARVEY, J.; HAULENA, M.; LEFEBVRE, K.; LIPSCOMB, T.; LOSCUTOFF, S.; LOWENSTINE, L. J.; MARIN III, R.; MILLER, P. E.; MCLELLAN, W. A.; MOELLER, P. D. R.; POWELL, C. L.; ROWLES, T.; SILVAGNI, P.; SILVER, M.; SPRAKER, T.; TRAINER, V.; DOLAH, F. M. V. Mortality of sea lions along the central California coast linked to a toxic diatom bloom. **Nature**, v. 403, p. 80-84, 2000.

SCHOLIN, C. A.; MARTIN III, R.; MILLER, P.E.; DOUCETTE, G.J.; POWELL, C.L.; HAYDOCK, P.; HOWARD, J.; RAY, J. DNA probes and a receptor-binding assay for detection of *Pseudo-nitzschia* (Bacillariophyceae) species and domoic acid activity in cultured and natural samples. **Journal of Phycology**, v. 35, p. 1356-1367, 1999.

SCHRAMM, M. A. **Ocorrência de toxinas amnésicas, paralisantes e diarréicas na carne de moluscos cultivados em Santa Catarina: segurança alimentar e saúde pública**. 112 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

SIERRA-BELTRÁN, A.; PALAFOX-URIBE, M.; GRAJALES-MONTIEL, J.; CRUZ-VILLACORTA, A.; OCHOA, J. L. Sea bird mortality at Cabo San Lucas, Mexico: Evidence that toxic diatom blooms are spreading. **Toxicon**, v. 35, n. 3, p. 447-453, 1997.

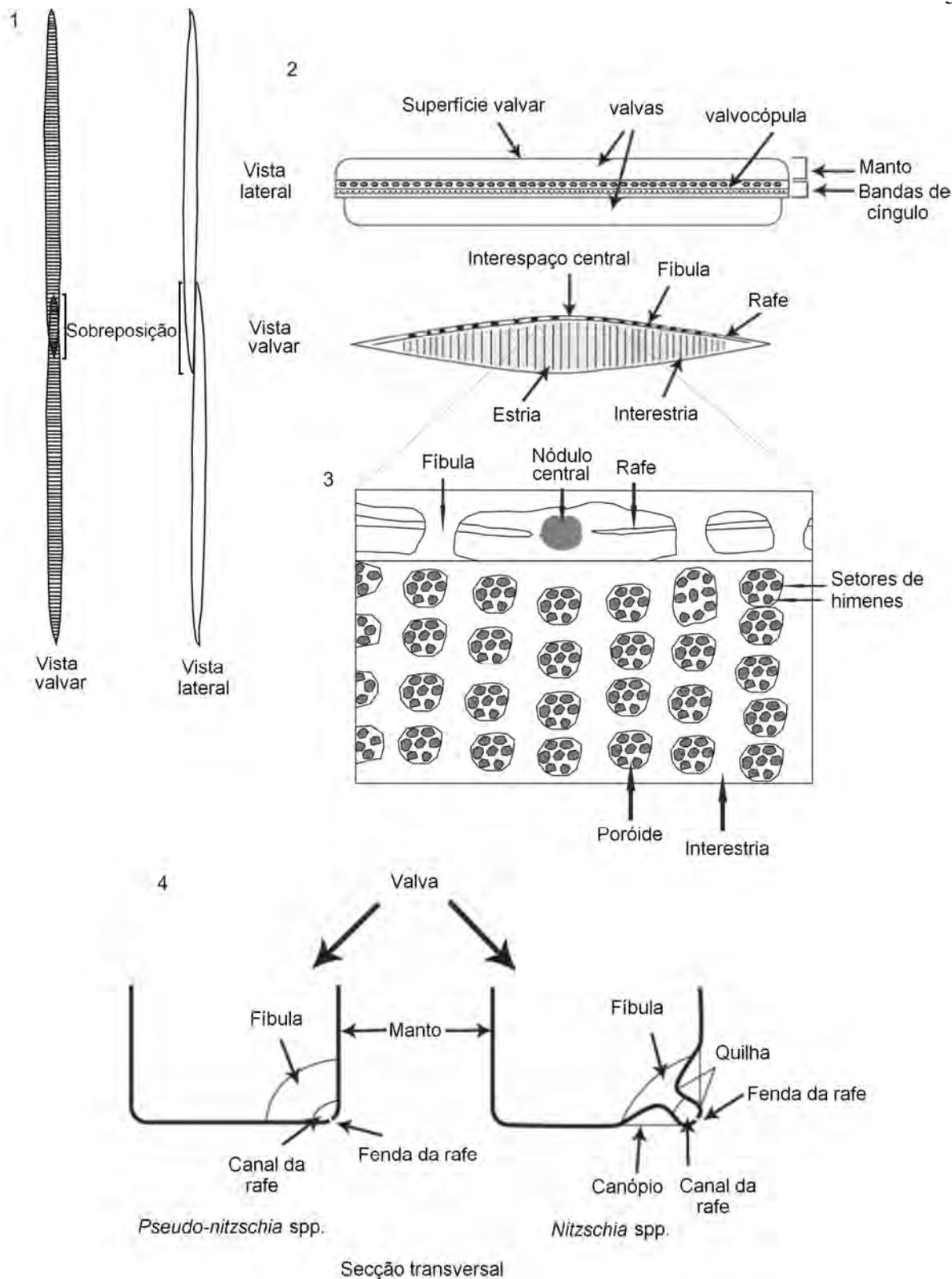
SKOV, J.; LUNDHOLM, N.; MOESTRUP, Ø.; LARSEN, J. Potentially toxic phytoplankton. 4. The diatom genus *Pseudo-nitzschia* (Diatomophyceae/Bacillariophyceae). In: LINDLEY, J. A. (Ed.). **ICES Identification Leaflets for Plankton**. Copenhagen, International Council for the Exploration of the Sea, 1999, v. 185, p. 5-23.

