



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA



TESE DE DOUTORADO

**DIATOMÁCEAS (BACILLARIOPHYTA) EPIFÍTICAS E BENTÔNICAS EM
MARISMAS DA COSTA DO SUL DO BRASIL**

LUCIELLE MERLYM BERTOLLI

PORTO ALEGRE

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

**ESTUDO DA COMUNIDADE DE DIATOMÁCEAS (BACILLARIOPHYTA)
EPIFÍTICAS EM MARISMAS DA COSTA DO SUL DO BRASIL**

**Tese apresentada ao Programa de Pós-
graduação em Botânica do Instituto de
Biotecnologia da Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, como parte dos
requisitos para a obtenção do título de
Doutor em Botânica.**

LUCIELLE MERLYM BERTOLLI

Orientadora: Dra. Lezilda Carvalho Torgan

PORTO ALEGRE

2016

“It is worth remembering that diatoms have no problem of what a species means, they recognize their mating partner - but only diatomists have problems at this species level and at all other levels in the hierarchical classification.”

Frank E. Round

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e ao Programa de Pós-Graduação em Botânica, especialmente à secretária Milene Herman, pelo auxílio nas questões burocráticas e pelo auxílio financeiro para participação do XIV Congresso Brasileiro de Limnologia em 2013 e X Congresso de Ficología de Latinoamérica y El Caribe em 2014.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo subsídio para as expedições de coleta (edital PNADB nº 17/2009) e pela bolsa concedida durante o período de doutorado.

À Dra. Lezilda Carvalho Torgan, pela oportunidade de realizar esse trabalho, pela orientação e por me inserir em seu grupo de pesquisa. Levarei para sempre os exemplos profissionais e pessoais que recebi.

À presidência e direção do Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (MCN-FZB/RS) por fornecer a infraestrutura necessária para a realização deste trabalho.

À Dra. Vera Werner e à Dra. Sandra Maria Alves da Silva (MCN-FZB/RS) pelo apoio, conversas motivadoras e por compartilhar seu conhecimento durante os intervalos para um café ou chá.

Ao químico Manoel Nunes (MCN-FZB/RS) e ao técnico Nilson Bittencourt (Herbário Professor Doutor Alarich Schultz, MCN-FZB/RS) pelo auxílio no processamento e registro de amostras.

Ao técnico Cleodir José Mansan (MCN-FZB/RS) pelo auxílio na operação e manutenção do microscópio eletrônico de varredura.

À equipe do Centro de Microscopia e Microanálise da UFRGS pelo auxílio nas análises em microscopia eletrônica de varredura.

Ao Dr. Cesar Serra Bonifácio Costa, da Universidade Federal do Rio Grande, por viabilizar as expedições de coleta.

Aos professores Dra. Luciana de Souza Cardoso e Dr. João Fernando Prado pelo acompanhamento nos estágios de docência, pelos ensinamentos, experiências compartilhadas e boas risadas indo para o Ceclimar.

Aos membros da banca, Dra. Denise Matias de Faria, Dra. Luciana de Souza Cardoso e Dra. Marinês Garcia por aceitarem o convite para avaliação deste trabalho e pelas valiosas contribuições.

À Dra. Priscila Tremarin, Dra. Saionara Salomoni e Dra. Luciana de Souza Cardoso pelas valiosas colaborações na avaliação do artigo apresentado no exame de qualificação (Capítulo II).

Ao professor Dr. Luciano Felício Fernandes, por sempre ter me incentivado e acreditado no meu potencial e pela admirável paixão com que trata das diatomáceas. À professora Dra. Thelma Alvim Veiga Ludwig pelo incentivo. À Dra. Priscila Tremarin, pelo auxílio com bibliografia, por estar sempre disposta a discutir questões taxonômicas, pela amizade e incentivo.

À Alexandra Elbakyan, pelo auxílio na obtenção de bibliografia e por sua incansável luta pela remoção de barreiras no caminho da ciência.

À equipe de professores e funcionários da Wizard Centro Histórico, Aline Weber Brum, Andrea Kovacs Marsango, Cristina Flor, Daisy Zimmer, Felipe Martini, Felipe Mantovani, Fernanda Morais, Flavio Bonfiglio, Gabriela Martinez, Liege Gischkow, Liese Brum Gressler, Martin Barrios, Mozart Brasil Gomes Neto, Rafael Puime, Thiago Calefi e Yasmine Kunde. Obrigada pelos ensinamentos, motivação (mesmo nas manhãs de sábado chuvosas) e momentos de descontração decorando a escola para datas festivas.

Aos colegas do PPG Botânica e amigos que fiz em Porto Alegre, que tornaram esses quatro anos mais divertidos, com churrascos, jogatinas, cantorias e espetinhos: Amanda Pasinato Napp, Ana Elenice Zanini Oliveira, Camila Bonilha, Cássia Silva, Cleusa Vogel Ely, Danilo Rocha, Dávia Talgatti, Denise Matias de Faria, Fernanda Mayara Nogueira, Francielle Cardoso, Jeferson e Aline Fregonezi, Kaynã Batista Gonçalves, Kaoli Cavalcante, Luana Morais da Rosa, Luiza Galina, Marcos Letaif Gaeta, Mariê Mello Cabezudo, Marília Trojan Rodrigues, Raquel Garibaldi Damasceno e Camila.

Aos colegas de laboratório: Andreia Pereira Cavalcante, Claudete Pacheco, Daniela Fernandes Lopes, Dávia Talgatti, Francielle Schroeder, Gabriela Santana, Krissie Caetano, Letícia Donadel, Luís Gustavo de Castro Canani, Marcele Laux, Thamires da Silveira, Thayse Fortes, pela convivência, troca de experiências e momentos divertidos acompanhados de torta salgada, geladinho de maracujá e bolo de chocolate.

À Dra. Dávia Talgatti, por ter me recebido em Porto Alegre, por compartilhar comigo seu conhecimento sobre as marismas da Lagoa dos Patos e pela parceria na elaboração de artigos científicos e de paródias ficológicas.

À Dra. Marcele Laux pelo auxílio com análises estatísticas e ecológicas na confecção do Capítulo I, pela amizade e longas conversas.

À MSc. Claudete Pacheco e MSc. Letícia Donadel pela excelente convivência dentro e fora do laboratório, pela companhia em viagens para congressos, pela troca de experiências e palavras de incentivo.

À Dra. Denise Matias de Faria, pelo auxílio com bibliografias, pela amizade e parceria, por dividir comigo momentos felizes e outros não tanto dos nossos doutorados, sempre com uma trilha sonora excelente e “abraços giratórios”.

Aos amigos de longa data, Edinara Santos, Izabel Campana, Kely Wodzynski, Leonardo dos Santos, Luis Eduardo Pukanski, Mila Ferraz, Nilton Luiz Ceccon Ramos, Tomaz Takeuchi, pelas palavras de incentivo e amizade, que resistiu ao tempo e à distância.

À minha família, que entendeu minha ausência e sempre me apoiou na busca pelos meus objetivos. Aos meus pais Lucilia Campesi Bertoli e Oclair Tolentino Bertoli, por sempre terem priorizado os estudos de suas filhas e que hoje podem ser orgulhar por terem três “doutoras” na família. Às minhas irmãs Gracielle Bertolli e Cibelle Bertolli pelo incentivo e por serem um referencial para mim. À minha sobrinha, Marina Bertolli Zanchet Maciel, que alegra nossas vidas e nos emociona a cada descoberta.

Ao MSc. André Luiz Campos da Silva, por suportar a distância, acreditar no meu potencial, me incentivar, oferecer seus ouvidos para minhas queixas e sempre me ajudar a encontrar uma maneira mais parcimoniosa para resolver conflitos. Obrigada pela paciência, dedicação, apoio, companheirismo e por ser meu porto seguro.

A todos aqueles que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho,

Meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

Diatomáceas são importantes constituintes do epifítton em ambientes costeiros. Estratégias de fixação conferem a estas algas vantagem adaptativa, no entanto, as mesmas estão sujeitas às variações ambientais, podendo responder com alterações da composição e estrutura da comunidade. Embora a relação entre epifítton e substrato seja pouco compreendida, a arquitetura do substrato parece influenciar na comunidade aderida. A composição, estrutura e variação sazonal de diatomáceas epifíticas foram avaliadas em ambientes de marismas no estuário da Lagoa dos Patos, sul do Brasil. Três sítios foram amostrados, Saco do Silveira, Ilha da Pólvora e São José do Norte, distantes 36, 18 e 9 km do oceano Atlântico, respectivamente. O epifítton aderido à *Spartina alterniflora* Loisel., *Spartina densiflora densiflora* Brogn., *Scirpus maritimus* L. e *Juncus kraussii* Hochst. foi removido dos substratos com lâmina metálica, oxidado e montado em lâminas permanentes para a análise das diatomáceas. Ao total cento e vinte e sete táxons foram encontrados, destacaram-se pelo maior número de espécies os gêneros *Navicula* Bory, *Nitzschia* Hassall e *Tryblionella* W. Smith. A sazonalidade, espacialidade, salinidade e tipo de substrato tiveram influência na composição e estrutura da comunidade. A maior distância da desembocadura do estuário proporcionou uma maior influência de águas continentais no sítio Saco do Silveira, resultando na formação de uma comunidade caracterizada pela presença de táxons dulciaquícolas. O período de inverno se caracterizou por maiores valores dos atributos da comunidade (riqueza, diversidade e equitabilidade). A maior complexidade da superfície de *Scirpus maritimus* proporcionou a formação de uma comunidade epifítica mais rica. A investigação taxonômica de *Nitzschia* e *Tryblionella* foi aprofundada, analisando-se também o microfitobentos da região. A espécie *Nitzschia papillosa* Bertolli *et al.* foi registrada pela primeira vez para a ciência, ocorrendo no epifítton e microfitobentos dos sítios Ilha da Pólvora e São José do Norte. A espécie possui formato linear-lanceolado, ápices cuneados e fíbulas irregularmente distribuídas como várias espécies do gênero, sua característica diagnóstica é a presença de excrecências de sílica arredondadas a quadradas situadas na costa transapical interna das valvas. O estudo do gênero *Tryblionella* revelou a presença de 11 espécies, duas foram registradas pela primeira vez para o Rio Grande do Sul e uma para o sul do Brasil. Além disso, duas espécies novas para a ciência são propostas, *Tryblionella* [REDACTED] Bertolli *et* Torgan, espécie semelhante a *T. debilis* Arnott ex O'Meara em microscopia óptica, mas que apresenta

costelas transapicais assimétricas em microscopia eletrônica, e T [REDACTED] Bertolli *et al.*, espécie que apresenta um padrão de ornamentação na face valvar semelhante à trama de uma renda. As espécies de *Tryblionella* e *N. papillosa* ocorreram concomitantemente no epifíton e no microfitobentos, evidenciando a interação entre as duas comunidades, promovida pela dinâmica do ambiente.

Palavras-chave: atributos da comunidade, espacialidade, Lagoa dos Patos, microfitobentos *Nitzschia*, novas espécies, perifíton, salinidade, sazonalidade, taxonomia, *Tryblionella*.

ABSTRACT

Diatoms are an important component of the epiphyton in coastal environments. The strategies of attachment provide adaptive advantages to these algae; however, they are susceptible to the environmental fluctuations, responding to them with changes in the community composition and structure. Although the relationship between epiphyton and substrate is poorly understood, the architecture of the substrate seems to influence the attached community. The composition, structure and seasonal variations of the epiphytic diatoms were evaluated in Patos Lagoon salt marshes. Three sampling sites were defined, Saco do Silveira, Ilha da Pólvora and São José do Norte, distant 36, 18 and 9 km from the Atlantic Ocean, respectively. The epiphyton attached to *Spartina alterniflora* Loisel., *Spartina densiflora densiflora* Brogn., *Scirpus maritimus* L. e *Juncus kraussii* Hochst. was scraped with metal blade, oxidized and mounted on permanent slides for the analysis of the diatoms. A total of a hundred and twenty seven taxa were found. The genus *Navicula* Bory, *Nitzschia* Hassall e *Tryblionella* W. Smith showed the highest number of species. The seasonality, spatiality, salinity and substrate influenced the composition and structures of the community. The higher distance of the estuary mouth provided a higher influence of continental waters in the site Saco do Silveira, resulting in a community characterized by freshwater taxa. The winter was characterized by higher values of the community attributes (richness, diversity and evenness). The more complex structure of *S. maritimus* surface provided the establishment of a richer community. The taxonomic investigation of *Nitzschia* and *Tryblionella* was more detailed, including the analysis of the microphytobenthos of the sites. The species *Nitzschia papillosa* Bertolli *et al.* was registered for the first time to science in Ilha da Pólvora and São José do Norte. The species has linear-lanceolate outline, cuneate apices and fibulae irregularly distributed, as many other species of the genus. Its main feature is the presence of rounded to squarer silica excrescences, situated on the transapical costae in the internal valve view. The study of the genus *Tryblionella* showed 11 species, two of them were registered for the first time in Rio Grande do Sul State and one in Southern Brazil. Besides that, two species new to science were proposed, *Tryblionella* [REDACTED] Bertolli *et* Torgan, which is similar to *T. debilis* Arnott ex O'Meara in light microscopy, but present asymmetrical transapical ribs in scanning electron microscopy, and *T.* [REDACTED] Bertolli *et al.* which presents an ornamentation pattern similar to a lace texture in the valve face. The species of

Tryblionella and *N. papillosa* occurred concomitantly in the epiphyton and microphytobenthos, evidencing the interaction between both communities, promoted by the environment dynamics.

Key words: community attributes, new species, *Nitzschia*, Patos Lagoon, microphytobenthos, periphyton, salinity, seasonality, spatiality, taxonomy, *Tryblionella*.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	12
CAPÍTULO I Composição, estrutura e variação sazonal da comunidade de diatomáceas epifíticas em marismas no sul do Brasil	13
CAPÍTULO II <i>Nitzschia papillosa</i> (Bacillariaceae, Bacillariophyta): a new species from a Brazilian salt marsh	49
CAPÍTULO III The genus <i>Tryblionella</i> W. SMITH (Bacillariaceae, Bacillariophyta) in a salt marsh from southern Brazil	60
CONSIDERAÇÕES FINAIS	112

APRESENTAÇÃO

A tese está composta por três capítulos, apresentados na forma de artigo publicado e manuscritos a serem submetidos a periódicos científicos.

O primeiro capítulo **“Composição, estrutura e variação sazonal da comunidade de diatomáceas epifíticas em marismas no sul do Brasil”** trata da composição e estrutura da comunidade de diatomáceas epifíticas nas marismas da Lagoa dos Patos, sul do Brasil, considerando sua variação espacial e sazonal (inverno e verão) em diferentes substratos e sua relação com condições ambientais. Cento e vinte e sete espécies foram observadas e sua distribuição foi influenciada por fatores como sazonalidade, espacialidade, salinidade e tipo de substrato. Participaram deste trabalho a Dra. Marcele Laux, auxiliando nas análises estatísticas e abordagem ecológica e o Dr. César Serra Bonifácio Costa, auxiliando na compreensão da dinâmica do ambiente e das peculiaridades das marismas. O manuscrito será submetido ao periódico *Iheringia Série Botânica* (Fator de Impacto 2015 0,164).

O segundo capítulo **“*Nitzschia papillosa* (Bacillariaceae, Bacillariophyta): a new species from a Brazilian salt marsh”** trata da proposição de uma nova espécie de *Nitzschia* observada no epifíton e no microfitobentos das marismas da Lagoa dos Patos. O novo táxon foi formalmente proposto, ilustrado em microscopias óptica e eletrônica de varredura e sua morfologia foi comparada a táxons relacionados. O artigo foi elaborado com a colaboração da Dra. Dávia Marciana Talgatti e foi publicado em Fevereiro de 2016 no periódico *Phytotaxa* 247 (1): 75–84 (Fator de impacto 2015 1,087).

O terceiro capítulo **“The genus *Tryblionella* W. SMITH (Bacillariaceae, Bacillariophyta) in a salt marsh from southern Brazil”** registra as espécies de *Tryblionella* observadas no epifíton e microfitobentos das marismas da Lagoa dos Patos. Onze espécies foram descritas e ilustradas em microscopia óptica e eletrônica de varredura, adicionalmente foram providenciados comentários sobre sua taxonomia e distribuição geográfica. Dois dos táxons registrados foram considerados novos para a ciência e suas proposições formais foram apresentadas. Contribuíram para a elaboração deste manuscrito a Dra. Dávia M. Talgatti e a acadêmica de Ciências Biológicas (UFRGS) Thamires Mariah da Silveira Nascimento. O manuscrito será submetido ao periódico *Fottea* (Fator de impacto 2015 2.026).

CAPÍTULO I

Composição, estrutura e variação sazonal da comunidade de diatomáceas epifíticas em marismas no sul do Brasil

Lucielle M. Bertolli, Marcele Laux, César S. B. Costa & Lezilda C. Torgan

Composição, estrutura e variação sazonal da comunidade de diatomáceas epifíticas em marismas no sul do Brasil¹

Lucielle Merlym Bertolli², Marcele Laux³, César Serra Bonifácio Costa⁴ & Lezilda Carvalho Torgan^{2,5}

¹Parte de tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

²Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Avenida Bento Gonçalves nº 9500, Campus do Vale, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil; e-mail: lucielle.bertolli@gmail.com

³Programa de Pós-Graduação em Bioinformática, Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Antônio Carlos, 662, Pampulha - Caixa Postal 486 -31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil

⁴Laboratório de Biotecnologia de Halófitas, Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande, Campus Carreiros: Av. Itália km 8 Bairro Carreiros, Rio Grande, RS, Brasil

⁵Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Museu de Ciências Naturais, Rua Doutor Salvador França, 1427, Jardim Botânico, CEP 90690-000, Porto Alegre, RS, Brasil

RESUMO – O presente estudo teve como objetivo conhecer a composição, estrutura e variação sazonal das diatomáceas epifíticas em substratos naturais (*Juncus kraussii* Hochst, *Spartina densiflora* Brongn, *S. alterniflora* Loisel e *Scirpus maritimus* L.) em três sítios nas marismas da Lagoa dos Patos, sul do Brasil e sua relação com salinidade, pH e temperatura. O epifíton aderido às halófitas foi removido, oxidado e montado em lâminas permanentes para a análise das diatomáceas. A comunidade esteve composta por 127 táxons, com predominância de táxons birrafídeos (74,02%). Fatores como sazonalidade, espacialidade, salinidade e tipo de substrato influenciaram na composição e estrutura da comunidade. A maior influência de águas continentais no sítio Saco do Silveira proporcionou a formação de uma comunidade caracterizada pela presença de táxons dulciaquícolas. O inverno foi marcado por maiores valores dos atributos da comunidade e a maior complexidade da superfície de *S. maritimus* proporcionou a formação de uma comunidade epifítica mais rica.

Palavras-chave: atributos da comunidade, Bacillariophyta, espacialidade, salinidade, sazonalidade

ABSTRACT - Composition, structure and seasonal variation on the epiphytic diatom community of a salt marsh in southern Brazil. This study aimed to know the composition, structure and seasonal variation of the epiphytic diatoms attached to natural substrata (*Juncus kraussii* Hochst, *Spartina densiflora* Brongn, *S. alterniflora* Loisel. e *Scirpus maritimus* L.) in three sites of the Patos Lagoon salt marsh, southern Brazil, and their relationship with salinity, pH and temperature. The epiphyton was scraped, oxidized and mounted in permanent slides in order to observe the diatoms. The community was composed by 127 taxa, with

predominance of biraphid taxa (74,02%). Factors such as seasonality, spatiality, salinity and substrate influenced in the community composition and structure. The higher influence of continental water in Saco do Silveira site allowed a community characterized by the presence of freshwater taxa. The winter was marked by higher values in the community attributes and the higher complexity of *S. maritimus* surface allowed a richer community.

Key words: Bacillariophyta, community attributes, salinity, seasonality, spatiality

INTRODUÇÃO

Entre as microalgas encontradas na comunidade epifítica sobre macrófitas aquáticas submersas em regiões salobras e marinhas, destacam-se as diatomáceas, organismos unicelulares, considerados pioneiros na colonização do perifíton neste tipo de substrato (Round 1981, Ferreira & Seeliger 1985). Além de importante produtor primário, o grupo é um dos principais integrantes da cadeia trófica, servindo de alimento para a epifauna desses locais (Bemvenuti 1998).

Muitas espécies de diatomáceas aderem-se às superfícies de substratos por mucilagem secretada por estruturas como campo de poros apical, rafe e rimopórtula (Round *et al.* 1990), estratégia que lhes confere vantagens adaptativas (Lowe 1996, Fernandes 2005). O tipo de substrato a ser colonizado é determinante na interação substrato-organismo, afetando diretamente a sucessão, estrutura e a dinâmica da comunidade (Torgan *et al.* 2013). Embora a relação entre as macrófitas hospedeiras e as algas aderidas a elas ainda não seja bem compreendida (Toporowska *et al.* 2008), diferentes tipos de substratos naturais podem favorecer o desenvolvimento de certas espécies (Siver 1977). Segundo Messyasz & Kuczyńska-Kippen (2006) tanto a arquitetura específica de cada planta, quanto o ambiente em que a macrófita se encontra, podem influenciar no crescimento da comunidade de algas epifíticas.