STONIK, I. V.; ORLOVA, T. YU.; SHEVCHENKO, O. G. Morphology and ecology of the species of the genus *Pseudo-nitzschia* (Bacillariophyta) from Peter the Great Bay, Sea of Japan. **Russian Journal of Marine Biology**, v. 27, n. 6, p. 362-366, 2001.

- TAKANO, H. Marine diatom *Nitzschia multistriata* sp. nov. common at inlets of Southern Japan. **Diatom**, v. 8, p. 39-41. 1993.
- TAKANO, H. *Pseudo-nitzschia multistriata* (Takano) Takano, a new combination for the pennate diatom *Nitzschia multistriata* Takano. **Diatom**, v. 10, p. 73-74, 1995.
- TAKANO, H.; KUROKI, K. Some diatoms in the Section *Pseudonitzschia* found in coastal waters of Japan. **Bulletin of Tokai Regional Fisheries Research Laboratory**, v. 91, p. 41-51, 1977.
- TALGATTI, D.; LAUDARES-SILVA, R.; FONTES, M. L.; FERNANDES, H.; ODEBRECHT, C. Ocorrência de *Pseudo-nitzschia* Peragallo na Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. In: XIII Congresso Brasileiro de Ficologia, 2010, Paraty, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro, 2010, p. 362.
- TAVARES, J. F.; PROENÇA, L. A. 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.
- THESSSEN, A. E. **Taxonomy and Ecophysiology of *Pseudo-nitzschia* in the Chesapeake Bay**. 231 f. Tese (Doutorado) - Faculty of the Graduate School, University of Maryland, 2007.
- THESSSEN, A. E.; DORTCH, Q.; PARSONS, M. L.; MORRISON, W. Effect of salinity on *Pseudo-nitzschia* species (Bacillariophyceae) growth and distribution. **Journal of Phycology**, v. 41, p. 21-29, 2005.
- VAN DOLAH, F. M. Marine Algal Toxins: Origins, Health effects, and Their Increased Occurrence. **Environmental Health Perspectives**, v. 108, n. 1, p. 133-141, 2000.
- VILLAC, M. C.; CABRAL-NORONHA, V. A. P.; PINTO, T. A. The phytoplankton biodiversity of the coast of the state of São Paulo, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 3, p. 151-173, 2008.
- VILLAC, M. C.; FRYXELL, G. A. *Pseudo-nitzschia pungens* var. *cingulata* var. nov. (Bacillariophyceae) based on field and culture observations. **Phycologia**, v. 37, n. 4, p. 269-274, 1998.
- VILLAC, M. C.; MELO, S.; MENEZES, M.; TENENBAUM, D. R. *Pseudo-nitzschia brasiliiana* (Bacillariophyceae), an opportunistic diatom on the coast of the state of Rio de Janeiro, Brazil. **Atlântica**, v. 27, n. 2, p. 139-145, 2005.
- VILLAC, M. C.; ROELKE, D. L.; VILLAREAL, T. A.; FRYXELL, G. A. Comparison of two domoic acid-producing diatoms: a review. **Hydrobiologia**, v. 269/270, p. 213-224, 1993.
- VILLAC, M. C.; TENENBAUM, D. R. The coastal *Pseudo-nitzschia* from the state of Rio de Janeiro, Brazil. In: HARMFUL ALGAL BLOOMS, 2000, Indonésia. **Anais...** Paris: Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, 2001, p.34-37.

VILLAC, M. C.; TENENBAUM, D. R. The phytoplankton of Guanabara Bay, Brazil. I. Historical account of its biodiversity. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 2, p. 271-293, 2010.

**PRANCHAS**



**FIGURAS 1-4.** ESQUEMA APRESENTANDO A MORFOLOGIA DA FRÚSTULA DE *Pseudo-nitzschia*. FIG. 1. SOBREPOSIÇÃO ENTRE DUAS CÉLULAS EM VISTA VALVAR E VISTA LATERAL. FIG. 2. ESTRUTURAS GERAIS DA FRÚSTULA EM VISTA LATERAL E VISTA VALVAR, MODIFICADO DE THESSSEN (2007). FIG. 3. AMPLIAÇÃO DA SUPERFÍCIE VALVAR CENTRAL, APRESENTANDO SUA ULTRAESTRUTURA. FIG. 4. COMPARAÇÃO ENTRE FRÚSTULAS DE *Pseudo-nitzschia* E *Nitzschia*, EM SECÇÃO TRANSVERSAL, APRESENTANDO AS PRINCIPAIS DIFERENÇAS NO SISTEMA DA RAPE, MODIFICADO DE THESSSEN (2007).

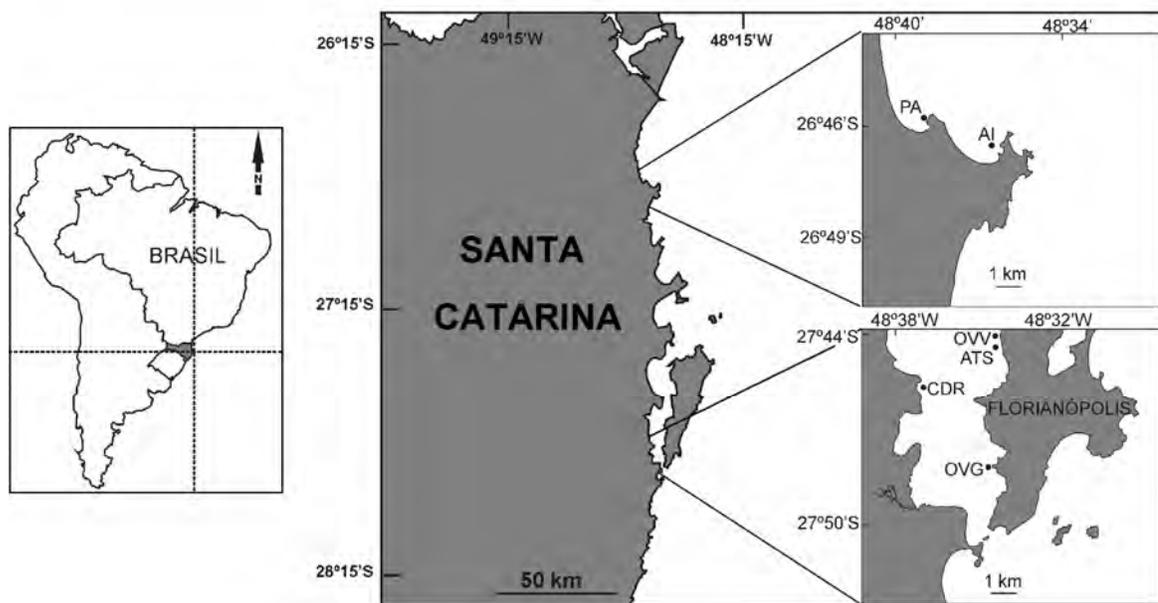
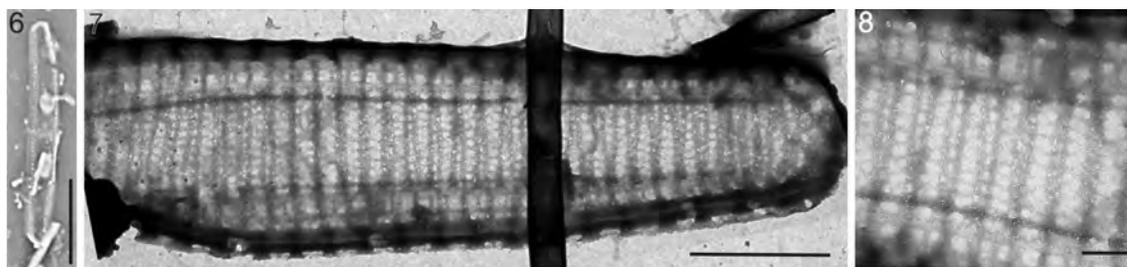
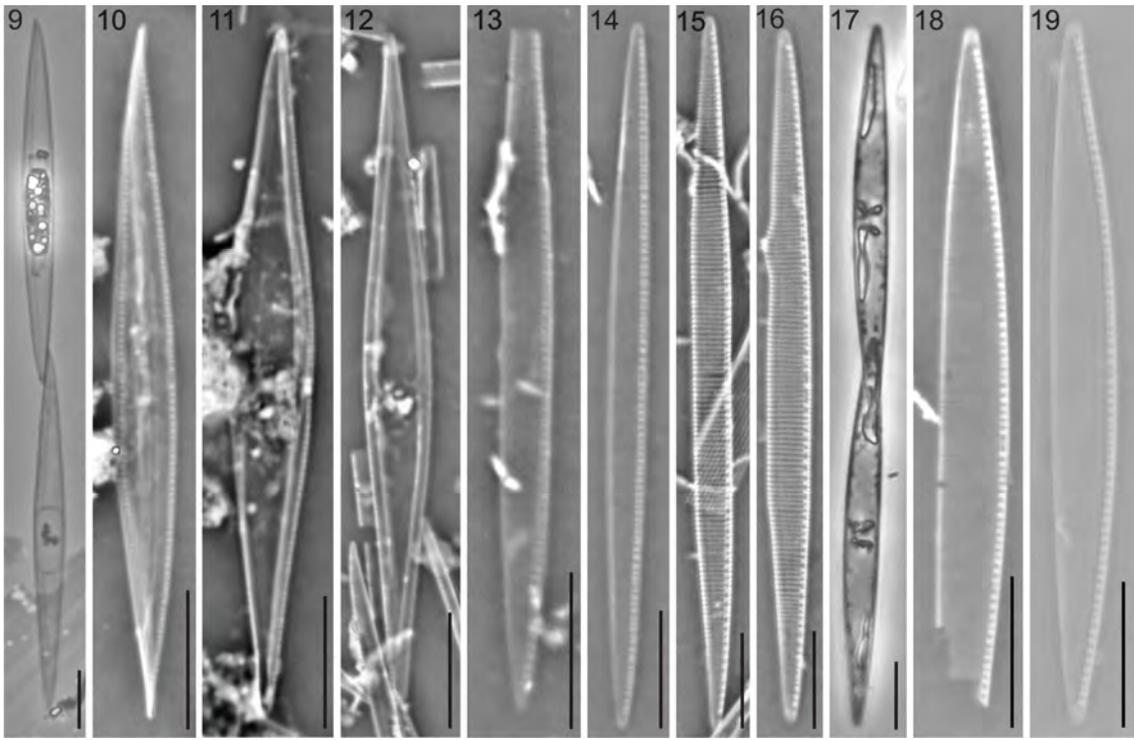