Em ambientes costeiros, o epifíton está sujeito à variação anual da vegetação hospedeira, que, por sua vez, é influenciada por fatores, como radiação solar, temperatura, marés, concentração de nutrientes, tipos de solo, drenagem, oxigênio dissolvido, pH e salinidade. As diatomáceas são sensíveis a uma vasta gama de variáveis ambientais e a estrutura de sua comunidade pode responder rapidamente a alterações nas condições físicas, químicas e biológicas do ambiente (Mitbavikar & Anil 2002, Rovira *et al.* 2009).

Estudos sobre diatomáceas epifíticas na região costeira do Brasil foram, principalmente, realizados em ambientes estuarinos e marinhos (Moreira-Filho 1959, Moreira-Filho & Oliveira Filho 1976, Moreira-Filho *et al.*, 1977, Valente-Moreira *et al.* 1980; Moreira-Filho & Valente-Moreira 1981, Ferreira & Seeliger 1985, Buselato-Toniolli 1986, Azevedo 1999, Azevedo & Cutrim 2000, Vettorato *et al.* 2010).

Na região do entorno da Lagoa dos Patos algumas investigações foram realizadas em ambientes lóticos. Rosa & Garcia (2013) avaliaram as diatomáceas epifíticas em *Acrostichum danaeifolium* no Arroio Pseudônimo (Pelotas, RS), observando 157 espécies, houve predomínio de táxons estuarinos e da classe Bacillariophyta. No mesmo arroio e utilizando o mesmo substrato, Rosa & Garcia (2015) observaram 96 táxons, com predomínio da guilda de alto perfil, evidenciando a presença de uma comunidade adaptada às condições do ambiente. Em diferentes substratos naturais no Arroio Bolaxa (Rio Grande, RS), Guimarães & Garcia (2016) observaram 47 táxons, que tiveram sua distribuição influenciada primeiramente pela intensidade do distúrbio antropogênico e posteriormente pelo tipo forófito.

Na região das marismas da Lagoa dos Patos os estudos concentram-se na comunidade microfitobentônica. Silva *et al.* (2010) analisaram o sedimento superficial das marismas nas proximidades do município de Rio Grande, observando cinquenta táxons de diatomáceas, dos quais 60% foram salobras, 24% marinhas e 16% dulciaquícolas, caracterizando uma comunidade adaptada à variação de salinidade do

ambiente. Talgatti (2014) avaliou a composição florística e os atributos da comunidade de diatomáceas em sedimento superficial das marismas da Lagoa dos Patos, demonstrando que a distribuição temporal dos 171 táxons observados sofreu influência das condições ambientais (vento, pluviosidade e aporte de águas continentais), enquanto a distribuição espacial foi afetada pela granulometria do sedimento. Entre os táxons observados foi registrada uma nova espécie para a ciência (Talgatti *et al.* 2014b) e duas novas combinações (Talgatti *et al.* 2014a, c), ressaltando a importância do estudo taxonômico das espécies de diatomáceas na região.

Estudos que abrangem diatomáceas epifíticas na região restringem-se a Talgatti *et al.* (2014a) e Bertolli *et al.* (2016), que observaram, respectivamente, *Seminavis recta* Talgatti & Torgan e *Nitzschia papillosa* Bertolli *et al.* ocorrendo concomitantemente no epifíton e no microfítobentos. Até o momento estudos sobre a comunidade de diatomáceas epifíticas na vegetação de marismas brasileiras são inexistentes.

O objetivo do presente estudo foi conhecer a composição e estrutura da comunidade de diatomáceas epifíticas nas marismas da Lagoa dos Patos, sul do Brasil, considerando sua variação espacial e sazonal (inverno e verão) em diferentes substratos e sua relação com condições ambientais.

Considerando que a espacialidade, sazonalidade e salinidade são fatores de influência nas comunidades biológicas em ambientes estuarinos, espera-se observar variação na estrutura da comunidade de diatomáceas epifíticas em relação a esses fatores. Considerando a influência do tipo de substrato na formação do epifíton, espera-se que haja diferenças na composição da comunidade de diatomáceas em relação aos diferentes tipos de substratos naturais da região de marismas.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estuário da Lagoa dos Patos está localizado no sul do estado do Rio Grande do Sul (31°50'–32°09'S; 52°00'–52°15'W), abrangendo os municípios de Rio Grande, São José do Norte e Pelotas. O clima local é considerado temperado quente devido à influência da Convergência Subtropical do Atlântico Sudoeste (Seeliger & Odebrecht 1998). A temperatura média anual é de 17 °C e a precipitação anual (1200–1500 mm) é regularmente distribuída durante o ano, com maiores registros pluviométricos no inverno, e variações interanuais relacionadas à frequência da passagem de frentes frias (Paz, 1985 *apud* Klein, 1998).

As marismas são comunidades dominadas principalmente por vegetação herbácea perene, podendo estar ainda associada a alguns arbustos (Costa & Davy 1992). A fisiografia das marismas da Lagoa dos Patos (RS) é bastante variável, incluindo o estuário e uma densa rede de canais de drenagem e diques marginais (Costa 1998b). Quando próximos de estuários ou da linha da costa, esses ambientes apresentam um gradiente de salinidade, que influencia na sua composição florística.

As marismas do estuário da Lagoa dos Patos são irregularmente alagadas por águas com salinidade variável influenciada por pequena oscilação de maré e pela grande interferência que os ventos e a

precipitação têm sobre a hidrodinâmica do extenso sistema lagunar Patos-Mirim (Costa 1998a, b, Seeliger & Costa 2002). A dominância da cobertura vegetal destas marismas varia de acordo com um gradiente vertical de inundação e um gradiente horizontal de salinidade, capaz de gerar heterogeneidade espacial mesmo em locais com pouca diversidade fisiogeográfica (Costa 1998b). Regiões raramente alagadas por água salobra ou doce são dominadas por *Juncus* spp., enquanto que as regiões esporadicamente alagadas (como margens erosivas de ilhas e áreas marginais entre 0,1 e 0,3m) apresentam predomínio de *Spartina densiflora* Brogn.. Em marismas frequentemente alagadas é frequente a dominância de *Scirpus* spp. e *Spartina alterniflora* Loisel. (Costa 1998a).

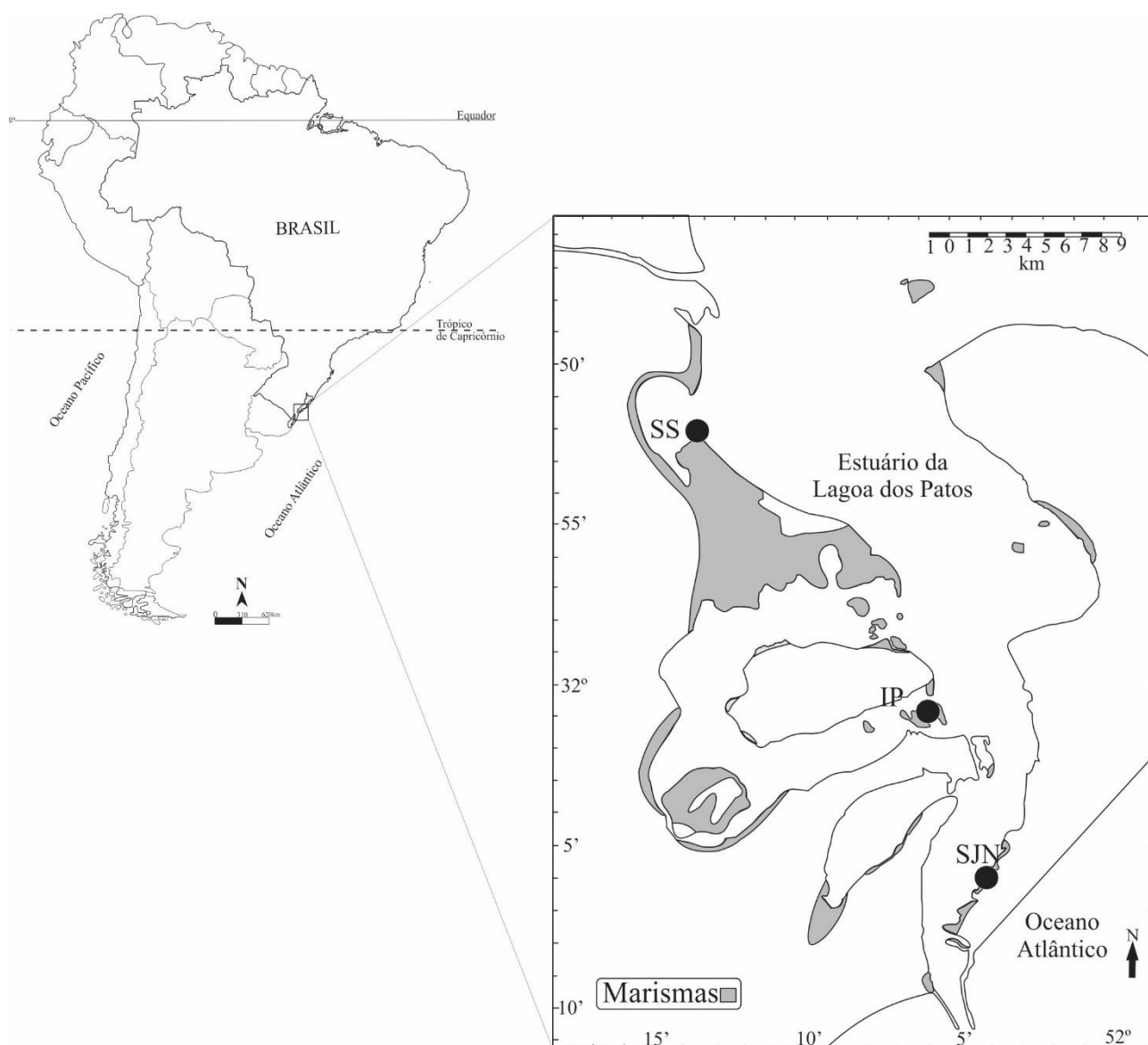


Fig. 1. Localização das estações de amostragem na região de marismas no estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. SS – Saco do Silveira; IP – Ilha da Pólvora; SJN – São José do Norte (modificado de Costa 1998b).

Foram determinados três sítios de coleta no estuário da Lagoa dos Patos: Saco do Silveira (SS), Ilha da Pólvora (IP) e São José do Norte (SJN), distantes 36, 18 e 9 km do oceano Atlântico, respectivamente (Fig. 1). Os três sítios apresentam variação do nível médio de água entre 0,10 e 0,50 m.

O sítio Saco do Silveira localiza-se mais ao norte do estuário (31° 52' 48.821" 52° 14' 38.762"), a região é coberta por marismas frequentemente alagadas oligohalinas, caracterizadas pela presença de *Spartina densiflora* Brongn. e predomínio de *Juncus kraussii* Hochst. O sítio Ilha da Pólvora compreende uma área de cerca 45 ha e localiza-se próximo ao centro do município de Rio Grande (32° 01' 14.424" 52° 05' 59.095"). A região é coberta por marismas frequentemente alagadas meso-euhalinas compostas por um mosaico formado por *Spartina densiflora*, *S. alterniflora* e *Scirpus maritimus* L.. O sítio São José do Norte localiza-se mais próximo a foz do estuário (32° 06' 49.984" 52° 04' 22.980"), a cobertura da região é formada por marismas frequentemente alagadas meso-euhalinas, com predomínio de *Spartina alterniflora*.

Amostragem, preparação do material e análise de dados

As amostragens foram realizadas em período de inverno (setembro/2010) e verão (fevereiro/2011). Em cada sítio amostral foram coletadas três replicatas das duas halófitas com maior cobertura vegetal no sítio, totalizando 36 amostras, conforme Quadro 1.

Porções de cinco centímetros das partes aéreas das halófitas, adjacentes ao solo, foram coletadas com auxílio de lâmina cortante. O material foi acondicionado em sacos plásticos identificados e uma porção de cada halófita foi preservada em solução Transeau para análise em estereomicroscópio (Leica EZ4D) em aumento de 200 vezes. Porções das halófitas, secas em estufa, foram montadas em stubs de alumínio e cobertas com ouro paládio (16 nm) para observação em microscópio eletrônico de varredura (MEV) Jeol JSM-5200 em aumento de 100 vezes. Concomitantemente à coleta de material biológico foi realizada a mensuração de parâmetros físicos e químicos como temperatura (termômetro Incoterm[®]), pH (pHmetro PHTEK[®]) e salinidade (salinômetro YSI[®] 30) na lâmina d'água adjacente às halófitas amostradas. Em laboratório os substratos foram raspados com lâmina metálica para retirada do material epifítico. O material foi oxidado com ácido nítrico ao fogo, lavado com água destilada até atingir pH neutro e diluído em 10 ml de água destilada. Alíquotas de 0,1 ml de amostra foram utilizadas na confecção de lâminas, utilizando resina Naphrax[®] como meio de inclusão (IR= 1,7). As lâminas foram registradas no Herbário Alarich Schultz (HAS) do Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (Tab. 1).

As lâminas foram observadas em microscópio óptico Zeiss Axioplan, com câmera Zeiss AxioCam ERC5s acoplada. Para a identificação das diatomáceas foram utilizadas obras clássicas, como Schmidt (1874-1959), Peragallo & Peragallo (1897 - 1908), Hustedt (1927-66, 1930, 1955, 1985), Cleve-Euler (1953), Hendey (1964); Patrick & Reimer (1966), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, b), coleções contemporâneas, como: *Iconographia Diatomologica*, *Bibliotheca Diatomologica*, *Diatom Research* e também artigos publicados em periódicos. O enquadramento taxonômico seguiu Medlin & Kaczmarska (2004) para Classe e, a partir de Ordem, a classificação de Round *et al.* (1990). A quantificação

dos táxons foi efetuada buscando atingir eficiência amostral mínima de 85% por lâmina, de acordo com Pappas & Stoermer (1996). As espécies foram classificadas quanto à abundância e dominância seguindo o critério de Lobo & Leighton (1986), em que as espécies dominantes apresentam densidade superior a 50% ao número total de valvas contadas na amostra e espécies abundantes apresentam densidade superior à densidade média, dada pelo número total de valvas contadas dividido pelo número de táxons observados. Comentários sobre a distribuição e ecologia das espécies abundantes e dominantes foram providenciados.

Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas por meio de linguagem de programação R, utilizando pacotes de funções específicas para análises ecológicas (Vegan, stats, ggplot2 e corrplot).

Pré-análise dos dados

A função *Ordstep* (pacote *Vegan*, <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>) foi utilizada para determinar as espécies mais importantes para o modelo (Blanchet *et al.* 2008). A seleção de variáveis torna-se importante, uma vez que o processo de contagem de um grande número de espécies pode reduzir a robustez das análises de ordenação, devido à grande variação dos resíduos. O algoritmo da função *Ordstep* consiste em múltiplas tentativas passo a passo de construção do melhor modelo utilizando testes de permutação e determinando o coeficiente de correlação e o valor-p para cada variável. A cada etapa a variável que apresenta a maior importância entra para o modelo e é excluída das etapas seguintes, seguindo a análise até que a última variável seja testada (“forward selection”). A função ‘*envfit*’ (pacote *Vegan*) foi adotada para verificar o ajuste da abundância relativa dos taxa em relação ao escalonamento multidimensional (NMDS) e em relação às variáveis ambientais.

Análise de variância

Para testar a significância estatística de cada modelo aplicado, foi aplicado o Modelo Linear Generalizado (GLM) utilizando distribuição gaussiana e teste F para análise de variância (McCullagh & Nelder 1989, Dobson 1990, Hastie & Pregibon, 1992, Venables & Ripley, 2002). A comprovação do ajuste utiliza a razão entre o desvio dos resíduos e os graus de liberdade, devendo esta razão ser semelhante ou igual ao parâmetro de dispersão para modelo gaussiano.

Para ilustrar a diferença entre as variáveis testadas, foram adotados os métodos de caixa simples (Boxplot com um fator) e caixa dupla (Boxplot com dois fatores). As caixas representam o intervalo que cobre de 25% a 75% da variância dos dados e a mediana.

Análise de comparação de médias

Foi utilizada a análise de comparação de médias (Teste de Tukey) para determinar a variância entre os grupos dentro de um modelo, como os sítios ou os períodos de amostragem. Após um modelo de análise

de variância mostrar-se significativo, a função ‘TukeyHSD’ (pacote ‘stats’) determinou como os grupos de dados diferem entre si.

Análises de ordenação

Inicialmente a análise de escalonamento multidimensional (NMDS, função ‘metaMDS’) foi realizada na matriz de abundância relativa dos táxons, utilizando o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis. Os modelos foram testados buscando o menor valor de stress, observando o diagrama de Shepard, o qual representa as distâncias de ordenação em relação às distâncias originais. A significância do modelo foi testada utilizando a função ‘anosim’.

A função rda (pacote Vegan) foi utilizada para Análise de Componentes Principais (PCA) e Análise de Redundância (RDA), utilizando-se a matriz biótica e matriz de variáveis ambientais e atributos da comunidade (Ter Braak 1986, Palmer 1993, McCune 1997, Legendre & Legendre 2012). O círculo de equilíbrio de contribuição (função cleanplot.pca) foi utilizado buscando identificar as espécies com variância acima da média, e, portanto, com maior contribuição para o modelo (Borcard *et al.* 2011). Os dados foram dimensionados para variância única (definindo assim uma análise de correlação entre as variáveis), uma vez que a diferença de unidades de medidas entre as diferentes variáveis pode distorcer a correlação entre elas. A matriz de espécies selecionadas pela função ‘ordistep’ e ‘envfit’ foi adotada com o objetivo de reduzir o ruído (resíduos). O biplot é apresentado em dimensionamento simétrico de acordo com a raiz quadrada dos autovalores das espécies e das amostras. Para testar a significância foi utilizada a análise de variância (ANOVA).

Análises de permutação

Com o objetivo de utilizar mais de um método de análise, as análises de permutação multivariada da variância utilizando matrizes de distância (adonis) e análise de similaridade (anosim) foram adotadas, utilizando distância euclidiana e dissimilaridade de Bray-Curtis (Clarke 1993; Warton *et al.* 2012).

Quadro 1. Data, local de coleta, tipo de substrato, coletores e número de registro das lâminas no herbário HAS. IP: Ilha da Pólvora, SS: Saco do Silveira, SJN: São José do Norte.