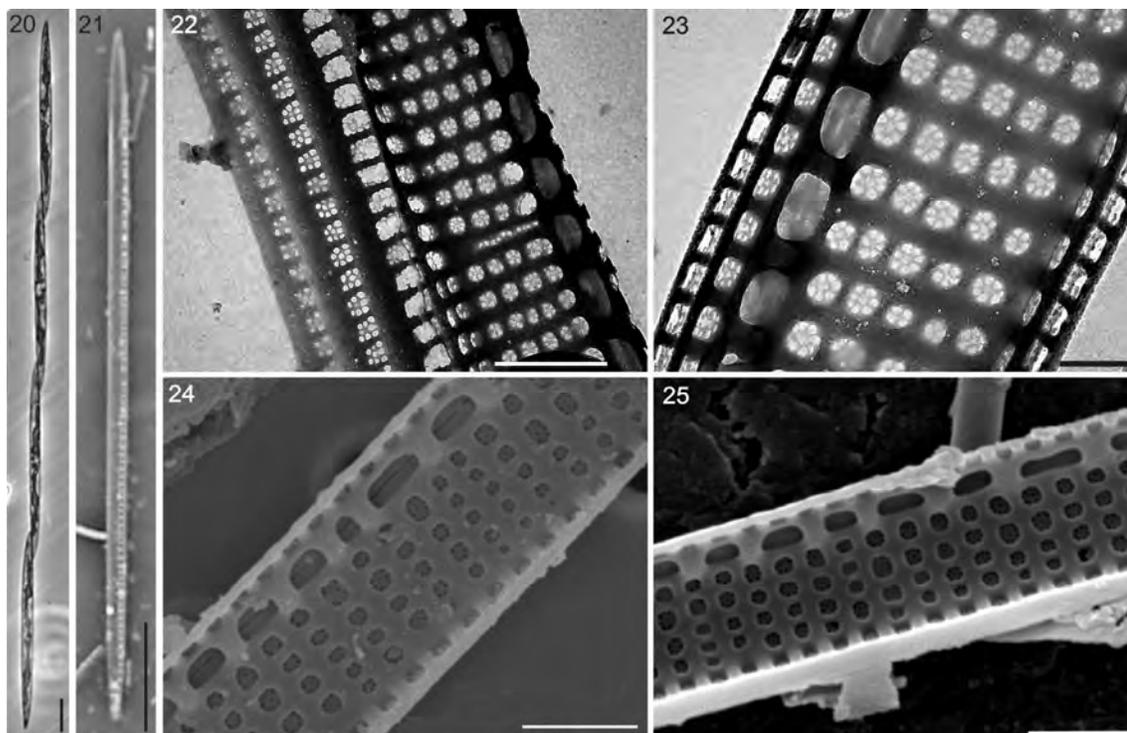
FIGURA 5- ESTAÇÕES DE COLETA NA COSTA DE SANTA CATARINA. AI – ARMAÇÃO DO ITAPOCOROY, ATS – ATLÂNTICO SUL, CDR – CAVALO MARINHO, OVG – OSTRAVAGANTE, OVV – OSTRA VIVA.



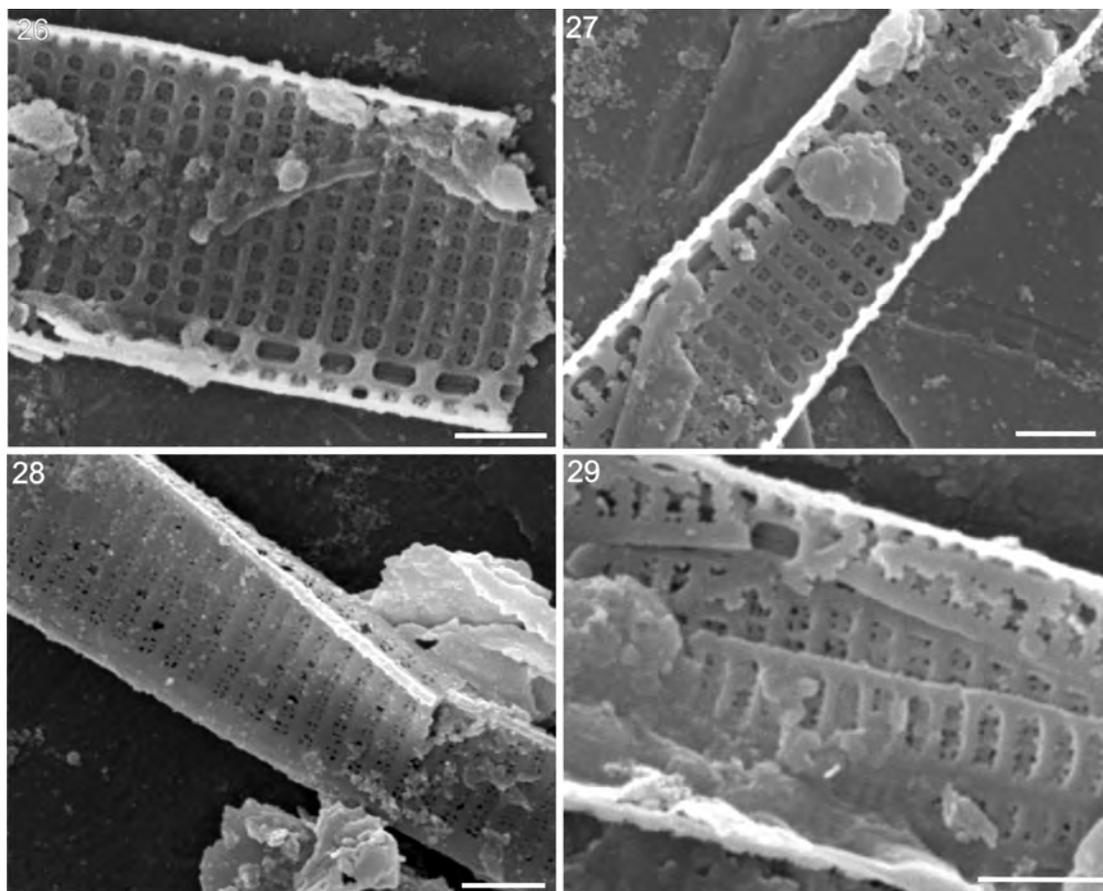
FIGURAS 6-8. *Pseudo-nitzschia linea*. FIG. 6. FRÚSTULA EM MO. FIG. 7. FRÚSTULA EM MET. FIG. 8. DETALHE DAS ESTRIAS, COM DUAS FILEIRAS DE PORÓIDES, EM MET. BARRAS DE ESCALA: FIG. 6 = 10  $\mu$ m, FIG. 7 = 2  $\mu$ m, FIG. 8 = 0,5  $\mu$ m.



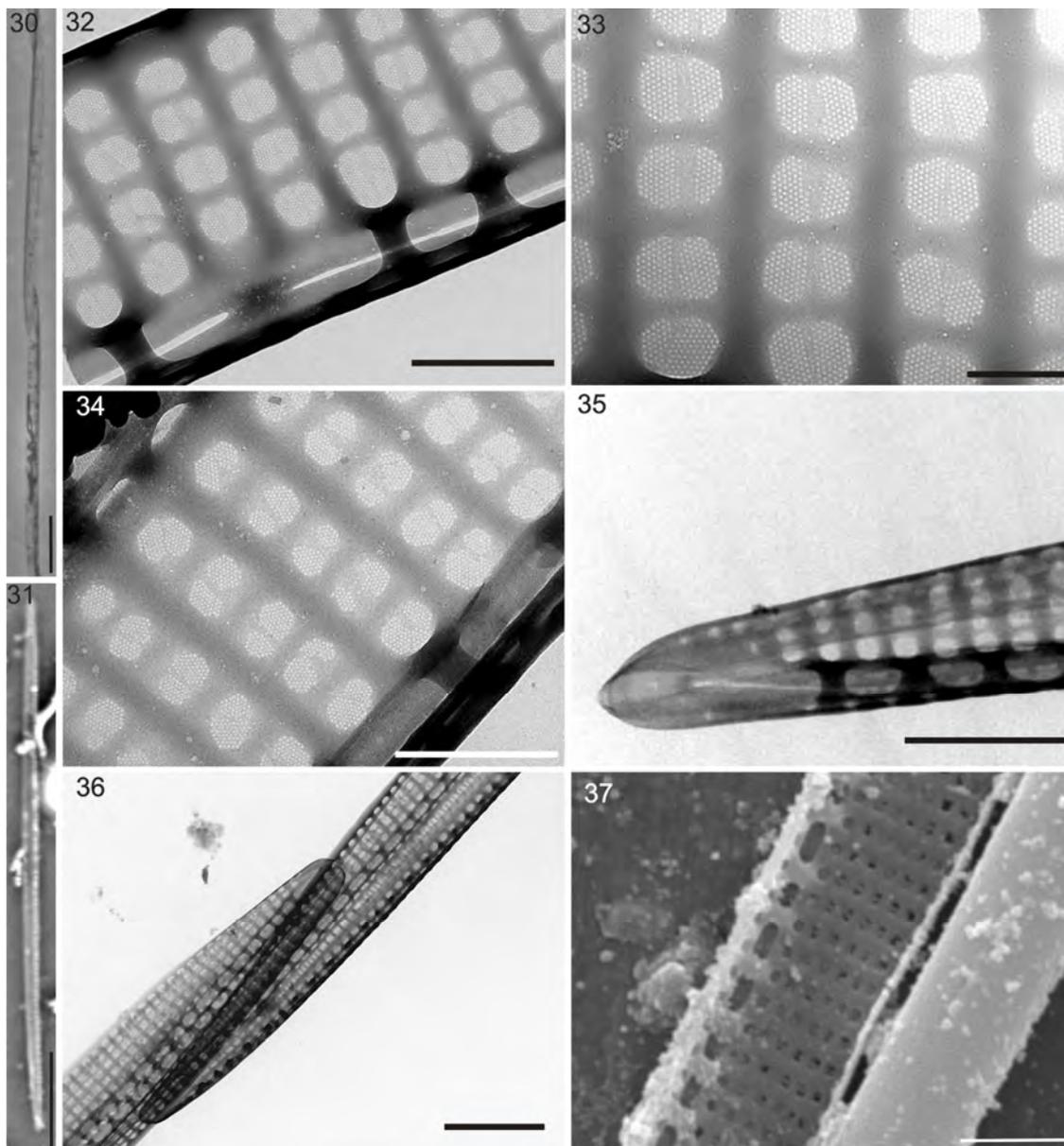
**FIGURAS 9-19.** ESPÉCIES DO GRUPO *fraudulenta*, EM MO. FIGS. 9-12. *Pseudo-nitzschia fraudulenta*. FIGS. 13, 14. *P. cf. heimii*. FIGS. 15, 16. *P. cf. subfraudulenta*. FIGS. 17-19. *P. subpacificae*. BARRAS DE ESCALA: 10  $\mu$ m.