Data	Localidade	Substrato	Coletores	Registro
17/09/2010	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio Ilha da Pólvora, replicata IP1A	<i>Scirpus maritimus</i>	Talgatti, D.M. & Torgan, L.C.	6520
17/09/2010	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio Ilha da Pólvora, replicata IP1B	<i>Spartina densiflora</i>	Talgatti, D.M. & Torgan, L.C.	6523
17/09/2010	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio Ilha da Pólvora, replicata IP1C	<i>Scirpus maritimus</i>	Talgatti, D.M. & Torgan, L.C.	6526
17/09/2010	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio Ilha da Pólvora, replicata IP1E	<i>Scirpus maritimus</i>	Talgatti, D.M. & Torgan, L.C.	6532
17/09/2010	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio Ilha da Pólvora, replicata IP1G	<i>Spartina densiflora</i>	Talgatti, D.M. & Torgan, L.C.	6538
17/09/2010	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio Ilha da Pólvora, replicata IP1H	<i>Spartina densiflora</i>	Talgatti, D.M. & Torgan, L.C.	6540
17/09/2010	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio Saco do Silveira, replicata SS2A	<i>Juncus kraussii</i>	Talgatti, D.M. & Torgan, L.C.	6548
17/09/2010	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio Saco do Silveira, replicata SS2B	<i>Juncus kraussii</i>	Talgatti, D.M. & Torgan, L.C.	6553
17/09/2010	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio Saco do Silveira, replicata SS2C	<i>Spartina alterniflora</i>	Talgatti, D.M. & Torgan, L.C.	6554
17/09/2010	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio Saco do Silveira, replicata SS2E	<i>Juncus kraussii</i>	Talgatti, D.M. & Torgan, L.C.	6561
17/09/2010	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio Saco do Silveira, replicata SS2F	<i>Spartina alterniflora</i>	Talgatti, D.M. & Torgan, L.C.	6565
17/09/2010	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio Saco do Silveira, replicata SS2J	<i>Spartina alterniflora</i>	Talgatti, D.M. & Torgan, L.C.	6577
17/09/2010	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio São José do Norte, replicata SJN3A	<i>Spartina alterniflora</i>	Talgatti, D.M. & Torgan, L.C.	6579
17/09/2010	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio São José do Norte, replicata SJN3C	<i>Juncus kraussii</i>	Talgatti, D.M. & Torgan, L.C.	6584
17/09/2010	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio São José do Norte, replicata SJN3D	<i>Juncus kraussii</i>	Talgatti, D.M. & Torgan, L.C.	6589
17/09/2010	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio São José do Norte, replicata SJN3E	<i>Juncus kraussii</i>	Talgatti, D.M. & Torgan, L.C.	6590
17/09/2010	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio São José do Norte, replicata SJN3F	<i>Spartina alterniflora</i>	Talgatti, D.M. & Torgan, L.C.	6593
17/09/2010	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio São José do Norte, replicata SJN3I	<i>Spartina alterniflora</i>	Talgatti, D.M. & Torgan, L.C.	6602
18/02/2011	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio Ilha da Pólvora, replicata IP1A	<i>Spartina alterniflora</i>	Talgatti, D.M. & Donadel, L.	6610
18/02/2011	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio Ilha da Pólvora, replicata IP1B	<i>Scirpus maritimus</i>	Talgatti, D.M. & Donadel, L.	6611
18/02/2011	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio Ilha da Pólvora, replicata IP1C	<i>Scirpus maritimus</i>	Talgatti, D.M. & Donadel, L.	6614
18/02/2011	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio Ilha da Pólvora, replicata IP1F	<i>Spartina alterniflora</i>	Talgatti, D.M. & Donadel, L.	6624
18/02/2011	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio Ilha da Pólvora, replicata IP1G	<i>Spartina alterniflora</i>	Talgatti, D.M. & Donadel, L.	6626
18/02/2011	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio Ilha da Pólvora, replicata IP1I	<i>Scirpus maritimus</i>	Talgatti, D.M. & Donadel, L.	6632
18/02/2011	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio Saco do Silveira, replicata SS2A	<i>Juncus kraussii</i>	Talgatti, D.M. & Donadel, L.	6639
18/02/2011	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio Saco do Silveira, replicata SS2C	<i>Spartina densiflora</i>	Talgatti, D.M. & Donadel, L.	6644
18/02/2011	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio Saco do Silveira, replicata SS2D	<i>Juncus kraussii</i>	Talgatti, D.M. & Donadel, L.	6647
18/02/2011	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio Saco do Silveira, replicata SS2E	<i>Juncus kraussii</i>	Talgatti, D.M. & Donadel, L.	6652
18/02/2011	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio Saco do Silveira, replicata SS2F	<i>Spartina densiflora</i>	Talgatti, D.M. & Donadel, L.	6653
18/02/2011	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio Saco do Silveira, replicata SS2H	<i>Spartina densiflora</i>	Talgatti, D.M. & Donadel, L.	6660
18/02/2011	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio São José do Norte, replicata SJN3C	<i>Juncus kraussii</i>	Talgatti, D.M. & Donadel, L.	6676

Data	Localidade	Substrato	Coletores	Registro
18/02/2011	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio São José do Norte, replicata SJN3D	<i>Juncus kraussii</i>	Talgatti, D.M. & Donadel, L.	6678
18/02/2011	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio São José do Norte, replicata SJN3E	<i>Juncus kraussii</i>	Talgatti, D.M. & Donadel, L.	6680
18/02/2011	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio São José do Norte, replicata SJN3G	<i>Spartina alterniflora</i>	Talgatti, D.M. & Donadel, L.	6686
18/02/2011	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio São José do Norte, replicata SJN3I	<i>Spartina alterniflora</i>	Talgatti, D.M. & Donadel, L.	6692
18/02/2011	Brasil, Rio Grande do Sul, Rio Grande, Sítio São José do Norte, replicata SJN3J	<i>Spartina alterniflora</i>	Talgatti, D.M. & Donadel, L.	6696

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição da comunidade

A análise da composição da comunidade de diatomáceas epifíticas na região de marismas do estuário da Lagoa dos Patos revelou a ocorrência 127 táxons, distribuídos em 57 gêneros e 35 famílias (Quadro 2). Destes, 74,02% são considerados táxons birrafídeos, 14,17% cêntricos, 7,87% arrafídeos e 3,94% monorrafídeos. Segundo Sullivan (2002), táxons monorrafídeos e arrafídeos podem estar bem representados entre as diatomáceas em ambiente de marisma, no entanto, dificilmente se sobrepõem aos táxons birrafídeos.

O gênero *Nitzschia* Hassall apresentou maior riqueza (25 espécies), seguido por *Navicula* Bory (13 espécies) e *Tryblionella* Smith (nove espécies). Os referidos gêneros têm ampla distribuição geográfica e ocorrem em águas doces a marinhas (Round *et al.*, 1990) e foram registrados como os mais representativos em número de táxons nos sedimentos de marismas da Lagoa dos Patos por Silva *et al.* (2010) e Talgatti (2014). A abundância destes organismos considerados epipélcos sugere um fluxo de espécies entre epipélon e epifíton, promovido tanto pela variação de nível da água, quanto através da motilidade destas algas (Bertolli *et al.* 2016).

Quarenta e seis espécies foram abundantes em pelo menos uma réplica (Quadro 2). *Catenula adhaerens*, *Diadsmis confervaceae*, *Halamphora* cf. *coffaeformis*, *Melosira* cf. *nummuloides*, *Nitzschia frustulum*, *Nitzschia* sp. 1, *Plagiogramma tenuissimum* e *Planothidium* aff. *delicatulum* destacaram-se por apresentaram abundância igual ou superior a 25% em pelo menos uma amostra. Três espécies foram consideradas dominantes, *Cocconeis placentula* (66,17% em SJNI no inverno), *Luticola mutica* (53,18% em SJNA no inverno) e *Planothidium* cf. *frequentissimum* (59,31% em SSC no verão).

Embora existam poucos registros de *Catenula adhaerens* para o país (Garcia & Talgatti 2011), a espécie já foi observada no sedimento das marismas da Lagoa dos Patos (Silva *et al.* 2010, Talgatti 2014) e no epifíton aderido a *Acrostichum danaefolium* Langst. & Fisch. no arroio Pseudônimo, adjacente à Lagoa dos Patos (Rosa & Garcia 2013).

Nitzschia frustulum foi também registrada com alta frequência de ocorrência no sedimento das marismas da Lagoa dos Patos (Talgatti 2014), do estuário do rio Severn, no Reino Unido (Underwood 1994) e nas marismas de Empordà, na Espanha (Trobajo-Pujadas 2007), da baía de Graveline, no Mississipi (Sullivan 1978) e também em epifíton no arroio Pseudônimo (Rosa & Garcia 2013). *Plagiogramma*

tenuissimum foi registrada como abundante no sedimento superficial das marismas da Lagoa dos Patos (Talgatti 2014) e em regiões adjacentes (Rosa & Garcia 2013).

Diadsmis confervaceae é frequentemente registrada em rios e lagos do Rio Grande do Sul e já foi observada no entorno da Lagoa dos Patos (Lagoa do Casamento e Butiazal de Tapes) por Torgan & Santos (2008). A espécie foi observada somente no sítio SS, o que pode indicar uma origem alóctone dos indivíduos. Em ambiente de marismas a espécie foi registrada como rara no Iraque (Al-Handal & Abdullah 2010). *Luticola mutica* é considerada uma espécie aerófila e dulciaquícola, no entanto a espécie foi registrada em diferentes zonas de marismas na Bretanha, sendo considerada tolerante a salinidade e capaz de sobreviver a altas frequências de inundação (Zong & Horton 1998). A distribuição da espécie como abundante em todos os sítios e em ambos os períodos (Quadro 2) evidencia sua adaptação ao ambiente.

Melosira nummuloides é uma espécie frequentemente confundida com *M. moniliformis* devido à sua coocorrência em ambientes marinhos e costeiros (Crawford 1977). A espécie é considerada comum em ambientes marinhos epibênticos (Round *et al.* 1990) e é frequentemente observada no perifíton de ambientes de marismas no hemisfério norte (Drum & Webber 1966, Sullivan 1975, Lee *et al.* 1975, Whiting & McIntire 1985, Tynni 1986, Sherrod 1999, De Séve *et al.* 2010).

Halamphora coffaeiformis é considerada uma espécie de águas salobras (Levkov, 2009), frequentemente registrada em marismas do hemisfério norte (Drum & Webber 1966, Sullivan 1978, 1982, Tynni 1986, Zong & Horton 1998, Sherrod 1999, De Séve *et al.* 2010). No sedimento superficial das marismas da Lagoa dos Patos a espécie foi registrada no período de verão nos sítios SS e IP, no entanto não se destacou numericamente (Talgatti 2014).

Cocconeis placentula ocorre de águas doces a salobras e apresenta ampla tolerância a variação de salinidade (Nelson & Kashima 1993). A espécie e suas variedades são frequentemente registradas em ambientes de marismas (Drum & Webber 1966, Lee *et al.* 1975, Amspoker & McIntire 1978, Sullivan 1982, Horton *et al.* 2006, Rovira *et al.* 2009, Al-Handal & Abdullah 2010). Nas marismas das lagoas dos Patos *C. placentula var. lineata* e *C. placentula* foram registradas no sedimento superficial (Silva *et al.* 2010, Talgatti 2014). Espécies de *Planothidium* são frequentemente relatadas para marismas canadenses (Roe *et al.* 2009, De Séve *et al.* 2010), americanas (Tynni 1986, Sherrod 1999) e inglesas (Zong & Horton 1998). No Brasil *P. delicatulum* e *P. frequentissimum* foram observados como frequentes e abundantes no sedimento superficial das marismas da Lagoa dos Patos. Apesar de apresentarem mobilidade reduzida, táxons monorrafídeos como *Cocconeis* e *Planothidium*, asseguram sua presença na comunidade perifítica, pois se aderem ao substrato por meio de mucilagem, conferindo uma boa representatividade do grupo em ambientes de marismas (Sullivan & Currin 2002).

Espécies bentônicas estuarinas apresentam ampla tolerância à variação de salinidade (Admiraal 1977), o que pode ser considerado um pré-requisito para o sucesso em ambientes dinâmicos (Underwood 1994). Segundo Drum & Weber (1966), a formação de matriz polissacarídica extracelular protege as diatomáceas, tornando-as menos suscetíveis às variações osmóticas do ambiente. Williams (1964) observou

que espécies bentônicas mantém altas taxas de reprodução em um amplo intervalo de salinidade, sugerindo que este fator não seria prejudicial à reprodução. Já Sullivan (1977), propõe que táxons que se destacam por grande abundância em períodos de maior estabilidade na salinidade podem ser oportunistas, tendendo a decair quando a salinidade atingir níveis críticos para sua reprodução e competição com outros táxons. Em experimento, Admiraal & Peletier (1980) observaram que, embora possam tolerar um amplo intervalo de salinidade, algumas espécies são favorecidas em determinadas salinidades, ocorrendo em maiores densidades. Sendo assim, a distribuição das diatomáceas em ambientes estuarinos não está relacionada somente à capacidade adaptação à variação de salinidade, mas também à salinidade ótima para cada espécie.

Quadro 2. Enquadramento taxonômico e distribuição dos táxons no período de inverno e verão nos sítios Saco do Silveira - SS, Ilha da Pólvora - IP e São José do Norte - SJN. **X** - espécies abundantes, **X** - espécies dominantes.

	Inverno 2010			Verão 2011		
	SS	IP	SJN	SS	IP	SJN
CLASSE COSCINODISCOPHYCEAE						
Ordem Aulacoseirales						
Família Aulacoseiraceae						
Gênero <i>Aulacoseira</i> Thwaites						
<i>Aulacoseira</i> aff. <i>granulata</i> var. <i>australiensis</i> (Grunow) Moro						
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen						
<i>Aulacoseira</i> sp. 1						
Ordem Coscinodiscales						
Família Heliopeltaceae						
Gênero <i>Actinoptychus</i> Ehrenberg						
<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg						
Ordem Melosirales						
Família Melosiraceae						
Gênero <i>Melosira</i> Agardh						
<i>Melosira</i> cf. <i>nummuloides</i> Agardh						
<i>Melosira varians</i> Agardh						
Família Pseudopodosiraceae						
Gênero <i>Pseudopodosira</i> Jousé						
<i>Pseudopodosira echinus</i> (Frenguelli) Metzeltin <i>et al.</i>						
Família Hyalodiscaceae						
Gênero <i>Hyalodiscus</i> Ehrenberg						
<i>Hyalodiscus scoticus</i> (Kützing) Grunow						
Ordem Paraliales						
Família Paraliaceae						
Gênero <i>Paralia</i> Heiberg						
<i>Paralia fenestrata</i> Sawai & Nagumo						
CLASSE MEDIOPHYCEAE						
Ordem Biddulphiales						
Família Biddulphiaceae						
Gênero <i>Terpsinoë</i> Ehrenberg						
<i>Terpsinoë americana</i> (Bailey) Grunow						
Ordem Lithodesmiales						
Família Lithodesmiaceae						
Gênero <i>Lithodesmium</i> Ehrenberg						

	Inverno 2010			Verão 2011		
	SS	IP	SJN	SS	IP	SJN
<i>Lithodesmium undulatum</i> Ehrenberg	X	-	-	-	-	-
Família Plagiogrammaeae						
Gênero <i>Dimeregramma</i> Ralfs						
<i>Dimeregramma minor</i> (Gregory) Ralfs	-	X	-	-	X	X
Gênero <i>Plagiogramma</i> Greville						
<i>Plagiogramma tenuissimum</i> Hustedt	X	X	X	X	X	X
<i>Plagiogramma tenuistriatum</i> Cleve	-	-	-	-	-	X
Ordem Thalassiosirales						
Família Stephanodiscaceae						
Gênero <i>Cyclotella</i> (Kützing) Brébisson						
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	X	X	X	X	X	X
Família Thalassiosiraceae						
Gênero <i>Shionodiscus</i> Alverson <i>et al.</i>						
<i>Shionodiscus oestrupii</i> var. <i>oestrupii</i> (Ostenfeld) Alverson <i>et al.</i>	-	-	X	-	-	X
Gênero <i>Thalassiosira</i> Cleve						
<i>Thalassiosira simonsenii</i> Hasle & Fryxell	-	X	-	-	X	-
Ordem Triceratales						
Família Triceratiaceae						
Gênero <i>Pleurosira</i> (Meneghini) Trevison						
<i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg) Compère	-	X	-	X	-	-
CLASSE BACILLARIOPHYCEAE						
Ordem Achnanthes						
Família Achnantheae						
Gênero <i>Achnanthes</i> Bory						
<i>Achnanthes brevipes</i> Agardh	X	X	X	X	-	X
Família Achnanthidiaceae						
Gênero <i>Planothidium</i> Round & Bukhtiyarova						
<i>Planothidium</i> aff. <i>delicatum</i> (Kützing) Round & Bukhtiyarova	X	X	X	X	X	X
<i>Planothidium</i> cf. <i>frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	X	X	X	X	X	X
Ordem Bacillariales						
Família Bacillariaceae						
Gênero <i>Bacillaria</i> Gmelin						
<i>Bacillaria paxilifer</i> (Müller) Marsson	X	X	X	X	X	X
Gênero <i>Denticula</i> Kützing						
<i>Denticula</i> aff. <i>subtilis</i> Grunow	X	X	X	X	X	X
Gênero <i>Nitzschia</i> Hassall						
<i>Nitzschia brevissima</i> Grunow	X	X	X	-	X	X
<i>Nitzschia</i> cf. <i>capitellata</i> Hustedt	-	-	-	-	-	X
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst	-	X	-	X	-	-
<i>Nitzschia</i> cf. <i>filiformis</i> (W. Smith) Van Heurck	-	X	-	-	-	-
<i>Nitzschia filiformis</i> var. <i>conferta</i> (Richter) Lange-Bertalot	X	X	-	-	-	X
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow	X	X	X	X	X	X
<i>Nitzschia microcephala</i> Grunow	-	-	X	X	-	X
<i>Nitzschia papillosa</i> Bertolli <i>et al.</i>	-	X	X	-	X	X
<i>Nitzschia pellucida</i> Grunow	X	-	-	X	X	X
complexo <i>Nitzschia rautenbachiae</i> Cholnoky/ <i>Nitzschia rochensis</i> Metzeltin <i>et al.</i>	-	-	X	-	X	X
<i>Nitzschia</i> aff. <i>recta</i> Hantzsch ex Rabenhorst	X	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia rhopalodioides</i> Hustedt	-	-	-	X	X	X
<i>Nitzschia scalaris</i> (Ehrenberg) W. Smith	X	-	-	X	-	X
<i>Nitzschia scalpeliformis</i> Grunow	X	-	-	X	-	X

	Inverno 2010			Verão 2011		
	SS	IP	SJN	SS	IP	SJN
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W. Smith	X	X	-	X	-	X
<i>Nitzschia terrestris</i> (Petersen) Hustedt	X	-	-	-	X	-
<i>Nitzschia</i> sp. 1	X	X	X	X	X	X
<i>Nitzschia</i> sp. 8	X	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia</i> sp. 12	X	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia</i> sp. 15	-	X	X	-	X	X
<i>Nitzschia</i> sp. 17	-	-	X	-	X	X
<i>Nitzschia</i> sp. 20	-	-	X	-	-	-
<i>Nitzschia</i> sp. 22	X	X	X	X	X	-
<i>Nitzschia</i> sp. 23	X	-	-	-	-	X
<i>Nitzschia</i> sp. 28	X	-	-	-	X	X
Gênero <i>Psammodictyon</i> Mann						
<i>Psammodictyon panduriforme</i> (Gregory) Mann	-	-	-	-	-	X
Gênero <i>Tryblionella</i> W. Smith						
<i>Tryblionella calida</i> (Grunow) Mann	X	-	X	-	-	X
<i>Tryblionella circumscuta</i> (Bailey) Ralfs	-	X	X	-	-	-
<i>Tryblionella compressa</i> (Bailey) Poulin	-	X	X	X	X	X
<i>Tryblionella</i> aff. <i>debilis</i> Arnot ex O'Meara	-	X	-	-	-	-
<i>Tryblionella granulata</i> (Grunow) Mann	-	X	X	X	X	X
<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) Frenguelli	-	X	-	X	X	X
<i>Tryblionella</i> cf. <i>levidensis</i> W. Smith	-	X	-	X	-	X
<i>Tryblionella perversa</i> (Grunow) Mann	X	X	-	-	X	X
<i>Tryblionella victoriae</i> Grunow	-	X	-	-	-	-
Ordem Cocconeidales						
Família Cocconeidaceae						
Gênero <i>Cocconeis</i> Ehrenberg						
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	X	-	X	X	-	X
<i>Cocconeis</i> sp. 1	X	X	X	X	X	X
Ordem Cymbellales						
Família Anomoneidaceae						
Gênero <i>Staurophora</i> Mereschkowsky						
<i>Staurophora salina</i> (Smith) Mereschkowsky	-	-	-	X	-	-
Família Cymbellaceae						
Gênero <i>Placoneis</i> Mereschkowsky						
<i>Placoneis soverignae</i> (Hustedt) Torgan & Donadel	X	X	-	X	X	X
Família Gomphonemataceae						
Gênero <i>Gomphonema</i> Ehrenberg						
<i>Gomphonema</i> aff. <i>parvulum</i> (Kützing) Kützing	X	-	-	X	-	-
Ordem Eunotiales						
Família Eunotiaceae						
Gênero <i>Eunotia</i> Ehrenberg						
<i>Eunotia</i> sp. 1	X	-	-	X	-	-
Ordem Fragilariales						
Família Fragilariaceae						
Gênero <i>Ctenophora</i> (Grunow) Williams & Round						
<i>Ctenophora pulchella</i> (Ralfs ex Kützing) Williams & Round	X	-	-	-	-	-
Gênero <i>Desikaneis</i> Prasad						
<i>Desikaneis gessneri</i> (Hustedt) Prasad	X	-	-	X	X	-
Gênero <i>Fragilaria</i> Lyngbye						
<i>Fragilaria</i> sensu lato 1	X	X	X	X	X	X