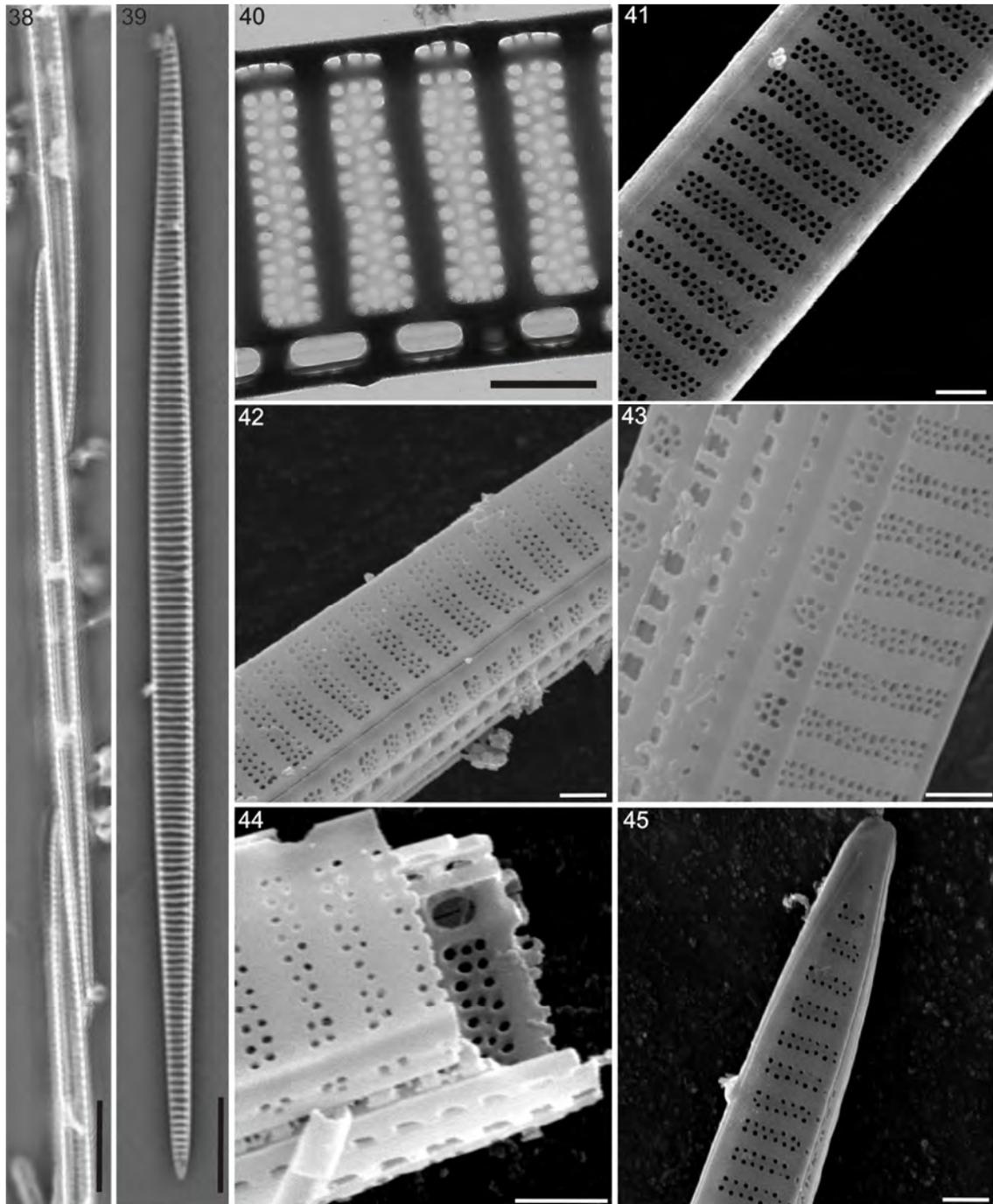
**FIGURAS 20-25.** *Pseudo-nitzschia calliantha*. FIG. 20. CÉLULAS EM CADEIA. FIG. 21. VALVA EM MO. FIGS. 22, 23. VALVAS E BANDAS DE CÍNGULO EM MET. FIGS. 24, 25. VALVAS EM MEV. BARRAS DE ESCALA: FIGS. 20, 21 = 10  $\mu\text{m}$ , FIGS. 22, 24, 25 = 1  $\mu\text{m}$ , FIG. 23 = 0,5  $\mu\text{m}$ .



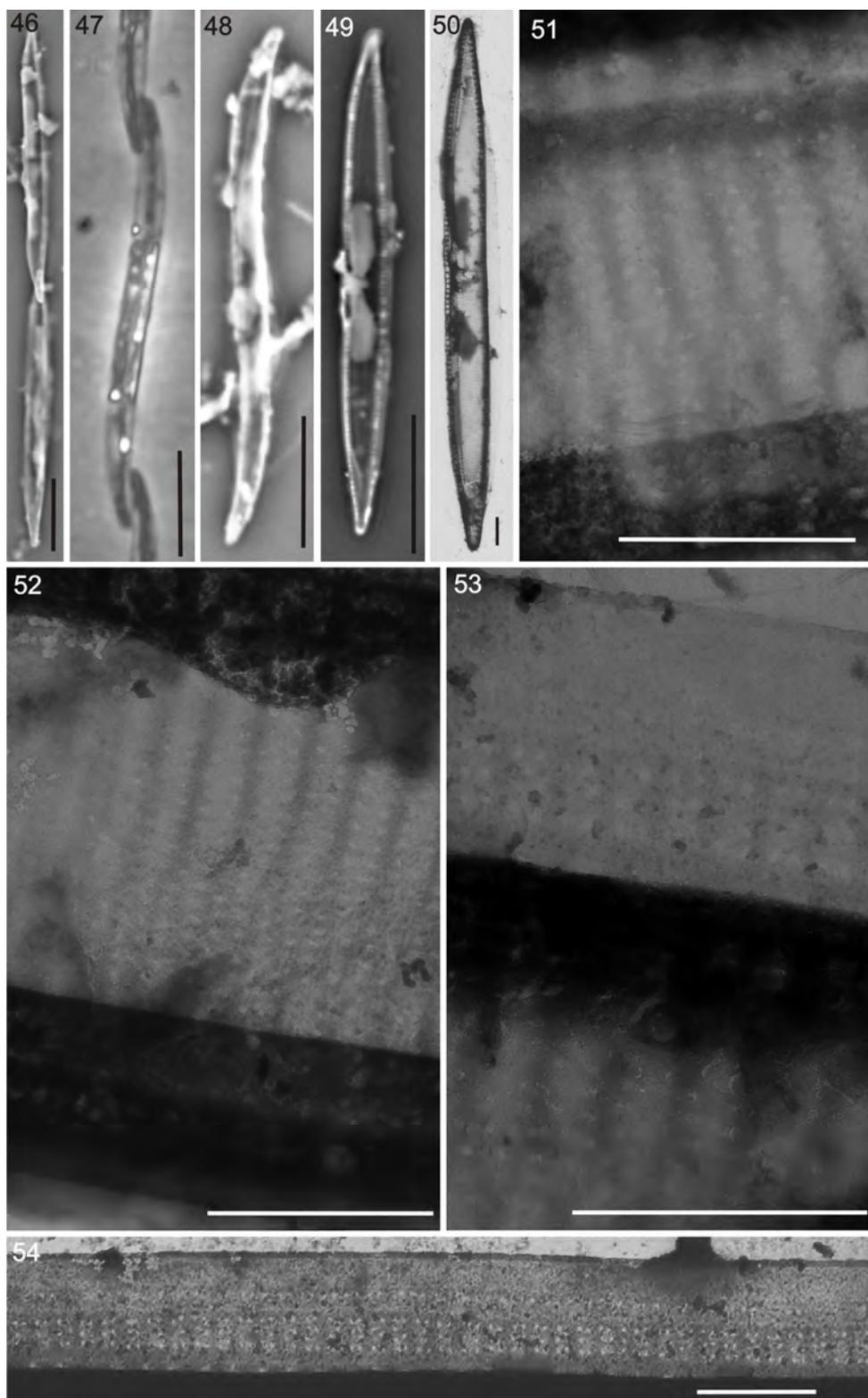
**FIGURAS 26-29.** VALVAS ENCONTRADAS EM MATERIAL COM PREDOMÍNIO DE *Pseudonitzschia calliantha*, MAS COM CARACTERÍSTICAS DIAGNÓSTICAS DESTA NÃO OBSERVADAS. FIG. 26. CENTRO DE UMA VALVA CONTENDO PORÓIDES DIVIDIDOS EM 4-8 SETORES, ALGUMAS VEZES APRESENTANDO SETOR CENTRAL E COM EIXO TRANSAPICAL MAIOR QUE 3  $\mu\text{m}$ . FIG. 27-29. ESPÉCIMES COM PORÓIDES DIVIDIDOS EM 4-5 SETORES, COM SETOR CENTRAL AUSENTE, SEMELHANTE À CIRCUNSCRIÇÃO DE *P. caciaantha* ou *P. manii*. BARRAS DE ESCALA: 1  $\mu\text{m}$ .



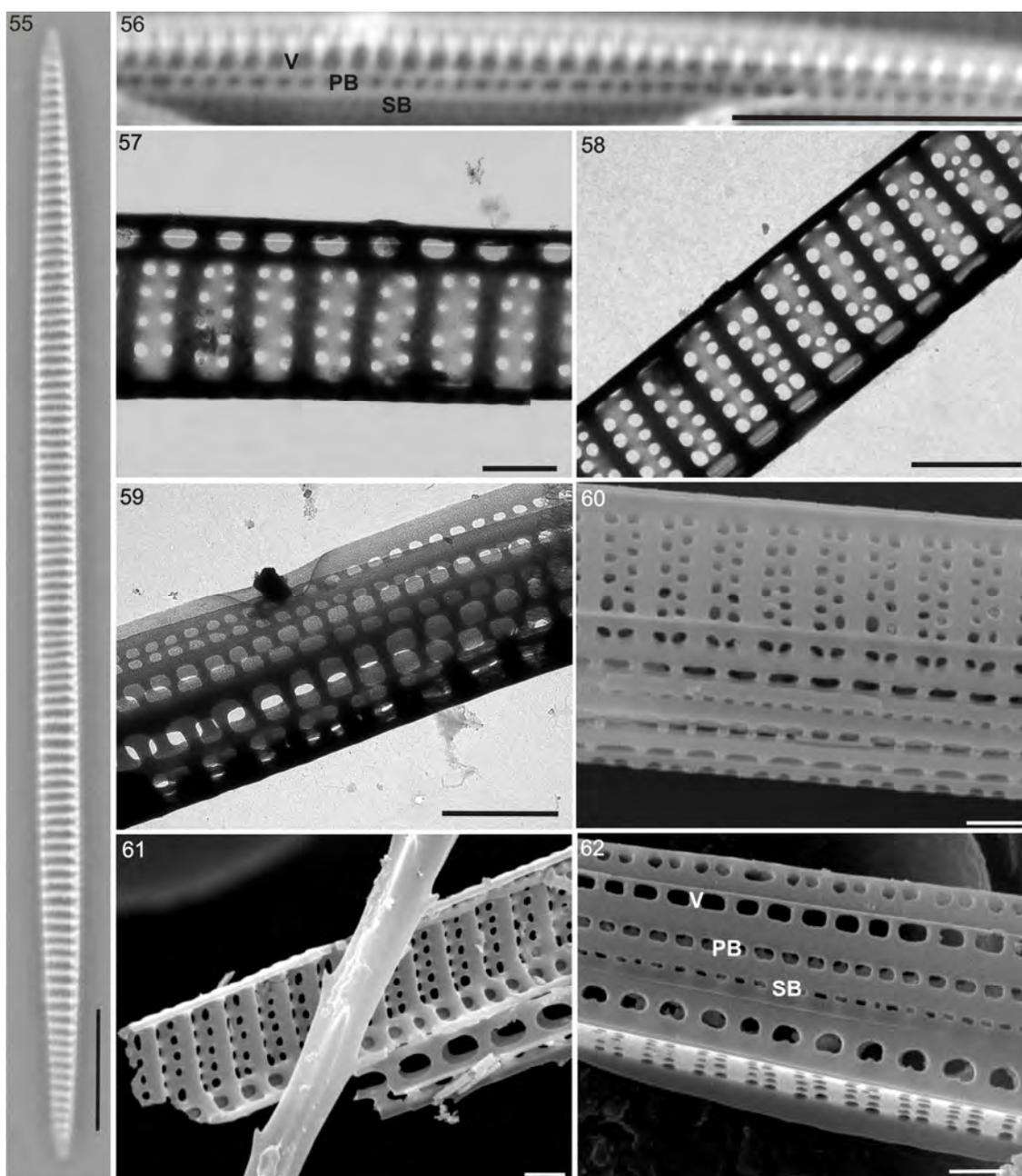
**FIGURAS 30-37.** *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*. FIG. 30. CÉLULAS EM CADEIA. FIG. 31. VALVA EM MO. FIG. 32. DETALHE DO CENTRO DA VALVA, APRESENTANDO ESPAÇO CENTRAL E PORÓIDES, EM MET. FIGS. 33, 34. DETALHES DA OCLUSÃO DE PORÓIDES, NA SUPERFÍCIE VALVAR, COM DOIS SETORES DE HIMENES, EM MET. FIG. 35. DETALHE DO ÁPICE, EM MET. FIG. 36. SOBREPOSIÇÃO ENTRE AS EXTREMIDADES DE DUAS FRÚSTULAS, EM MET. FIG. 37. VISTA VALVAR INTERNA, EM MEV. BARRAS DE ESCALA: FIGS. 30, 31 = 10  $\mu$ m, FIGS. 32, 34 = 0,5  $\mu$ m, FIG. 33 = 0,2  $\mu$ m, FIGS. 35, 37 = 1  $\mu$ m, FIG. 36 = 2  $\mu$ m.