	Inverno 2010			Verão 2011		
	SS	IP	SJN	SS	IP	SJN
<i>Fragilaria sensu lato</i> 2	-	-	-	X	X	-
Gênero <i>Opephora</i> Petit						
<i>Opephora</i> sp. 1	X	X	X	X	X	X
<i>Opephora</i> sp. 2	-	-	-	X	X	-
Gênero <i>Pseudostaurosiropsis</i> Morales						
<i>Pseudostaurosiropsis geocollegorum</i> (Witkowski) Morales	X	-	-	X	X	X
Gênero <i>Staurosira</i> Ehrenberg						
<i>Staurosira longirostris</i> (Frenguelli) Metzeltin <i>et al.</i>	X	X	-	-	X	-
Gênero <i>Tabularia</i> (Kützing) Williams & Round						
<i>Tabularia fasciculata</i> (Agardh) Williams & Round	X	X	-	X	X	X
Ordem Mastogloiales						
Família Mastogloioaceae						
Gênero <i>Mastogloia</i> Thwaites ex Smith						
<i>Mastogloia pumilla</i> (Grunow) Cleve	-	X	-	-	X	X
Ordem Naviculales						
Família Amphipleuraceae						
Gênero <i>Frustulia</i> Rabenhorst						
<i>Frustulia creuzburgensis</i> (Krasske) Hustedt	X	-	-	X	X	-
<i>Frustulia</i> sp. 2	-	-	-	-	-	X
Família Berkeleyaceae						
Gênero <i>Parlibellus</i> Cox						
<i>Parlibellus cruciculoides</i> (Brockman) Witkowski <i>et al.</i>	-	-	-	-	-	X
Família Cosmioneidaceae						
Gênero <i>Cosmioneis</i> Mann & Stickle						
<i>Cosmioneis pusilla</i> (Smith) Mann & Stickle	X	-	-	X	-	-
Família Diadesmidaceae						
Gênero <i>Diadesmis</i> Kützing						
<i>Diadesmis confervaceae</i> Kützing	X	-	-	-	-	-
Gênero <i>Humidophila</i> (Lange-Bertalot & Werum) Lowe <i>et al.</i>						
<i>Humidophila contenta</i> (Grunow) Lowe <i>et al.</i>	X	X	X	X	X	X
Gênero <i>Luticola</i> Mann						
<i>Luticola mutica</i> (Kützing) Mann	X	X	X	X	X	X
<i>Luticola</i> sp. 3	X	-	-	-	-	-
Família Diploneidaceae						
Gênero <i>Diploneis</i> Ehrenberg ex Cleve						
<i>Diploneis aestuarii</i> Hustedt	X	X	-	X	X	X
<i>Diploneis bombus</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	-	-	-	X	X	-
<i>Diploneis dydima</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	-	-	-	-	-	X
<i>Diploneis smithii</i> (Brébisson) Cleve	-	X	-	X	-	-
<i>Diploneis subovalis</i> Cleve	X	-	-	X	-	-
Família Naviculaceae						
Gênero <i>Capartogramma</i> Kufferath						
<i>Capartogramma crucicula</i> (Grunow) Ross	X	-	-	X	-	-
Gênero <i>Chamaepinnularia</i> Lange-Bertalot & Krammer						
<i>Chamaepinnularia</i> aff. <i>truncata</i> (König) Witkowski <i>et al.</i>	-	X	-	-	X	-
Gênero <i>Hippodonta</i> Lange-Bertalot <i>et al.</i>						
<i>Hippodonta hungarica</i> (Grunow) Lange-Bertalot <i>et al.</i>	X	-	X	X	-	-
Gênero <i>Navicula</i> Bory						
<i>Navicula</i> aff. <i>cincta</i> (Pantocsek) Cleve	X	X	X	X	X	X
<i>Navicula</i> aff. <i>cruxmeridionalis</i> Metzeltin <i>et al.</i>	X	-	-	-	-	X

	Inverno 2010			Verão 2011		
	SS	IP	SJN	SS	IP	SJN
<i>Navicula</i> aff. <i>cryptocephala</i> Kützing	-	-	X	-	-	-
<i>Navicula</i> aff. <i>cryptotenella</i> Lange-Bertalot	-	-	-	X	-	X
<i>Navicula</i> aff. <i>erifuga</i> Lange-Bertalot	X	-	X	X	-	-
<i>Navicula jacobii</i> Manguin	X	X	-	-	-	X
<i>Navicula</i> aff. <i>recens</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	X	-	-	-	-	-
<i>Navicula salinarum</i> Grunow	X	-	X	X	X	X
<i>Navicula</i> aff. <i>salinicola</i> Hustedt	-	-	-	-	X	-
<i>Navicula</i> sp. 1	-	X	-	X	X	X
<i>Navicula</i> sp. 2	X	X	-	-	-	-
<i>Navicula</i> sp. 3	-	X	-	-	-	-
<i>Navicula</i> sp. 23	-	-	X	X	X	X
Gênero <i>Seminavis</i> Mann						
<i>Seminavis recta</i> (Frenguelli) Talgatti & Torgan	-	X	-	-	X	-
Família Pinnulariaceae						
Gênero <i>Caloneis</i> Cleve						
<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve	X	X	X	X	X	X
<i>Caloneis bivitata</i> var. <i>lata</i> Heiden	-	-	-	-	-	X
<i>Caloneis westii</i> (W. Smith) Hendey	-	X	-	-	-	-
Gênero <i>Pinnularia</i> Ehrenberg						
<i>Pinnularia</i> aff. <i>divergens</i> W. Smith	X	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia</i> cf. <i>obscura</i> Krasske	X	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia</i> sp. 3	X	-	-	-	-	-
Família Pleurosigmataceae						
Gênero <i>Gyrosigma</i> Hassall						
<i>Gyrosigma</i> aff. <i>obtusatum</i> (Sulivant & Wormley) Boyer	X	X	-	X	X	-
Família Sellaphoraceae						
Gênero <i>Fallacia</i> Stickle & Mann						
<i>Fallacia</i> cf. <i>tenera</i> (Hustedt) Mann	X	X	X	X	-	X
<i>Fallacia florinae</i> (Møller) Witkowski	X	X	X	X	X	X
<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Stickle & Mann	X	-	-	X	-	-
Gênero <i>Sellaphora</i> Mereschowsky						
<i>Sellaphora</i> cf. <i>rectangularis</i> (Gregory) Lange-Bertalot & Metzeltin	X	-	-	-	-	-
<i>Sellaphora</i> sp. 1	X	-	-	-	-	-
Ordem Raphoneidales						
Família Raphoneidaceae						
Gênero <i>Delphineis</i> Andrews						
<i>Delphineis surirella</i> (Ehrenberg) Andrews	-	-	-	-	-	X
Ordem Rhopalodiaceae						
Família Rhopalodiaceae						
Gênero <i>Rhopalodia</i> Müller						
<i>Rhopalodia rumrichae</i> Krammer	X	X	-	X	X	-
Ordem Surirellales						
Família Surirellaceae						
Gênero <i>Surirella</i> Turpin						
<i>Surirella</i> aff. <i>striatula</i> Turpin	-	-	X	-	-	X
<i>Surirella</i> aff. <i>tuberosa</i> Müller	-	-	-	-	-	X
<i>Surirella robusta</i> Ehrenberg	-	X	-	-	-	X
Ordem Thalassiophysales						
Família Catenulaceae						
Gênero <i>Amphora</i> Ehrenberg ex Kützing						

	Inverno 2010			Verão 2011		
	SS	IP	SJN	SS	IP	SJN
<i>Amphora bullatoides</i> Hohn & Hellerman	-		-	X	-	-
<i>Amphora</i> cf. <i>ectorii</i> Levkov	X	X	X	X	X	X
Gênero <i>Catenula</i> Mereschkowsky						
<i>Catenula adhaerens</i> (Mereschkowsky) Mereschkowsky	X	X	X	X	X	X
Gênero <i>Halamphora</i> (Cleve) Levkov						
<i>Halamphora</i> aff. <i>acutiuscula</i> (Kützing) Levkov	X	X	X	X	X	X
<i>Halamphora</i> cf. <i>coffaeformis</i> (Agardh) Levkov	X	-	-	X	X	-
<i>Halamphora</i> sp. 1	-	-	-	-	-	X

Atributos da comunidade

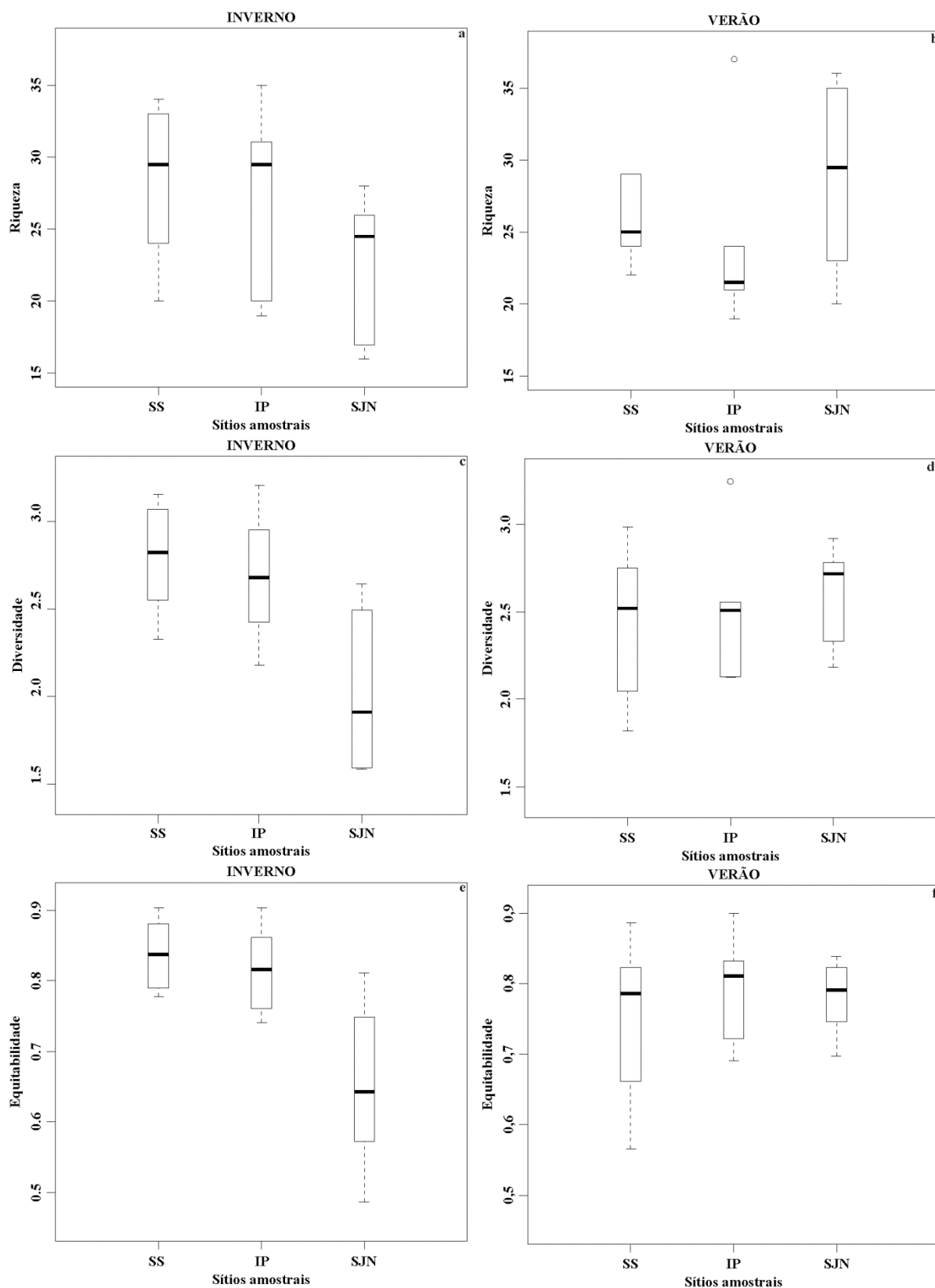
No período de inverno foram observados maiores valores médios de riqueza, diversidade e equitabilidade nos sítios Saco do Silveira e Ilha da Pólvora (Tab. 1, Figs. 2a-f). Em São José do Norte os três atributos apresentaram maiores valores no período de verão. Na comparação entre os sítios, a Ilha da Pólvora se destacou em ambos os períodos, com valores máximos mais altos para os três atributos. Esse resultado pode estar associado à localização intermediária deste sítio, que sofre influência das águas doces vindas do interior da lagoa e das águas salinas vindas do oceano, contribuindo para a formação de uma comunidade mais diversificada. Uma vez que foram registrados intervalos amplos nos valores de riqueza, não foram observadas diferenças estatísticas deste atributo entre os sítios e entre os períodos.

Tabela 1. Média, desvio padrão (SD), mínimo (Mín.) e máximo (Máx.) de riqueza (S), diversidade de Shannon (H') e equitabilidade de Pielou (J) nos sítios amostrais Saco do Silveira (SS), Ilha da Pólvora (IP) e São José do Norte (SJN) em ambos os períodos estudado.

		Inverno 2010				Verão 2011			
		Média	SD	Mín.	Máx.	Média	SD	Mín.	Máx.
SS	S	28,33	5,61	20	34	25,67	2,80	22	29
	H'	2,79	0,34	2,33	3,16	2,44	0,44	1,82	2,99
	J	0,84	0,05	0,78	0,90	0,75	0,12	0,57	0,89
IP	S	27,33	6,41	19	35	24	6,57	19	37
	H'	2,69	0,37	2,18	3,21	2,51	0,41	2,12	3,25
	J	0,82	0,06	0,74	0,90	0,79	0,08	0,69	0,90
SJN	S	22,67	5,05	16	28	28,83	6,55	20	36
	H'	2,02	0,45	1,59	2,64	2,61	0,29	2,18	2,92
	J	0,65	0,12	0,49	0,81	0,78	0,05	0,70	0,84

Comparando a riqueza e a diversidade da comunidade epifítica com os resultados obtidos por Talgatti (2014) nos mesmos sítios e períodos para a comunidade microfitobentônica, observa-se que nesta os valores foram mais elevados no inverno (18 a 48 táxons e 2,02 a 3,31 bits/ind.) e no verão (28 a 48 táxons e 2,61 a 3,20 bits/ind.). Semelhante ao que foi observado na comunidade epifítica, os atributos atingiram valores mais elevados no inverno em relação ao verão na comunidade microfitobentônica e também não foi observada diferença significativa na comparação dos atributos entre períodos e sítios. Por outro lado, os valores de equitabilidade da comunidade epifítica (0,49 a 0,90) foram mais elevados do que o registrado

para o microfitobentos (0,41 a 0,68), mostrando uma tendência a uma distribuição mais homogênea das espécies no epifítton.



Figs. 2 a-f. Boxplots indicando a mínimo, máximo, primeiro e terceiro quartil e mediana dos valores de **a, b.** Riqueza (número de táxons). **c, d.** Diversidade de Shannon (bits/ind.). **e, f.** Equitabilidade de Pielou.

Estudos que compararam a diatomoflora epifítica e edáfica em ambientes de marismas, como Sullivan (1977, 1982) De Felice & Lynts (1978) e Amspoker & McIntire (1978) também observaram valores de riqueza e diversidade mais elevados na comunidade associada ao sedimento. De acordo com Holland *et al.* (1974), a produção de mucilagem por diatomáceas penadas seria eficiente na estabilização da luminosidade, promovendo vantagem adaptativa à comunidade edáfica e tornando-a mais previsível. Por outro lado, o hábitat epifítico tende a ser mais imprevisível, uma vez que o substrato é efêmero e apresenta maior flutuação estocástica em comparação com a comunidade edáfica (De Felice & Lynts, 1978; Sullivan, 1982).

Considerando os sítios amostrais independentemente, a riqueza não foi relacionada significativamente às zonas de salinidade, salinidade, pH e estação do ano, mesmo quando utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ou análises de variância considerando matrizes de distância (anosim e adonis). No entanto, a riqueza foi significativamente relacionada ao tipo de substrato ($p= 0.035$). De acordo com o teste de comparação entre os grupos (teste de Tukey), *Scirpus maritimus* apresentou maior número de espécies do que *Spartina alterniflora* (Fig. 3).

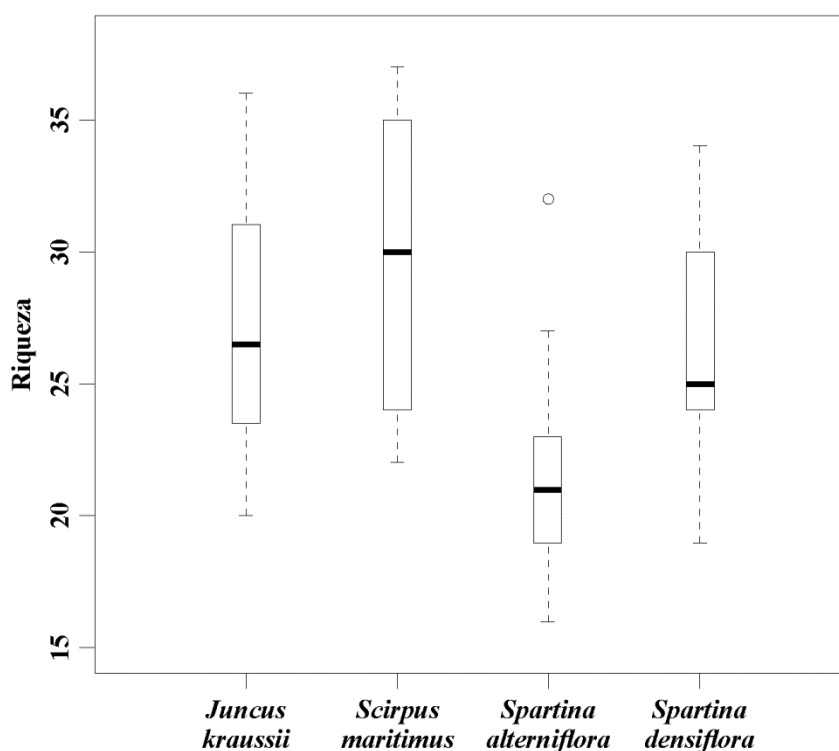


Fig. 3. Boxplots indicando a mínimo, máximo, primeiro e terceiro quartil e mediana dos valores de riqueza da comunidade de diatomáceas epifíticas nos diferentes substratos naturais.

Estudos comparando a comunidade de diatomáceas em diferentes substratos naturais em ambiente de marismas são inexistentes. Em ambientes dulciaquícolas não existe consenso sobre a influência do substrato vegetal na comunidade epifítica. Cattaneo & Kalff (1979) compararam o epifíton aderido a *Potamogeton richardsonii* e a plantas de plástico com morfologia análoga, a similaridade na composição da comunidade e

na biomassa nas comunidades de ambos os substratos indicaram que não houve ação inibitória ou estimulante do substrato natural em relação à comunidade. Estudos posteriores questionam a neutralidade do substrato. Aspectos como a arquitetura do substrato (presença/ausência de ramificações) e a produção de compostos alelopáticos, foram considerados importantes para a variação da comunidade aderida (Cattaneo *et al.* 1998; Messyas & Kuczyńska-Kippen, 2006; Toporowska *et al.* 2008). No entanto, Blindow (1987), estudando macrófitas com arquiteturas semelhantes, também observou diferença nas comunidades de diatomáceas epifíticas, havendo preferência de algumas espécies por determinado tipo de substrato.

Os quatro substratos analisados apresentam morfologia similar, com hastes eretas ascendentes sem ramificações na base. No entanto, existem diferenças no formato das hastes (cilíndricas em *Spartina* spp. e *Juncus kraussii* e triangulares em *Scirpus maritimus*) e em suas superfícies. Em todas as espécies foram observadas rugosidades, formadas pelas nervuras das folhas de *Spartina* spp. e das hastes de *J. kraussii* e *Scirpus maritimus* (Figs. 4 a, c, e, g), ocorrendo em diferentes densidades em cada substrato. Em *S. alterniflora* foram observadas seis nervuras/mm, em *S. densiflora* oito nervuras/mm, em *Scirpus maritimus* 10 nervuras/mm e em *J. kraussii* 14 nervuras/mm. Em microscopia eletrônica de varredura, os substratos apresentaram maior complexidade, com maior densidade de nervuras, elevações e depressões em diferentes orientações e até a formação de um padrão reticulado em *Scirpus maritimus* (Figs. 4 b, d, f, h).

A presença de irregularidades promove heterogeneidade de habitats no substrato, sendo determinante para a diversidade da comunidade epifítica (Bergey 1999, Bergey & Weaver 2004, Schnek *et al.* 2011), exercendo influência nos padrões de colonização (Bergey *et al.* 2010) e oferecendo proteção contra distúrbios e predadores (Dudley & D'Antonio, 1991). Embora *Scirpus maritimus*, tenha apresentado menor densidade de ranhuras do que *Juncus kraussii*, o padrão reticulado pode ter providenciado maior heterogeneidade na superfície, permitindo a formação de uma comunidade mais rica. Além disso, *Scirpus maritimus* foi observado apenas na Ilha da Pólvora, ambiente que se destacou entre os demais por sua maior riqueza. A menor riqueza sobre *Spartina alterniflora* pode estar relacionada à menor complexidade do substrato, que apresentou a menor densidade de ranhuras e estrutura mais simples em observação em MEV.