**FIGURA 38.** *Pseudo-nitzschia multiseries* OU *P. pungens*: EM VISTA LATERAL, É DIFÍCIL DISTINGUIR ENTRE ESTAS DUAS ESPÉCIES. **FIGURAS 39-45.** *P. multiseries*. FIG. 39. VALVA EM MO. FIG. 40. SUPERFÍCIE VALVAR EM MET. FIG. 41. SUPERFÍCIE VALVAR EM MEV. FIGS. 42, 43. SUPERFÍCIE VALVAR, MANTO E BANDAS DE CÍNGULO, EM MEV. FIG. 44. FRÚSTULA SECCIONADA NO PLANO TRANSVERSAL, APRESENTANDO O SISTEMA DE RAFE EM CANAL, EM MEV. FIG. 45. DETALHE DO ÁPICE EM VISTA EXTERNA, COM ESTRIAS BISSERIADAS, EM MEV. BARRAS DE ESCALA: FIGS. 38, 39 = 10  $\mu$ m, FIGS. 40-45 = 1  $\mu$ m.



**FIGURAS 46-54.** *Pseudo-nitzschia multistriata*. FIG. 46. CÉLULAS EM CADEIA, VISTA VALVAR. FIG. 47. CÉLULAS EM CADEIA, VISTA LATERAL. FIG. 48. FRÚSTULA EM VISTA LATERAL, EM MO. FIG. 49. FRÚSTULA EM VISTA VALVAR, EM MO. FIG. 50. FRÚSTULA EM VISTA VALVAR, EM MET. FIG. 51, 52. DETALHE DAS ESTRIAS, COM DUAS FILEIRAS DE PORÓIDES. FIGS. 53, 54. DETALHE DAS BANDAS DE CÍNGULO. BARRAS DE ESCALA: FIGS. 46-49 = 10  $\mu$ m, FIG. 50 = 2  $\mu$ m, FIGS. 51-54 = 1  $\mu$ m.



**FIGURAS 55-62.** *Pseudo-nitzschia pungens* var. *pungens*. FIG. 55. VALVA EM MO. FIG. 56. DETALHE DAS BANDAS DE CÍNGULO EM VISTA LATERAL, MO, COM TRÊS BANDAS EVIDENTES: VALVOCÓPULA (V), PRIMEIRA BANDA (PB) E SEGUNDA BANDA (SB). FIGS. 57, 58. SUPERFÍCIE VALVAR EM MET, APRESENTANDO ESTRIAS BISSERIADAS COM PEQUENOS (57) E GRANDES (58) PORÓIDES, FREQUENTEMENTE OCORRENDO UMA TERCEIRA FILEIRA IRREGULAR DE PORÓIDES. FIG. 59. BANDAS DE CÍNGULO, EM MET. FIG. 60. SUPERFÍCIE VALVAR EXTERNA, MANTO E BANDAS DE CÍNGULO, EM MEV. FIG. 61. VISTA VALVAR INTERNA, EM MEV. FIG. 62. VALVA EM VISTA LATERAL EXTERNA APRESENTANDO TRÊS BANDAS: VALVOCÓPULA (V), PRIMEIRA BANDA (PB) E SEGUNDA BANDA (SB). BARRAS DE ESCALA: FIGS. 55, 56 = 10  $\mu$ m, FIGS. 57, 60-62 = 1  $\mu$ m, FIGS. 58, 59 = 2  $\mu$ m.



**FIGURA 63.** *Pseudo-nitzschia* sp., FORMANDO CADEIA, EM MO. BARRA DE ESCALA: 10  $\mu$ m.



FIGURA 64 – DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES DE *Pseudo-nitzschia* PARA A COSTA BRASILEIRA, COM BASE NA LITERATURA E NOS DADOS OBTIDOS NO PRESENTE ESTUDO.