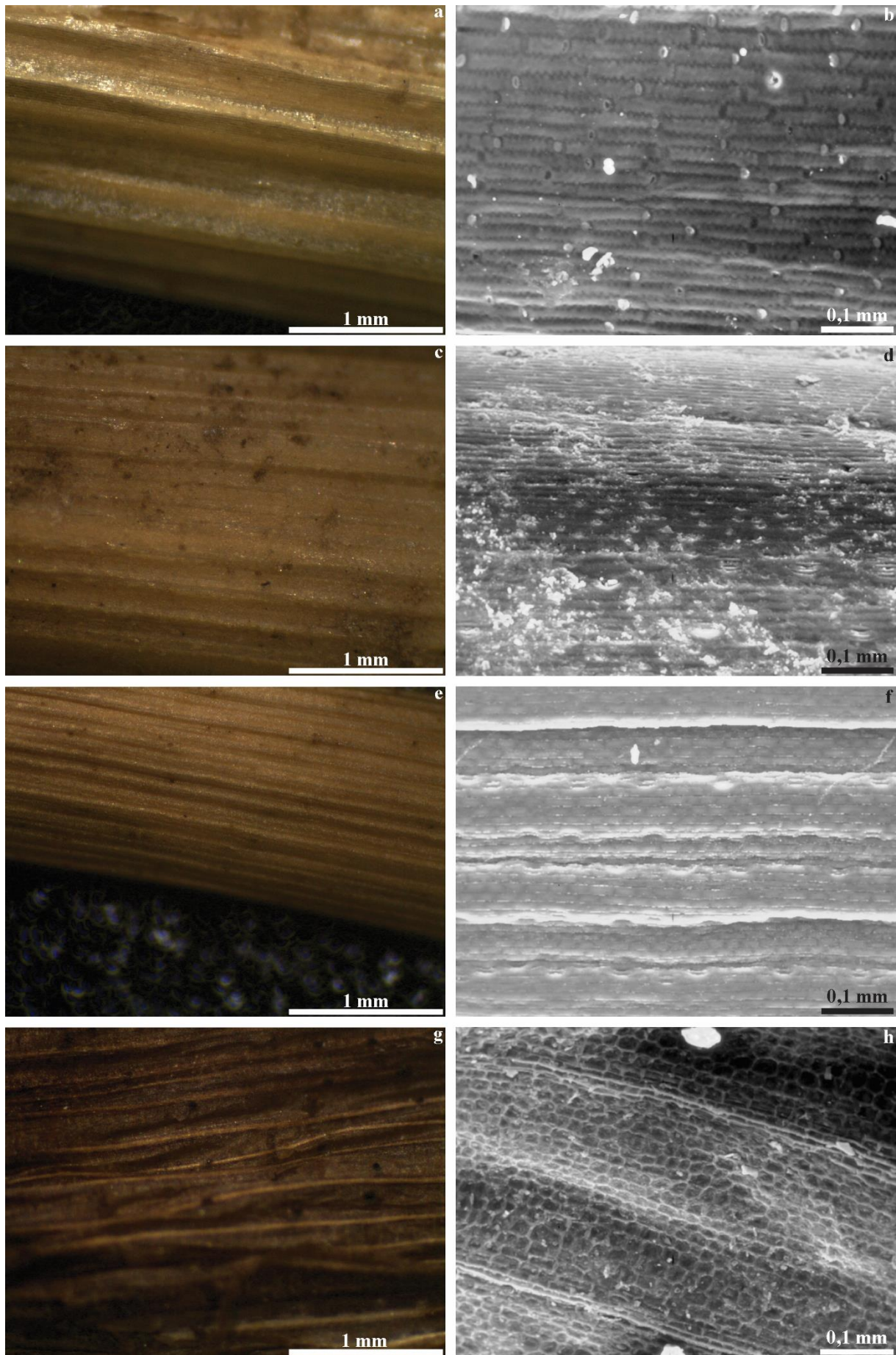


Fig. 4 a-h. Estrutura dos substratos em microscópio estereoscópio (esquerda) e em MEV (direita). **a, b.** *Spartina alterniflora*. **c, d.** *Spartina densiflora*. **e, f.** *Juncus kraussii*. **g, h.** *Scirpus maritimus*.

Condições ambientais e sua relação com a distribuição da comunidade

Os sítios amostrados apresentaram ampla variação de temperatura, pH e salinidade em ambos os períodos estudados (Tab. 2). Os valores de pH foram próximos nas duas estações do ano e não foi observada diferença significativa entre sítios amostrais e períodos. Os valores de salinidade e temperatura mais elevados foram observados no verão. Os processos de salinização e dessalinização das águas do estuário da Lagoa dos Patos são regidos pelas relações entre descarga fluvial e ação dos ventos (Möller & Fernandes, 2010). Nos períodos de primavera e verão ocorre predomínio de ventos na direção NE e são observadas descargas fluviais abaixo da média para a região, contribuindo para maior salinidade no período. Por outro lado, no outono e inverno ocorrem descargas acima da média, contribuindo para menor salinidade, mesmo com a predominância de ventos com direção S/SO que propiciam a entrada de águas oceânicas na laguna.

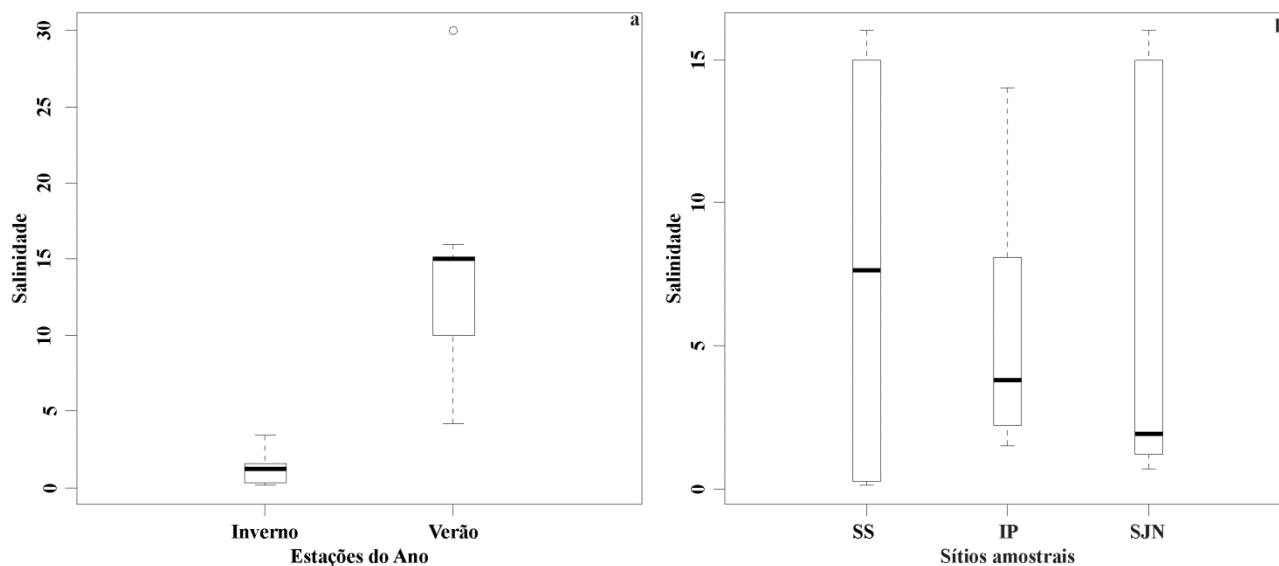
Tab. 2. Média, desvio padrão (SD), mínimo (Mín.) e máximo (Máx.) de salinidade (Sal.), pH e temperatura (T) nos sítios amostrais Saco do Silveira (SS), Ilha da Pólvora (IP) e São José do Norte (SJN) em ambos os períodos estudados.

		Inverno 2010				Verão 2011			
		Média	SD	Mín.	Máx.	Média	SD	Mín.	Máx.
SS	Sal.	0,22	0,10	0,10	0,30	15,17	0,41	15,00	16,00
	pH	7,43	0,81	6,50	8,80	7,48	0,52	6,80	8,00
	T	20,45	0,62	19,60	21,20	26,50	1,38	25,00	29,00
IP	Sal.	2,38	0,92	1,50	3,40	8,60	3,25	4,20	14,00
	pH	7,15	0,26	6,80	7,50	7,20	1,34	5,20	8,80
	T	16,85	1,47	15,40	19,5	28,33	0,82	27,00	29,00
SJN	Sal.	1,23	0,39	0,70	1,90	16,83	6,79	10,00	30,00
	pH	7,40	0,24	7,20	7,70	7,07	1,55	4,00	8,20
	T	19,27	1,92	17,00	21,05	27,5	1,38	26,00	30,00

A salinidade apresentou diferença significativa principalmente relacionada à estação do ano ($p=8.18e-11$) e na interação entre sítio de amostragem e estação do ano ($p=0.004037$). A ampla variação de salinidade observada no sítio SJN é devida a uma das replicatas de verão. Ao remover o *outlier*, observamos que sítios de amostragem ($p=0.012$), estação do ano ($p=6.998e-16$), planta ($p=0.023$) e interação entre sítio/estação ($p=3.060e-05$) foram significativas.

Assim como a variação sazonal influencia a salinidade do estuário, a distância dos sítios do oceano também é um fator importante, uma vez que regiões mais internas do estuário tendem a receber maior influência das águas doces de descargas fluviais do que das águas salinas do Oceano Atlântico, proporcionando salinidades mais baixas. Além da influência da frequência de inundação, a composição das marismas está intimamente ligada à salinidade do ambiente. De acordo com Hootsmans & Wiegman (1998) *Scirpus maritimus* é capaz de tolerar altas salinidades por curtos períodos, ocorrendo indução da senescência após longa exposição a salinidades superiores a 15‰. *Juncus kraussii* exibe ampla tolerância a inundação e variação de salinidade, no entanto em salinidades acima de 20‰ ocorre redução da germinação de sementes, performance fotossintética e acumulação de biomassa (Naidoo & Kift 2006). Dentre as halófitas estudadas, *Spartina* spp. apresentam melhor ajuste à variação de salinidade e dessecação, contando com adaptações

morfológicas e fisiológicas (como xeromorfismo e glândulas de excreção de sal) que garantem seu sucesso e dominância no ambiente (Adaime, 1978, Lipschitz & Waisel, 1982, Costa 1998a).



Figs. 5 a, b. Boxplots indicando valores mínimo, máximo, primeiro e terceiro quartis e mediana dos valores de salinidade (‰) nas estações de inverno e verão (a) e entre os sítios (b) Saco do Silveira - SS, Ilha da Pólvora - IP e São José do Norte SJN.

A análise de ordenação utilizando o escalonamento multidimensional (NMDS, função 'metaMDS') evidenciou uma maior similaridade na distribuição das espécies nos sítios IP e SJN e uma menor similaridade do sítio SS em comparação com os demais sítios, formando um grupo separado. Embora o grau de estresse observado tenha sido acima do ideal, o modelo foi considerado significativo ($p=0,001$).

Plotando-se as espécies consideradas significativas para o modelo (função envfit) sobre o diagrama da NMDS foi possível observar que os vetores direcionados para o grupo do sítio SS representaram, em sua maioria, táxons que ocorreram somente nesse sítio, como *Cosmioneis pusilla* (COSPU), *Ctenophora pulchella* (CTENO), *Diploneis subovalis* (DIPSU), *Fallacia pygmaea* (FALPY), *Pinnularia aff. divergens* (PINDI), *Pinnularia cf. obscura* (PINOB), *Pinnularia sp. 3* (PIN03), *Sellaphora cf. rectangularis* (SELRE), *Sellaphora sp. 1* (SEL01) e *Staurophora salina* (STAUR) e táxons que foram abundantes no sítio, como *Denticula aff. subtilis* (DENTI), *Desikaneis gessneri* (DESIK), *Melosira cf. nummuloides* (MELON), *Placoneis soverignae* (PLASO) e *Rhopalodia rumrichae* (RHOPA). Entre os táxons com ocorrência exclusiva no sítio SS destaca-se a presença dos gêneros *Pinnularia*, *Sellaphora* e *Cosmioneis*, considerados de ambiente preferencialmente dulciaquícola (Round *et al.* 1990). A presença desses táxons está relacionada à localização do sítio, uma vez que, por situar-se mais internamente no estuário em relação aos demais sítios, SS sofre maior influência das descargas de água doce que chegam à Lagoa dos Patos.

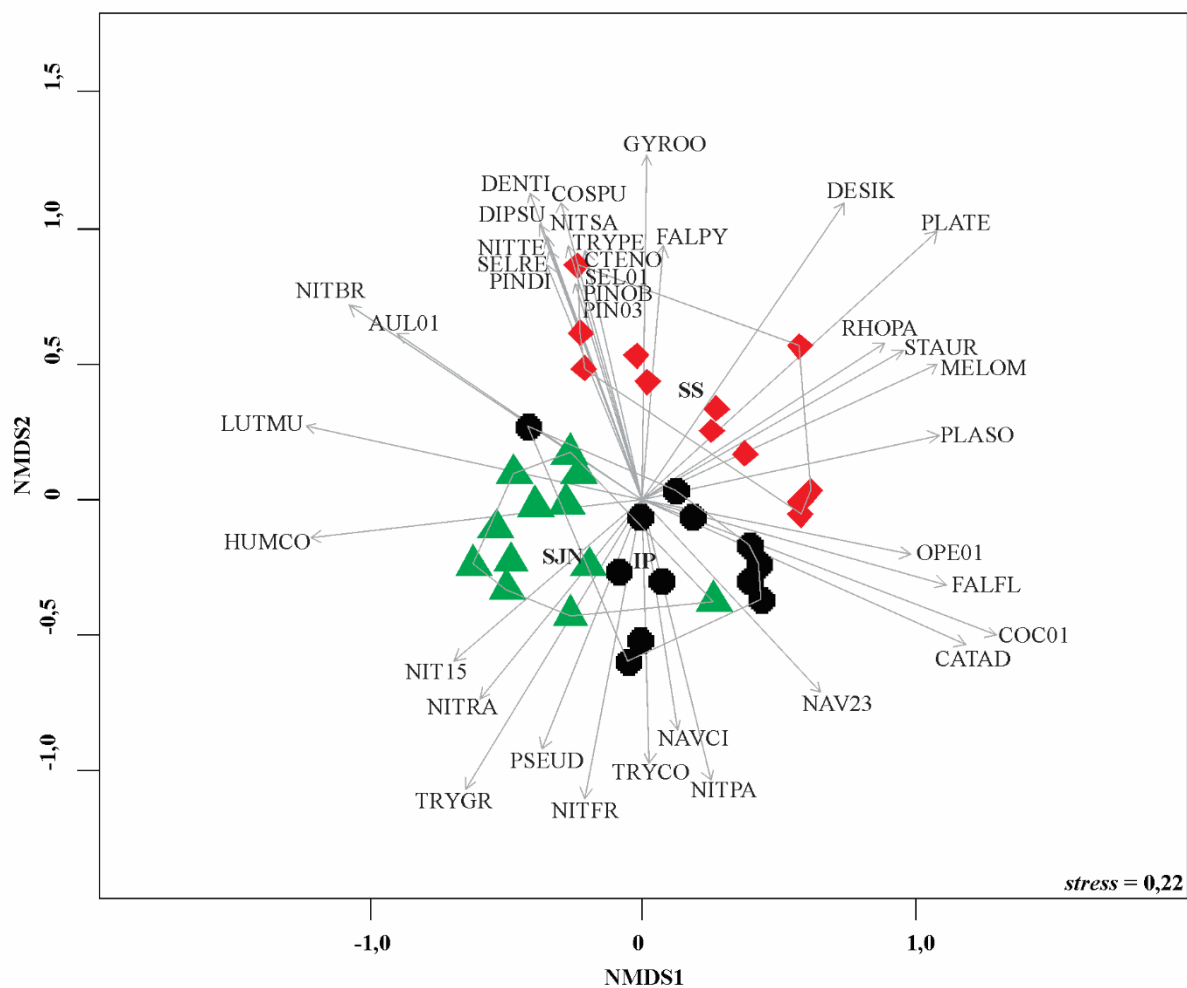


Fig. 6. Diagrama de ordenação da análise de escalonamento multidimensional não-métrica (NMDS) realizada com as espécies selecionadas pela função envfit. Saco do Silveira - ♦, Ilha da Pólvora - ● e São José do Norte - ▲.

Entre os 17 táxons relacionados com os sítios IP e SJN, 14 ocorreram nos três sítios amostrais: *Aulacoseira* sp. 1 (AUL01), *Catenula adhaerens* (CATAD), *Cocconeis* sp. 1 (COC01), *Fallacia florinae* (FALFL), *Humidophila contenta* (HUMCO), *Luticola mutica* (LUTMU), *Navicula* aff. *cincta* (NAVCI), *Navicula* sp. 23 (NAV23), *Nitzschia brevissima* (NITBR), *Nitzschia frustulum* (NITFR), *Ophephora* sp. 1 (OPE01), *Pseudopodosira echinus* (PSEUD), *Tryblionella compressa* (TRYCO) e *Tryblionella granulata* (TRYGR). A maioria destes se destacou por ocorrerem como abundantes em ambos ou em um dos dois sítios do agrupamento. Os demais táxons, *Nitzschia papillosa* (NITPA), complexo *Nitzschia rautenbachiae/Nitzschia rochensis* (NITRA) e *Nitzschia* sp. 15 (NIT15) ocorreram somente em IP e SJN, em densidades inferiores. Embora façam parte desse grupo táxons considerados subaéreos e dulciaquícolas (como LUTMU e HUMCO), destaca-se a presença de espécies dos gêneros *Nitzschia*, *Ophephora*, *Catenula* e *Fallacia*, que apresentam ampla distribuição em ambiente salobro e marinho (Round *et al.* 1990), evidenciando, assim, a influência da entrada de água salina vinda do Oceano Atlântico.

A função ordistep selecionou 24 espécies como as mais importantes para o modelo: *Bacillaria paxilifer* (BACPA), *Catenula adhaerens* (CATAD), *Cocconeis placentula* (COCPL), *Caloneis bacillum* (CALBA), *Denticula* aff. *subtilis*, (DENTI), *Desikaneis gessneri* (DESIK), *Fallacia* cf. *tenera* (FALTE), *Fragilaria* sensu lato 1 (FRAG1), *Halamphora* aff. *acutiuscula* (HALAC), *Halamphora* cf. *coffaeformis* (HALCO), *Humidophila contenta* (HUMCO), *Luticola mutica* (LUTMU), *Melosira* cf. *nummuloides* (MELON), *Navicula* sp. 23 (NAV23), *Nitzschia brevissima* (NITBR), *Nitzschia frustulum* (NITFR), *Nitzschia* sp. 1 (NIT01), *Opephora* sp. 1 (OPE01), *Plagiogramma tenuissimum* (PLATE), *Planothidium* aff. *delicatulum* (PLAND), *Planothidium* cf. *frequentissimum* (PLANF), *Pseudopodosira echinus* (PSEUD), *Tabularia fasciculata* (TABFA), *Tryblionella perversa* (TRYPE).

Os vetores que ultrapassaram o círculo de equilíbrio de contribuição representam as espécies com variância acima da média e, portanto, que tiveram maior contribuição para o modelo (Borcard *et al.* 2011). Os vetores direcionados para o intervalo entre 10 e 1 hora representam espécies relacionadas ao sítio SS: *Caloneis bacillum*, *Denticula* aff. *subtilis*, *Desikaneis gessneri*, *Fallacia* cf. *tenera*, *Nitzschia brevissima*, *Plagiogramma tenuissimum* e *Tryblionella perversa*. Todas essas espécies ocorreram como abundantes no sítio, em um ou ambos os períodos estudados. *Humidophila contenta* e *Pseudopodosira echinus* estiveram relacionadas ao grupo formado pelos sítios IP e SS (vetores direcionados ao intervalo entre 4 e 5 horas). Já *Catenula adhaerens*, *Melosira* cf. *nummuloides* e *Opephora* sp. 1 se relacionaram com o grupo formado por amostragens de verão dos três sítios (vetores direcionados para o intervalo entre 8 e 9 horas). A explicação cumulativa dos dois primeiros eixos foi de 26,80% e modelo foi considerado significativo de acordo com a análise de variância considerando matrizes de distância ($p=0,001$).

Realizando-se a regressão dos escores dos dois primeiros eixos contra as variáveis ambientais, foi possível definir as variáveis que influenciaram na distribuição das amostras ao longo desses eixos. No eixo 1 houve influência da estação do ano ($p=0,0005$), zona de salinidade ($p=0,014$) e planta ($p=0,004$). O teste de Tukey indicou os fatores que mais contribuíram para essas correlações, sendo a estação de verão ($p=0,009$), zonas meso e oligohalinas ($p=0,014$ e $p=0,004$) e *Spartina alterniflora* ($p=0,009$). Já no eixo 2 houve influência do sítio amostral ($p=9,665e-09$) e interação sítio amostral/estação do ano ($p=0,001$), havendo maior contribuição dos sítios SJN ($p=7,44e-09$) e SS ($2,24e-08$) e da interação SJN/verão ($p=0,0007$) e SS/Verão ($p=0,0027$).

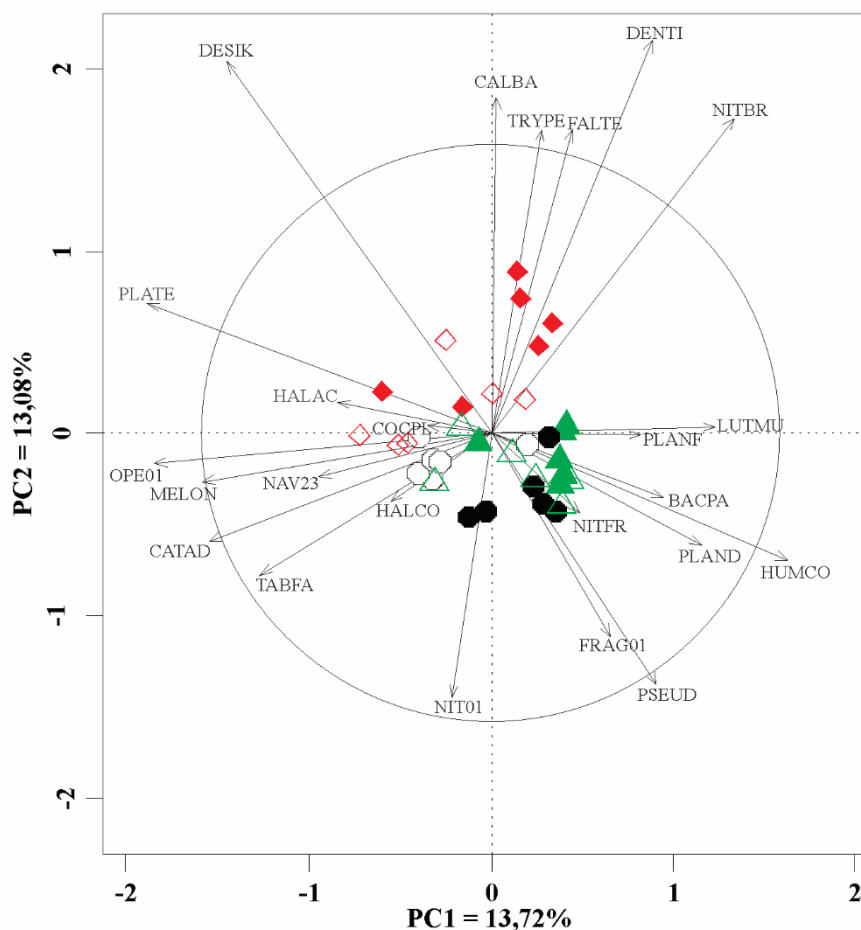


Fig. 7. Diagrama da Análise de Componentes Principais (PCA) com círculo de equilíbrio de contribuição realizada com as espécies selecionadas pela função ordistep. Saco do Silveira Inverno - ♦, Saco do Silveira Verão - ◇, Ilha da Pólvora Inverno - ●, Ilha da Pólvora Verão - ○, São José do Norte Inverno - ▲ e São José do Norte Verão - △.

A análise de redundância (RDA) entre a abundância das espécies selecionadas pela função ordistep e as variáveis ambientais e atributos da comunidade evidenciou uma separação sazonal e espacial na distribuição das espécies. A salinidade ($p=0,001$), temperatura ($p=0,001$) e equitabilidade ($p=0,049$) foram significativas. As espécies *Catenula adhaerens*, *Fragilaria sensu lato* 1, *Halamphora aff. acutiuscula*, *Melosira cf. nummuloides*, *Navicula sp.* 23, *Nitzschia frustulum*, *Opephora sp.* 1, *Plagiogramma tenuissimum* e *Pseudopodosira echinus* foram relacionadas ao período de verão, que apresentou maiores valores de temperatura e salinidade. Destaca-se nesse grupo a ocorrência de táxons associados a estuarinos e marinhos e, portanto, a maiores salinidades (Crawford 1977, Metzeltin *et al.* 2005, Levkov 2009, Garcia & Talgatti 2011, Trobajo *et al.* 2011).

Caloneis bacillum e *Desikaneis gessneri* se relacionaram ao sítio SS, onde foram observados maiores valores de equitabilidade. *D. gessneri* é considerada uma espécie rara, ocorrendo em baixas densidades, preferencialmente em águas salobras, porém com ocorrência também em salinidades mais baixas (Prasad & Livingston 1993). A espécie foi registrada em marismas americanas (Sullivan 1978, 1982), no entanto sem destaque na comunidade. *C. bacillum* é considerada uma espécie oligohalóbia indiferente, com registro em

marismas da Grã Bretanha (Zong & Horton 1998), Estados Unidos (Drum & Weber 1968, Sherrod 1999) e Canadá (Roe *et al.* 2009), onde se destacou por dominar as marismas superiores.

Embora haja uma maior concentração de estudos sobre variação da comunidade diatomológica em função da salinidade e sazonalidade, outras variáveis ambientais como concentração de nutrientes, matéria orgânica, oxigênio dissolvido, pH e teor de umidade, também são influenciadas pela dinâmica desses ambientes, podendo influenciar na distribuição das espécies (Round 1960, Oppenheim 1991, Rovira *et al.* 2009, Trobajo *et al.* 2004). A baixa explicação dos eixos (12,78%) evidencia que outras variáveis, além das consideradas neste estudo, influenciaram na distribuição das espécies. Apesar da baixa explicabilidade o modelo foi considerado significativo ($p=0,001$).

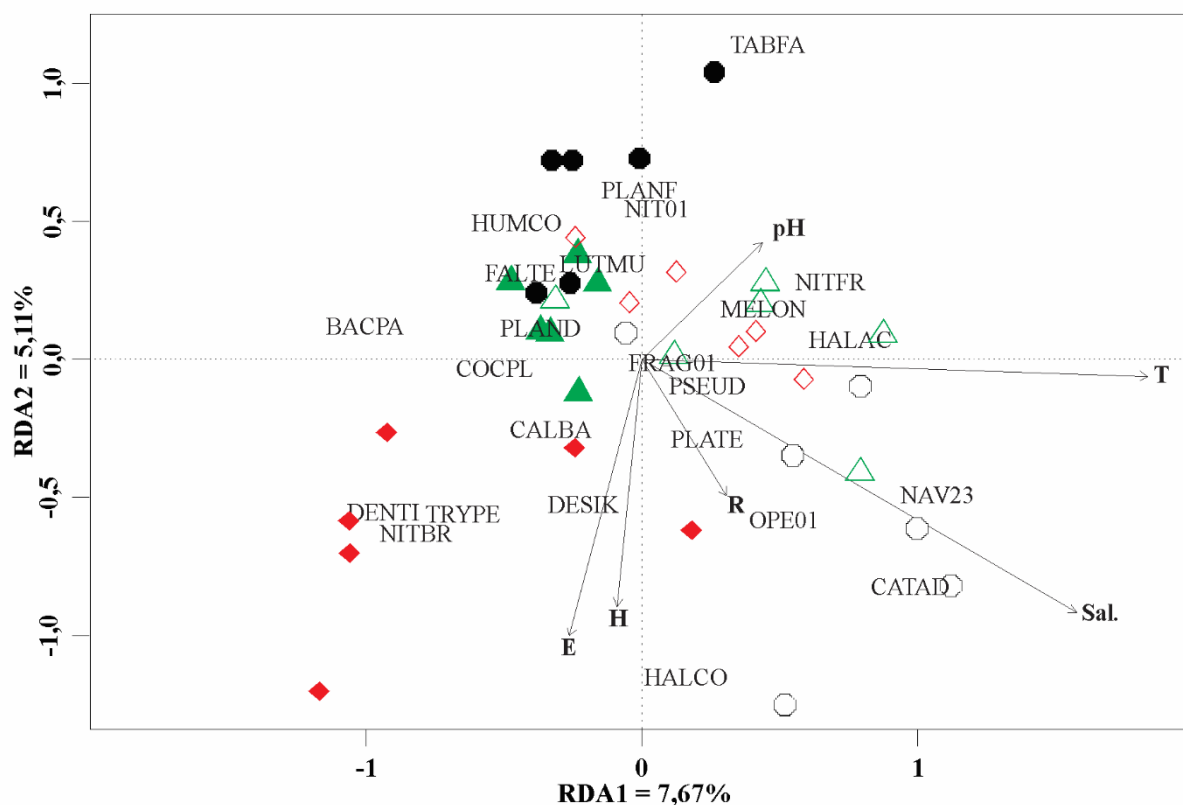


Fig. 8. Diagrama da Análise de Redundância (RDA) realizada com as espécies selecionadas pela função ordistep e a matriz de dados ambientais (T: temperatura, pH, Sal.: salinidade) e atributos da comunidade (R: riqueza, H: diversidade de Shannon, E: equitabilidade de Pielou). Saco do Silveira Inverno - ♦, Saco do Silveira Verão - ◇, Ilha da Pólvora Inverno - ●, Ilha da Pólvora Verão - ○, São José do Norte Inverno - ▲ e São José do Norte Verão - △.

Fatores como espacialidade, sazonalidade e salinidade são frequentemente relatados como determinantes para a variação da distribuição de diatomáceas em ambientes estuarinos (Sullivan 1977, McIntire 1978, Wilderman 1987, Laird & Edgar 1992, Snoeijis 1995). Nas marismas da Lagoa dos Patos pode-se também comprovar que o conjunto destes três fatores foi determinante na composição e estrutura da comunidade de diatomáceas epifíticas. Além disso, a estrutura do substrato foi um fator de influência na riqueza da comunidade.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa de doutorado concedida à primeira autora e pelo subsídio para as expedições de coleta (edital PNADB nº 17/2009). Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela bolsa de produtividade e pesquisa concedida à quarta autora. À Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, pela infraestrutura cedida. À Dra. Dávia Talgatti e MSc. Letícia Donadel pela coleta do material. Aos revisores anônimos pela correção deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- Adaime, R.R. 1978. Estudo da variação estacional do “standing-crop” e do repovoamento em um banco de *Spartina alterniflora* Loiseleur, 1807, no complexo estuarino-lagunar de Cananéia. Boletim do Instituto Oceanográfico 27(2):1-43.
- Admiraal, W. 1977. Tolerance of estuarine benthic diatoms to high concentrations of ammonia, nitrite ion, nitrate ion and orthophosphate. Marine Biology 43:307-315.
- Admiraal, W. & Peletier, H. 1980. Distribution of diatom species on a estuarine mud flat and experimental analysis of the selective effect of stress. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 46:157-175.
- Al-Handal, A.Y. & Abdullah, D.S. 2010. Diatoms from the restored Mesopotamian marshes, South Iraq. Algological Studies 133: 65-103.
- Amspoker, M.C. & McIntire, C.D. 1978. Distribution of intertidal diatoms associated with sediments in Yaquina Estuary, Oregon. Journal of Phycology 14:387-395.
- Azevedo, A.C.G. 1999. Composição florística das diatomáceas (Bacillariophyta) epífitas em duas espécies de *Bostrychia* Montagne (Rhodophyta). Ínsula 28:101-148.
- Azevedo, A.C.G. & Cutrim, M.V.J. 2000. Diatomáceas (Bacillariophyta) epífitas em *Bostrychia* Montagne (Rhodophyta) do Manguezal da Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil: excluindo Naviculales e Bacillariales. Boletim do Laboratório de Hidrobiologia 13: 1-17.
- Bemvenuti, C.E. 1998. Fluxo de energia e habitats no estuário da Lagoa dos Patos-Estrutura trófica. In Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo Sul do Brasil (U. Seeliger, C. Odebrecht & J. P. Castello, eds.). Editora Ecoscientia, Rio Grande, p. 79-82.
- Bergey, E.A. 1999. Crevices as refugia for stream diatoms: effect of crevice size on abraded substrates. Limnology and Oceanography 44:1522–1529.
- Bergey, E.A. & Weaver, J.E. 2004. The influence of crevice size on the protection of epilithic algae from grazers. Freshwater Biology 49:1014–1025.
- Bergey, E.A., Cooper, J.T. & Phillips, B.C. 2010. Substrate characteristics affect colonization by the bloom-forming diatom *Didymosphenia geminata*. Aquatic Ecology 44: 33-40.

- Bertolli, L.M., Talgatti, D.M. & Torgan, L.C. 2016. *Nitzschia papillosa* (Bacillariaceae, Bacillariophyta): a new species from a Brazilian salt marsh. *Phytotaxa* 247(1):75-84.
- Blanchet, F.G., Legendre, P. & Borcard, D. 2008. Forward selection of explanatory variables. *Ecology* 89: 2623–2632.
- Blindow, I. 1987. The composition and density of epiphyton on several species of submerged macrophytes—neutral substrate hypothesis tested. *Aquatic Botany* 29:157–168.
- Borcard, D., Gillet, F. & Legendre P. 2011. *Numerical Ecology with R*. Springer Verlag, New York. 319 p.
- Buselato-Tonioli, T.C. 1986. Diatomoflórula (Bacillariophyceae) associada à *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux (Rhodophyceae) do litoral de Torres, RS, Brasil. *Iheringia. Série Botânica* 35:65-126.
- Cattaneo, A., Galanti, G., Gentinetta, S. & Romo, S. 1998. Epiphytic algae and macroinvertebrates on submerged and floating-leaved macrophytes in an Italian lake. *Freshwater Biology*. 39:725-740.
- Cattaneo, A. & Kalf, J. 1979. Primary production of algae growing on natural and artificial aquatic plants: a study of interactions between epiphytes and their substrate. *Limnology and Oceanography* 24:1031–1037.
- Clarke, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18:117-143.
- Costa, C.S.B. 1998a. Plantas de marismas e terras alagáveis. *In Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil*. (U. Seeliger, C. Odebrecht & J.P. Castello, eds.). Editora Ecoscientia, Rio Grande, p. 25–29.
- _____ 1998b. Marismas irregularmente alagadas. *In Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil*. (U. Seeliger, C. Odebrecht & J.P. Castello, eds.). Editora Ecoscientia, Rio Grande, p. 82–87.
- Costa, C.S.B. & Davy, A.J. 1992. Coastal saltmarsh communities of Latin America. *In Coastal plant communities of Latin America*. (U. Seeliger, ed.). Academic Press, New York, p. 179-199.
- Cleve-Euler, A. 1953. Die diatomeen von Schweden und Finnland. *Kongliga Svenska Vetenskaps Handlingar* 4(5):1-225.
- Crawford, R.M. 1977. The taxonomy and classification of the diatom genus *Melosira* C. A Agardh. II. *M. moniliformis* (Müll.) C. Ag.. *Phycologia* 16(3):277-285.
- DeFelice, D.R. & Lynts, G.W. 1978. Benthic marine diatom associations: Upper Florida Bay (Florida) and associated sounds. *Journal of Phycology* 14:25-33.
- De Séve, M.A., Poulin, P., Pelletier, É. & Lemarchand, K. 2010. Benthic diatom communities from two salt marshes of the St. Lawrence Estuary (Canada). *Journal of Water Science* 23(4):349-358.
- Dobson, A.J. 1990. *An Introduction to Generalized Linear Models*. Chapman & Hall, London. 250 p.
- Dudley, T.L. & D'Antonio, C.M. 1991. The effects of substrate texture, grazing, and disturbance on macroalgal establishment in streams. *Ecology* 72:297-309.
- Drum, R.W. & Webber, E. 1966. Diatoms from a Massachusetts salt marsh. *Botanica Marina* 9:70-77.
- Fernandes, V.O. 2005. Perifíton: conceitos e aplicações da limnologia à engenharia, *In Lições de Limnologia* (Roland, F., Cesar, D. & Marinho, M., ed.), RiMa, São Carlos, p. 351-370.

- Ferreira, S. & Seeliger, U. 1985. The colonization process of algal epiphytes on *Ruppia maritima* L.. *Botanica Marina* 28: 245-249.
- Garcia, M. & Talgatti, D.M. 2011. Morfologia e distribuição de *Catenula adhaerens* Mereschkowsky (Bacillariophyceae) no Sul do Brasil. *Iheringia. Série Botânica* 66(1):99-108.
- Guimarães, P. S. & Garcia, M. 2016. Importância do hábitat e do forófito para a composição da comunidade de diatomáceas perifíticas. *Iheringia. Série Botânica* 71(1): 99-112.
- Hastie, T.J. & Pregibon, D. 1992. Generalized linear models. *In* Statistical Models in S (M. Chambers & T.J. Hastie, eds.). CRC Press, Boca Raton, p. 195-248.
- Hendey, N.I. 1964. An Introductory Account of the Smaller Algae of British Coastal Waters. Part V. Bacillariophyceae (Diatoms). H.M.S.O, London. 317 p.
- Holland, A.F., Zingmark, R.G. & Dean, J.M., 1974. Quantitative evidence concerning the stabilization of sediments by marine benthic diatoms. *Marine Biology* 27:191-196.
- Horton, B.P., Corbett R., Culver, S.J., Edwards, R.J. & Hillier, C. 2006. Modern saltmarsh diatom distributions of the Outer Banks, North Carolina, and the development of a transfer function for high resolution reconstructions of sea level. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 69:381-394.
- Hootsmans, M.J.M. & Wiegman, F. 1998. Four helophyte species growing under salt stress: Their salt of life? *Aquatic Botany* 62:81-94.
- Hustedt, F. 1930. Die Süsswasser Flora Mitteleuropas. Bacillariophyta (Diatomeae). Verlag Fisher, Leipzig. 466 p.
- _____ 1955. Marine Littoral Diatoms of Beaufort, North Carolina. Duke University Press, Durham, 67 p.
- Hustedt, F. 1985. The Pennate Diatoms. A translation of Hustedt's "Die Kieselalgen, 2. Teil" with supplement by Norman G. Jensen. Koeltz Scientific Books, Koenigstein. 918 p.
- _____ 1927-1930. Die Kieselalgen. *In* Rabenhorst, L. Kryptogamen-Flora. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig. 920 p.
- _____ 1931-1959. Die Kieselalgen. *In* Rabenhorst, L. Kryptogamen-Flora. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig. 845 p.
- _____ 1961-1966 Die Kieselalgen. *In* Rabenhorst, L. Kryptogamen-Flora. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig. 816p.
- Klein, A.H.F, 1998. Clima Regional. *In* Os Ecosistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil (U. Seeliger, C. Odebrecht, & J.P. Castello, eds.). Editora Ecoscientia, Rio Grande, p. 5-7.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1986. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. *In* Sübwasserflora von Mitteleuropa (H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, H. & D. Mollenhauer, eds.). G. Fischer, Stuttgart. 876 p.
- _____ 1988. Bacillariophyceae. 2 Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. *In* Sübwasserflora von Mitteleuropa (H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, H. & D. Mollenhauer, eds.). G. Fischer, Stuttgart. 596 p.
- _____ 1991a. Bacillariophyceae. 3 Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. *In* Sübwasserflora von Mitteleuropa (H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, H. & D. Mollenhauer, eds.). G. Fischer, Stuttgart. 576 p.

- _____ 1991b. Bacillariophyceae. Teil 4: Achnantheaceae. Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. . In Sübwasserflora von Mitteleuropa (H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, H. & D. Mollenhauer, eds.). G. Fischer, Stuttgart. 437 p.
- Laird, K. & Edgar, R.K. 1992. Spatial distribution of diatoms in the surficial sediments of a New England salt marsh. *Diatom Research* 7: 267-279.
- Lee, J.L., McEnery, M.E., Kennedy, E.M. & Rubin, H. 1975. A nutritional analysis of a sublittoral diatom assemblage epiphytic on *Enteromorpha* from a Long Island salt marsh. *Journal of Phycology* 11:14-49.
- Legendre, P. & Legendre, L. 2012. Numerical Ecology. Elsevier, Amsterdam. 1006 p.
- Levkov, Z., 2009. Amphora sensu lato. In *Diatoms of Europe 5. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats* (H. Lange-Bertalot, ed.). A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell. 916 p.
- Lipshitz, N. & Waisel, Y., 1982. Adaptations of plants to saline environments: salt excretion and glandular structure. In *Contributions to the ecology of halophytes* (D.N. Sen & K.S. Rajpurohit, eds.) Junk, The Hague, p. 197-214.
- Lobo, E. & Leighton, G., 1986, Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de ríos y esteros de la zona central de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 22(1): 1-29.
- Lowe, R.L. 1996. Periphyton patterns in lakes. In *Algal ecology: Freshwater Benthic Ecosystems* (R.J. Stevenson, M.L. Bothwell & R. Lowe, eds.). Academic Press, San Diego, p. 57-76.
- McCullagh P. & Nelder, J.A. 1989. *Generalized Linear Models*. Chapman and Hall, London. 511p.
- McIntire, C.D. 1978. The distribution of estuarine diatoms along environmental gradients: a canonical correlation. *Estuarine, Coastal and Marine Sciences* 6: 447-457.
- McCune, B. 1997. Influence of noisy environmental data on canonical correspondence analysis. *Ecology* 78:2617-2623.
- Medlin, L. & Kaczmarska, I. 2004. Evolution of the diatoms: V. Morphological and cytological support for the major clades and a taxonomic revision. *Phycologia* 43(3):245-270.
- Messyasz, B. & Kuczyńska-Kippen, N., 2006. Periphytic algal communities: a comparison of *Typha angustifolia* L. and *Chara tomentosa* L. beds in three shallow lakes (West Polonia). *Polish Journal of Ecology* 54(1):15-27.
- Metzeltin, D., Lange-Bertalot, H. & García-Rodríguez, F. 2005. Diatoms of Uruguay. In *Iconographia Diatomologica, Annotated Diatom monographs. Vol. 15. Taxonomy-Biogeography-Diversity*. (H. Lange-Bertalot, ed.) A. R. G. Gantner, Ruggell. 736 pp.
- Mitbavkar, S. & Anil, A.C. 2002 Diatoms of the microphytobenthic community: population structure in a tropical intertidal sand flat. *Marine Biology* 140:41-57.
- Möller, O. & Fernandes, E. 2010. Hidrologia e hidrodinâmica. In *O estuário da Lagoa dos Patos*. (U. Seeliger, & C. Odebrecht (eds.). Editora da FURG, Rio Grande, p. 17-27.

- Moreira-Filho, H. 1959. Diatomáceas do Paraná - A flora diatomológica no *Sargassum*. Boletim do Instituto de História Natural 1(2):1-22.
- Moreira-Filho, H. & Oliveira Filho, E.C. 1976. Diatomáceas epífitas em duas populações de *Sargassum cymosum* C. Ag. Acta Biológica Paranaense 5(3-4):53-75.
- Moreira-Filho, H., Valente-Moreira, I.M. & Matos, A. 1977. Diatomáceas epífitas em *Codium decorticans* (Wood.) Howe. Tribuna Farmaceutica 44(6):3-17.
- Moreira-Filho, H. & Valente-Moreira, I.M. 1981. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Bacillariophyceae) epífitas em algas pluricelulares obtidas nos litorais dos estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo. Boletim do Museu Botânico Municipal 47:1-17.
- Naidoo, G. & Kift, J. 2006. Responses of the saltmarsh rush *Juncus kraussii* to salinity and waterlogging. Aquatic Botany 84:217-225.
- Nelson, A.R. & Kashima, K. 1993. Diatom Zonation in Southern Oregon Tidal Marshes Relative to Vascular Plants, Foraminifera and Sea Level. Journal of Coastal Research 3:673-697.
- Oppenheim, D.R. 1991. Seasonal changes in epipellic diatoms along an intertidal shore, Berrow flats, Somerset. Journal of the Marine Biological Association UK 71:579-596.
- Palmer, M.W. 1993. Putting things in even better order: the advantages of canonical correspondence analysis. Ecology 74:2215-2230.
- Pappas, J.L. & Stoermer, E.F. 1996. Quantitative method for determining a representative algal sample count. Journal of Phycology 32:693-696.
- Patrick, R. & Reimer, C.W. 1966. The diatoms of United States. Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Philadelphia. 688 p.
- Peragallo, H. & Peragallo, M. 1897-1908. Diatomées Marines de France et des districts maritimes voisins. A. Asher & Co., Amsterdam. 491 p.
- Prasad, A.K.S.K. & Livingston, R.J. 1993. Frustule morphology of the planktonic pennate diatom *Fragilaria gessneri* (Bacillariophyta) from the Florida coast of the Gulf of Mexico, with a description of *Desikaneis* gen. nov. Phycologia 32(6):434-443.
- Roe, H.M., Doherty, C.T., Patterson, R.T. & Swindles, G.T. 2009. Contemporary distributions of saltmarsh diatoms in the Seymour–Belize Inlet Complex, British Columbia, Canada: Implications for studies of sea-level change. Marine micropaleontology 70:134-150.
- Rosa, V.C. & Garcia, M. 2013. Diatomáceas (Bacillariophyta) epífitas em *Acrostichum danaeifolium* (Pteridaceae) no Arroio Pseudônimo, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. Sitientibus - série Ciências Biológicas 13:1-30.
- _____ 2015. Ecological guilds of epiphytic diatoms (Bacillariophyta) on *Acrostichum danaeifolium* Längst. & Fisch in a subtropical wetland in southern Brazil. Acta Limnologica Brasiliensia 27(3): 311-321.
- Round, F.E. 1960. The diatom flora of a salt marsh on the River Dee. New Phytologist 59:332-348.

- _____. 1981. The ecology of algae. Cambridge University Press, New York. 653 p.
- Round, F.E.; Crawford, R.M. & Mann, D.G. 1990. The diatoms: Biology & Morphology of the Genera. Cambridge University Press, New York. 747 p.
- Rovira, L., Trobajo, R. & Ibáñez, C. 2009. Periphytic diatom community in a Mediterranean salt wedge estuary: the Ebro Estuary (NE Iberian Peninsula). *Acta Botanica Croatica* 68(2): 285-300.
- Schmidt, A. 1874-1959. Atlas der Diatomaceenkunde. O. R. Reisland, Leipzig. 480 p.
- Schnek, F., Schwarzbald, A. & Melo, A.S. 2011. Substrate roughness affects stream benthic algal diversity, assemblage composition, and nestedness. *Journal of the North American Benthological Society* 30(4):1049-1056.
- Seeliger, U. & Costa, C. S. B. 2002. The Patos-Mirim Basins, lagoons and estuary: Natural and human forcing factors. *Loicz Reports & Studies* 19:105-112.
- Seeliger, U. & Odebrecht, C., 1998. Introdução e aspectos gerais. *In Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil.* (U. Seeliger; C. Odebrecht & J.P. Castello, eds.). Editora Ecocientia, Rio Grande, p. 1-3.
- Sherrod, B.L. 1999. Gradient analysis of diatom assemblages in a Puget Sound salt marsh: can such assemblages be used for quantitative paleoecological reconstructions? *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 149:213-226.
- Silva, J.G., Torgan, L. C. & Cardoso, L.S. 2010. Diatomáceas (Bacillariophyceae) em marismas no sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 24(4):935-947.
- Siver, P. 1977. Comparisons of attached diatom communities on natural and artificial substrates. *Journal of Phycology* 13:402-406.
- Snoeijs, P. 1995. Effects of salinity on epiphytic diatom communities on *Pilayella littoralis* (Phaeophyceae) in the Baltic Sea. *Ecoscience* 2:382-394.
- Sullivan, M.J. 1975. Diatom communities from a Delaware salt marsh. *Journal of Phycology* 11:384-390.
- _____. 1977. Edaphic diatom communities associated with *Spartina alterniflora* and *S. patens* in New Jersey. *Hydrobiologia* 52:207-211.
- _____. 1978. Diatom community structure: taxonomic and statistical analyses of a Mississippi salt marsh. *Journal of Phycology* 14:468-475.
- _____. 1982. Similarity of an Epiphytic and Edaphic Diatom Community Associated with *Spartina alterniflora*. *Transactions of the American Microscopical Society* 101(1):84-90.
- Sullivan, M.J. & Currin, C.A. 2002 Community structure and functional dynamics of benthic microalgae in salt marshes. *In Concepts and Controversies in Tidal Marsh Ecology* (M.P. Weinstein & D.A. Kreeger, eds). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p. 81-106.
- Talgatti, D.M. 2014. Diatomáceas (Bacillariophyta) em marismas do sul do Brasil: estudo da comunidade bentônica. Tese 103 p., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

- Talgatti, D.M., Bertolli, L.M., Torgan, L.C. 2014a. *Seminavis recta comb. nov. et stat. nov.*: morphology and distribution in salt marshes from southern Brazil. *Fottea* 14(2):141–148.
- Talgatti, D.M., Sar, E.A., Torgan, L.C. 2014b. *Haslea sigma* (Naviculaceae, Bacillariophyta) a new sigmoid benthic species from salt marshes of Southern Brazil. *Phytotaxa*. 177(4):231–238.
- Talgatti, D.M., Wetzel, C.E., Morales, E.A, Ector, L. & Torgan, L.C. 2014c. Transfer of *Fragilaria atomus* Hust. to the genus *Stauroforma* (Bacillariophyta) based on observation of type and newly collected material. *Phytotaxa* 158(1):43-58.
- Ter Braak, C.J.F. 1986. Canonical Correspondence Analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67:1167-1179.
- Tynni, R. 1986. Observation od diatoms on the coast of the State of Washington. Geological Survey of Finland. Report of Investigation 75. Government Printing Centre, Espoo. 57 p.
- Toporowska, M., Pawlik-Skowronska, B. & Wojtal, A.Z. 2008. Epiphytic algae on *Stratiotes aloides* L., *Potamogeton lucens* L., *Ceratophyllum demersum* L. and *Chara* spp. in a macrohyte-dominated lake. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 37(2): 51-63.
- Torgan, L.C., Bertolli, L.M., Talgatti, D.M. & Salomoni, S.E. 2013. Colonização e sucessão do perifíton. *In* Ecologia do perifíton (A. Schwarzbald, A.L. Burliga & L.C. Torgan, orgs.). RiMa, São Carlos, p. 45-57.
- Torgan, L.C. & Santos, C.B. 2008. *Diadesmis confervacea* (Diadesmiaceae-Bacillariophyta): morfologia externa, distribuição e aspectos ecológicos. *Iheringia. Série Botânica* 63(1):171-176.
- Trobajo, R., Quintana, X.D., Sabater, S., 2004. Factors affecting the periphytic diatom community in Mediterranean coastal wetlands (Empordà wetlands, NE Spain). *Archiv fur Hydrobiologie* 160:375-399.
- Trobajo, R., Rovira, L., Mann, D.G. & Cox, E.J. 2011. Effects of salinity on growth and on valve morphology of five estuarine diatoms. *Phycological Research* 59: 83-90.
- Trobajo-Pujadas, R. 2007. Ecological analysis of periphytic diatoms in Mediterranean coastal wetlands (Empordà wetlands, NE Spain). *In* Diatom Monographs. (A. Witkowski, ed.). A. R. G. Gantner Verlag K.G., Ruggell. 210 p.
- Underwood, G. 1994. Seasonal and spatial variation in epipellic diatom assemblages in the severn estuary. *Diatom Research* 9(2):451-472.
- Valente-Moreira, I.M.; Moreira-Filho, H.; Ludwig, T.A.V. & Cunha, J.A. 1980. Diatomáceas epífitas em *Padina vickersiae* Hoyt ex Howe. *Tribuna Farmacêutica* 48(1-2):114-122.
- Venables, W.N. & Ripley, B.D. 2002. *Modern Applied Statistics with S*. Springer, New York. 480 p.
- Vettorato, B., Laudaes-Silva, R., Talgatti, D. & Menezes, M. 2010. Evaluation of the sampling methods applied to phycoperiphyton studies in the Ratones River estuary, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia* 22(3):257-266.
- Warton, D.I., Wright, T.W. & Wang, Y. 2012. Distance-based multivariate analyses confound location and dispersion effects. *Methods in Ecology and Evolution* 3:89-101.

- Whiting, M.C. & McIntire, C.D., 1985. An investigation of distributional patterns in the diatom flora of Netarts Bay, Oregon, by correspondence analysis. *Journal of Phycology* 21:655-661.
- Wilderman, C. C. 1987. Patterns of distribution of diatoms assemblages along environmental gradients in the Severn River estuary, Chesapeake Bay, Maryland. *Journal of Phycology* 21:655-661.
- Williams, R.B. 1964. Division rates of salt-marsh diatoms in relation to salinity and cell size. *Ecology* 45:877-886.
- Zong, Y. & Horton, B.P. 1998. Diatom zones across intertidal flats and coastal saltmarshes in Britain. *Diatom Research* 13(2): 375-394.

CAPÍTULO II

***Nitzschia papillosa* (Bacillariaceae, Bacillariophyta): a new species from a Brazilian salt marsh**

Lucielle M. Bertolli, Dávia M. Talgatti & Lezilda C. Torgan

Nitzschia papillosa (Bacillariaceae, Bacillariophyta): a new species from a Brazilian salt marsh

LUCIELLE M. BERTOLLI^{1*}, DÁVIA M. TALGATTI² & LEZILDA C. TORGAN^{1,3}

¹Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Avenida Bento Gonçalves nº 9500, Campus do Vale, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brazil.

²Programa de Pós-Graduação Doutorado em Sociedade, Natureza e Desenvolvimento, Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Avenida Mendonça Furtado, 2946, Fátima, CEP 68040-470, Santarém, PA, Brazil.

³Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Museu de Ciências Naturais, Rua Doutor Salvador França, 1427, Jardim Botânico, CEP 90690-000, Porto Alegre, RS, Brazil.

* Corresponding author (E-mail: lucielle.bertolli@gmail.com)

Abstract

A new species of the genus *Nitzschia* was found in epiphyton and microphytobenthos at the Patos Lagoon salt marsh (Rio Grande do Sul State, southern Brazil). *Nitzschia papillosa* sp. nov. was described under light and scanning electron microscopy and compared with other species from the section Lanceolatae. The species presents features shared by several species of the genus such as a linear-lanceolate outline, cuneate ends and irregularly distributed fibulae. The distinguishable feature is a row of dots on the margin opposite to the fibulae. In scanning electron microscopy, these structures appear as silica excrescences, little rounded or squared, which we refer as papillae, situated at the transapical costae in the internal valve face. This is the first record of this kind of ornamentation in *Nitzschia* species.

Key words: diatom, periphyton, taxonomy, wetlands

Introduction

The genus *Nitzschia* Hassall (1845: 435) is characterized by having straight or sigmoid valves, linear, lanceolate or elliptical, more or less symmetrical by the apical plane and with variable poles, often rostrate or capitate (Round *et al.* 1990). The striae are frequently uniseriate, with small round poroids occluded by hymenes and sometimes cribra. The raphe system is fibulate and slightly to strongly eccentric. It is one of the largest genera of diatoms, widely distributed in aquatic environments (Mann 1986, Round *et al.* 1990). It is considered a complex genus because of its very large specific variability and unstable taxonomy (Tudesque *et al.* 2008, Trobajo *et al.* 2013).

The analysis of *Nitzschia* specimens under light microscopy provides little information, since features like valve and apices outlines do not exhibit a wide variability, which implies an overlap of dimensions, especially in the group “Lanceolatae” (Lange-Bertalot 1980, Trobajo *et al.* 2013). The resemblance among various species makes the establishment of relevant diagnostic features necessary and sufficiently remarkable to distinguish species; at this point the electronic microscopy has been an important tool. The precision at this group taxonomy is necessary since it shows a particular importance from an ecological point of view because of its ubiquitous and broad occurrence in freshwater environments (Lange-Bertalot & Simonsen 1978).

Nitzschia is also largely found in estuarine and shallow coastal waters tolerating short-term variations of salinity, nutrients and organic matter concentrations (Trobajo & Sullivan 2010). Specifically in salt marshes, the genus is commonly reported as one of the main contributors of the diatom community (Drum & Weber 1966, Sullivan 1975, 1977a, b, 1978, 1982, Trobajo-Pujadas 2007, De Sève *et al.* 2010).

The studies about salt marshes’ diatoms in southern Brazil are still scarce and most of them are restricted to few species (Torgan *et al.* 2010, Talgatti *et al.* 2014a, b, c). The only study that comprises the diatom community as a whole showed *Nitzschia* as the most notorious genus in the superficial sediment (Silva *et al.* 2010). During our studies, we found unusual specimens of *Nitzschia*. Their outlines are similar to many other species, but they present a singular ornamentation never observed before in any other species of the genus. The purpose of this study is to provide the formal description of the new taxon, registering its particular structures and presenting data about its occurrence and ecology.

Material and methods

Samplings were carried out at the Patos Lagoon salt marsh, southern Brazil ($31^{\circ} 57' S$, $52^{\circ} 06' W$) in three sites: Ilha da Pólvora (IP), Saco do Silveira (SS) and Farol São José do Norte (SJN) (Fig. 1). The expeditions took place in September 2010 (winter) and February 2011 (summer). During sampling, pH, salinity and temperature of interstitial water were measured using a PHTEK® pH meter, a YSI® 30 salinometer, and an Incoterm® thermometer, respectively. The granulometric analysis of the sediment was performed by the Centro de Estudo e Geologia Costeira of Universidade Federal do Rio Grande do Sul, according to Shepard (1954).

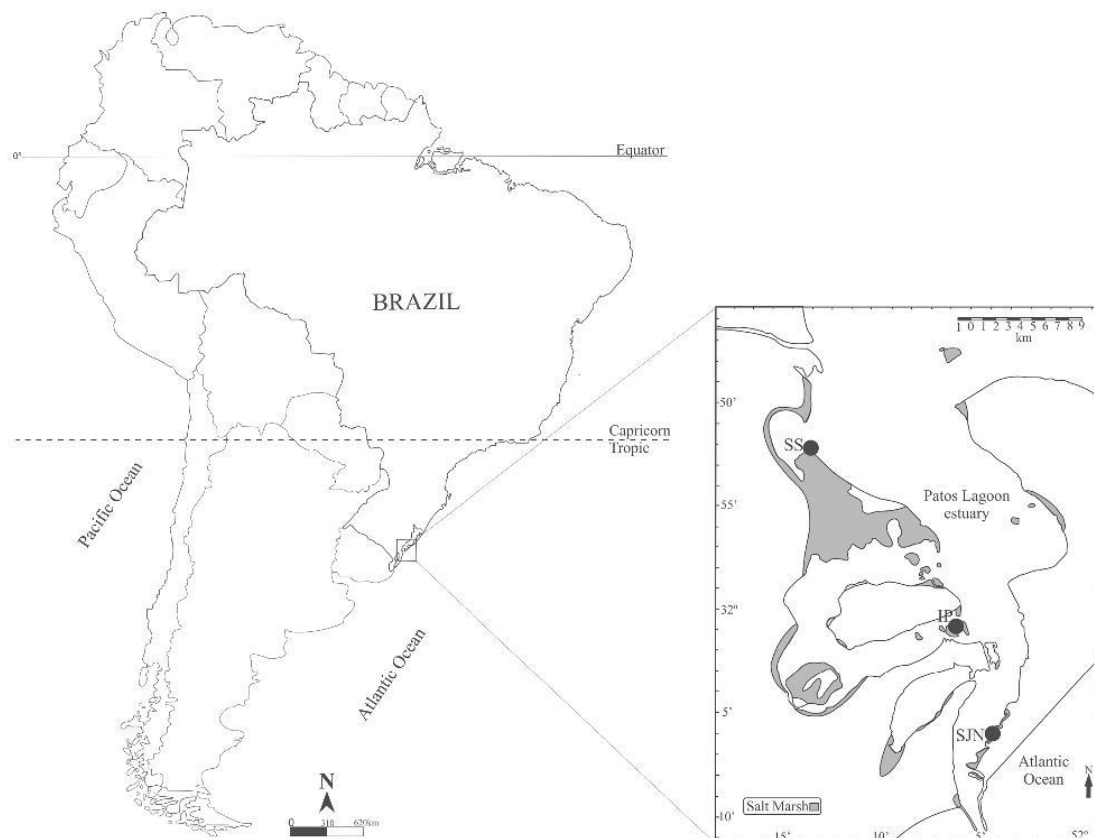


FIGURE 1. Location of sampling sites: Saco do Silveira (SS); Ilha da Pólvora (IP) and São José do Norte (SJN) in the salt marshes of Patos Lagoon estuary, southern Brazil. Modified from Costa (1998a).

The superficial sediment was collected with a core (10 cm diameter and 2 cm depth). Live motile cells were removed from sediment using 2x2 cm Whatman® 105 paper pieces, according to the “trapping method” (Eaton & Moss 1966) adapted by Laudares-Silva & Cimardi (1989). Portions of the stems of the herbaceous plants *Spartina densiflora* Brongniart (1829: 14), *Spartina alterniflora* Loiseleur-Deslongchamps (1807: 719), *Scirpus maritimus* Linnaeus (1753: 51) and *Juncus kraussii* Hochstetter (1845: 342) were collected and preserved with formaldehyde (4%). The stems were scrapped with a metal blade and washed with deionized water to remove the epiphyton.

The samples were cleaned using nitric acid, heated for 15 minutes over fire using a Bunsen burner, rinsed with distilled water until reaching neutral pH and then mounted in Naphrax® (RI: 1.7). The analysis under light microscope (LM) was performed with a Zeiss Axioplan (1000× oil immersion, Plan-neofluar, NA: 1.30) and an Axiocam ERc 5s was used to capture the images. The slides were registered at HAS (Herbarium Alarich Schultz, Museu de Ciências Naturais, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil) (Table 2). For Scanning Electron Microscopy (SEM), the cleaned samples were mounted in aluminum stubs, covered with 16 nm of gold/palladium and observed in Jeol JSM-5200 (20 mm working distance, 25 kV) and Jeol JSM-6060 (10 mm working distance, 10 kV). Morphological terminology followed Anonymous (1975), Barber & Haworth (1981) and Round *et al.* (1990). All images were assembled using Corel Designer X6®.

Results

Division Bacillariophyta

Class Bacillariophyceae

Order Bacillariales

Family Bacillariaceae

Genus *Nitzschia*

Nitzschia papillosa Bertolli, Talgatti & Torgan, *sp. nov.* (Figs 2–40)

LM: Valves lanceolate to linear-lanceolate, with cuneate apices, 17.6–57.4 μm long, 3.0–6.3 μm wide. Margins parallel with a slight constriction in the middle of the valve (Figs 16–24), more pronounced in the larger specimens (Figs 25–32), the smaller specimens tend to present more convex margins (Figs 2–4). Striae parallel and equidistant (18–26 in 10 μm). Areolae indistinguishable. Keel eccentric, with fibulae clearly visible, somewhat irregularly distributed, denser at the ends (6–12 in 10 μm) than at the center (5–10 in 10 μm). Highly silicified dots distributed almost equidistantly along the non-fibulate margin (9–16 in 10 μm), sometimes disposed in pairs (Figs 8, 12, 14, 21, 30–33).

SEM: Few specimens were found in external valve view. The valves were frequently coated with a thin layer of silica, which undermined the images' quality and hindered the observation of the details of *N. papillosa*'s external morphology (Fig. 33). The dots observed under LM are silica protuberances little rounded or squarer, which we refer as papillae, always situated on the transapical costae in the internal face (Figs 34–40). Its distribution frequently follows a pattern; the costa with the papilla is preceded and followed by a costa without that structure (Figs 34–36). In some cases, there are two or more consecutive costae with papillae and they may be very close and stick together forming a single siliceous bar (Fig. 37). The striae are composed by a single row of rounded pores which may become double towards the fibulate margin (Figs 38, 39). The fibulae start from one or two transapical costae and can become broader or conserve its width towards the valvar margin, assuming triangular or quadrangular shapes, respectively (Figs 38–40). The two middle striae and fibulae are a little more distant than in the rest of the valve (Fig. 34). There are usually one or two areolae after the line of silica thickenings (Figs 38, 39), which may be joined, forming a single elongated pore (Fig. 37). The small helictoglossae are visible at the valve poles (Figs 39, 40).

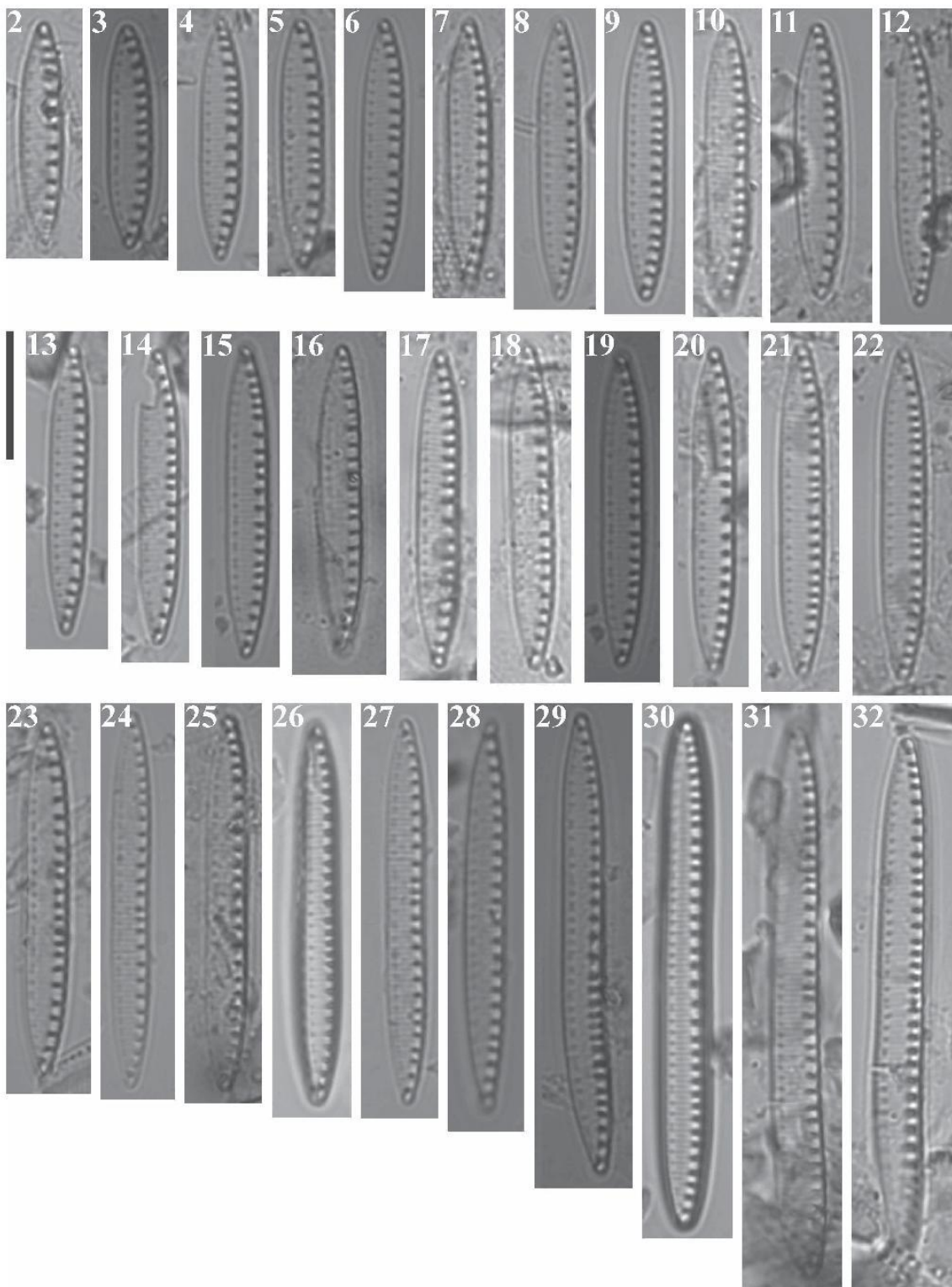
Type:—BRAZIL. Rio Grande do Sul State: Rio Grande city, Ilha da Pólvora, 32° 01'14.42" S, 52° 05' 59.09" W, 2 m a.s.l., epiphyton attached to *Scirpus maritimus*, D. Talgatti & L. Donadel, 18 February 2011. (holotype: HAS1, circled specimen on slide 6614, here illustrated as Fig. 8. Isotype: UPCB1, circled specimen on slide 76087).

Etymology:—the epithet "*papillosa*" was designed because of the silica protuberances observed in the valve (papillae), which are the distinguishable feature of the species.

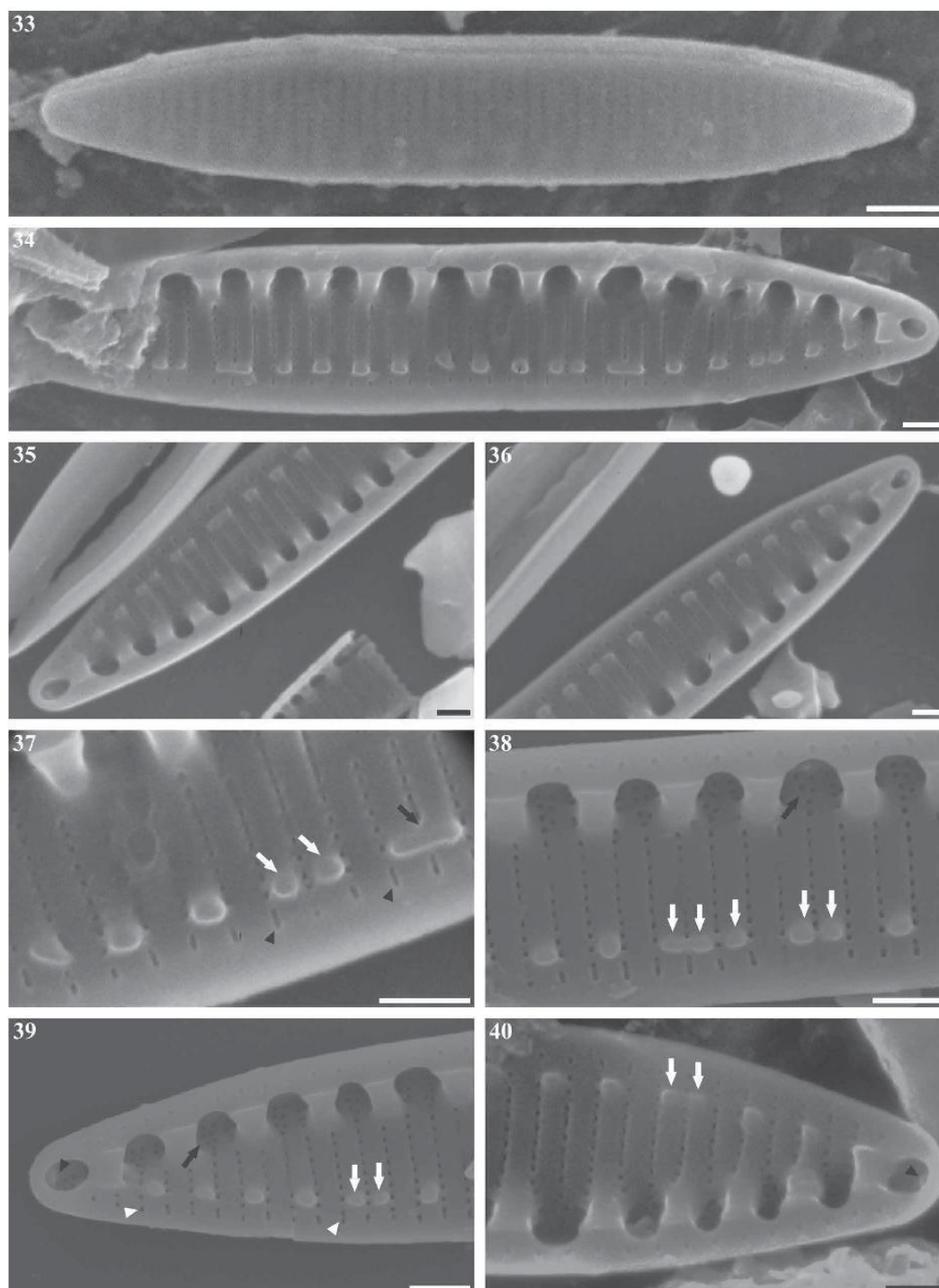
Discussion

Comparison with similar taxa:—The general outline of *Nitzschia papillosa* is very similar to some species such as *Nitzschia strelnikovae* Lange-Bertalot, Genkal & Vekhov (2004: 15), *N. acidoclinata* Lange-Bertalot (1977: 277), *N. alpina* Hustedt (1943: 232), *N. modesta* Hustedt ex Brendemühl (1949: 442), *N. valdecostata* Lange-Bertalot & Simonsen (1978: 58), *N. frustulum* var. *subsalina* Hustedt (1930: 415) and *N. costei* Tudesque, Rimet & Ector (2008: 485) (Table 1). The smaller individuals of *N. acidoclinata*, *N. alpina*, *N. valdecostata* and *N. costei* tend to present more elliptical outlines whereas the smaller individuals of *N. papillosa* are more lanceolate than the larger ones, as also observed in the smaller *N. frustulum* var. *subsalina*, but we registered no elliptical specimens. The concavity in the median region of the valve, present in the larger individuals of *N. papillosa*, is also observed in *N. strelnikovae*. The ends are cuneate as they can also be observed in *N. acidoclinata*, *N. modesta* and *N. strelnikovae*, but never rounded as in *N. valdecostata* or subcapitated as in *N. alpina* or *N. costei*. There is a large overlap among the dimensions and meristic characters of these species and *N. papillosa* (Table 1).

Despite the set of features shared by the species listed, the papillae present in *N. papillosa* have not been observed in any species. The presence of silica excrescences is not commonly reported to *Nitzschia* species as a diagnostic feature. Some species show silica grains in the girdle bands, like *Nitzschia navis-varingica* Lundholm & Moestrup (2000: 1163), *Nitzschia hierosolymitana* Mann (1980: 257), *Nitzschia kociolekii* Alakananda, Karthick, Taylor & Hamilton (2015: 31) and in the mantle surface, like *Nitzschia taylorii* Alakananda, Hamilton & Karthick in Alakananda *et al.* (2012: 15), but they are generally fine and numerous.



FIGURES 2–32. Morphological variation of *Nitzschia papillosa* sp. nov. in LM. 8. Holotype. Scale bar = 10 μ m.



FIGURES 33–40. *Nitzschia papillosa* sp. nov. in SEM. 33. General external valve view. 34. General internal valve view. 35, 36. General internal valve view. 37. Detail of the papillae in the median region disposed alone, in pairs (white arrows) and sticking forming a single bar (black arrow). Note the pores joined after the line of papillae, forming a single elongate pore (black head arrow). 38. Detail of the papillae in the median region disposed alone, in pairs and in triplets (white arrows). Note that the striae's single row of pores becomes double towards the fibulate margin (black arrow). 39, 40. Detail of the valve ends. Papillae disposed in pairs (white arrows) and double row of pores above the fibulae (black arrow). Note areolae after the line of silica excrescences (white head arrows) and the helictoglossae at the ends of the valvae (black head arrow). Scale bars: Fig. 33 = 2 μ m, Figs 34–40 = 1 μ m.

TABLE 1. Morphological and morphometric characteristics of *Nitzschia papillosa* and similar species. References: ¹Lange-Bertalot & Genkal (1999), ²Lange-Bertalot (1977), ³Lange-Bertalot & Simonsen (1978), ⁴Krammer & Lange-Bertalot (1988), ⁵Lange-Bertalot (1980), ⁶Brendemühl (1949), ⁷Hustedt (1930), ⁸Trobaño *et al.* (2013), ⁹Tudesque *et al.* (2008). (*) Data obtained from the references' illustrations. (?) Data not available.

	<i>Nitzschia papillosa</i> Bertolli, Talgatti & Torgan	<i>Nitzschia strelnikovae</i> Lange-Bertalot, Genkal & Vekhov	<i>Nitzschia</i> <i>acidoclinata</i> Lange-Bertalot	<i>Nitzschia alpina</i> Hustedt emend Lange-Bertalot	<i>Nitzschia</i> <i>modesta</i> Hustedt ex Brendemühl	<i>Nitzschia</i> <i>valdecostata</i> Lange-Bertalot & Simonsen	<i>Nitzschia</i> <i>frustulum</i> var. <i>subsalina</i> Hustedt	<i>Nitzschia costei</i> Tudesque, Rimet & Ector
References	This study (n=40)	1	2, 3	3, 4, 5	4, 6	3, 4	7, 8	9
Length (µm)	17.6–57.4	32–55.3	8.0–40.0	8.0–48.0	18.0–24.0	10.0–25.0	8.0–70.0	8.0–45.0
Breadth (µm)	3.0–6.3	3.3–4.0	2.0–3.0	3.0–5.0	3.0–3.5	3.0–4.5	2.4–5.0	2.5–4.5
Striae in 10 µm	18.0–26.0	20.0–22.0	27.0–32.0	21.0–25.0	19.0–21.0	17.0–20.0	25.1–29.0	23.0–27.0
Fibulae in 10 µm	5.0–12.0	7.0–8.0	11.0–14.0	7.0–14.0	8.0–10.0	7.0–9.0	10.1–15.0	9.0–12.0
Areolae in 10 µm	40.0	40.0	30.0	30.0	?	60.0–70.0*	40.0–50.0*	60.0–70.0*
Valve shape	Linear-lanceolate, slight median constriction, parallel or little convex margins in smaller specimens	Linear, parallel or little concave margins	Linear, smaller specimens elliptic	Linear-elliptic, parallel, convex or slightly incurved margins, smaller specimens elliptic	Linear, parallel margins	Linear-elliptic, parallel margins, convex margins in smaller specimens	Linear to lanceolate in the smaller specimens	Linear- lanceolate to lanceolate, smaller specimens elliptic
Valve ends	Cuneate	Cuneate to slightly subcapitate	Bluntly rounded to slightly capitate	Bluntly rounded or somewhat protracted and subcapitate	Quite bluntly rounded to narrowly cuneate	Bluntly rounded	Very slightly protracted, narrow	Subcapitate
Fibulae distribution	Irregular	Regular*	Regular*	Irregular*	Regular*	Regular*	Regular	Irregular
Central fibulae	Further apart	Equidistant*	Further apart	Equidistant	Equidistant	Equidistant	Further apart	Further apart
Papillae	Present	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent

O'Meara (1869) reported the presence of “wart-like excrescences irregularly disposed” on the valve surface of *Nitzschia bilobata* W. Smith (1953: 42) in a sample taken from the stomach of an ascidian in Ireland. The presence of that feature was considered taxonomically important and was used to propose a new variety: *Nitzschia bilobata* var. *verrucosa* O'Meara (1869: 318). Although *N. bilobata* and *N. papillosa* are clearly morphologically and morphometrically different, the comparison of the protuberances described to *N. bilobata* var. *verrucosa* and those found in our specimens could be interesting, but unfortunately it was not possible because the variety was not illustrated in its proposal and no further images were found.

Nitzschia rochensis Metzeltin, Lange-Bertalot & García-Rodríguez (2005: 152) is reported presenting a “tubercular surface” due to the presence of the small granules on the valve surface and “particular appendices” in the junction between valve face and mantle opposite to the raphe system. Although these “appendices” were not detailed by the authors, the SEM illustrations show that they are elongate silica depositions extended throughout the external transapical costae, differently from those rounded or squarer observed in *N. papillosa*.

Alakananda *et al.* (2012) described *Nitzschia taylorii* as possessing siliceous nodules immediately below the keel. These nodules are not detailed by the authors, but their morphology seems to be different from those present in *Nitzschia papillosa*, with circular and flat shapes (sometimes irregular) and restricted to the external face.

Even though warts and granules are common in diatoms' external valve surface, the presence of ornamentations in the internal surface seems to be a threat to the plasmamembrane's integrity, which can be pressed tightly against the internal surface of the valve during the diatom life cycle (Round 1996). The ontogeny and the possible role of these structures are unknown and could only be revealed with more studies.

TABLE 2. Occurrence of *N. papillosa* on epiphyton (EPP) and microphytobenthos (MPB) at Ilha da Pólvora (IP), Saco do Silveira (SS) and São José do Norte (SJN) in winter 2010 and summer 2011, vegetal substrata and sediment main component (SMC), physical and chemical data of the interstitial water, salinity expressed in ‰ and temperature (T) in °C.

Sample	EPP	Vegetal substrate	EPP Slide number	MPB	SMC	MPB Slide number	Salinity	T	pH
Winter									
IP A	X	<i>Scirpus maritimus</i>	6518	X	Sand	6242	1.6	16.7	7.3
IP B	X	<i>Spartina densiflora</i>	6521	X	Sand	6244	1.6	15.4	7.2
IP C	X	<i>S. maritimus</i>	6524	X	Sand	6246	1.5	15.9	6.8
SS A	-	<i>Juncus kraussii</i>	6548	-	Sand	6263	0.1	20.6	8.8
SS B	-	<i>J. kraussii</i>	6551	-	Sand	6249	0.3	21.2	7.8
SS C	-	<i>S. densiflora</i>	6554	-	Sand	6251	0.3	20.4	7.1
SJN A	X	<i>Spartina alterniflora</i>	6578	X	Silt	6254	1.2	17.0	7.2
SJN G	X	<i>S. densiflora</i>	6596	X	Silt	6260	1.9	21.5	7.7
SJN I	X	<i>S. alterniflora</i>	6602	X	Sand	6256	1.9	19.1	7.7
Summer									
IP A	X	<i>S. alterniflora</i>	6608	X	Sand	6497	14.0	28.0	8.6
IP C	X	<i>S. maritimus</i>	6614	X	Sand	6499	8.0	29.0	6.6
IP G	X	<i>S. alterniflora</i>	6626	X	Sand	6503	4.2	29.0	7.2
SS A	-	<i>J. kraussii</i>	6638	-	Sand	6505	15.0	27.0	7.9
SS D	-	<i>J. kraussii</i>	6647	-	Sand	6507	16.0	25.0	7.5
SS F	-	<i>S. densiflora</i>	6653	-	Sand	6509	15.0	26.0	6.8
SJN D	X	<i>J. kraussii</i>	6677	X	Silt	6511	16.0	27.0	7.3
SJN G	X	<i>S. alterniflora</i>	6686	X	Silt	6514	30.0	27.0	4.0
SJN I	X	<i>S. alterniflora</i>	6692	X	Silt	6516	15.0	28.0	7.4

Occurrence and ecology:—*Nitzschia papillosa* was observed in two of the three localities (Ilha da Pólvora and São José do Norte) occurring in both substrata. In Saco do Silveira, situated farther from the ocean, receiving less influence from saline waters, the species was not observed. The contribution of *N. papillosa* to the whole diatom community was low, it occurred between 0.4–3.9% and in the microphytobenthos it was even rarer than in epiphyton (under 0.7%). The new species was found in epiphyton attached to all vegetable substrate analyzed (Table 2). It seems

unlikely that the species presents a preference for vegetal substrate, however, the taxon was more frequent attached to *S. maritimus*. Although this is the most abundant sedge in the marshes (Costa 1998b), in our study it was only observed at Ilha da Pólvora. The sediment of the three sites was composed by a mixture of silt, clay and sand. *N. papillosa* was observed both in the sites where sand or silt were the main components of the sediment (Ilha da Pólvora and São José do Norte, respectively). The species was found in a large range of salinity (1.5–30‰) and pH (4.0–8.8) (Table 2) and was more frequent in a warm, slightly alkaline, oligohaline environment (epiphyton from Ilha da Pólvora, summer expedition).

The presence of *N. papillosa* in both epiphyton and microphytobenthos may be related to the dynamics of the environment. The frequent variation of the water level may be responsible for the exchange of individuals between both assemblages (Talgatti *et al.* 2014a). The raise of the water level suspends the organisms living in the sediment which may contact the epiphytic matrix and continue their development. On the other hand, the decrease of the water level may carry epiphytic organisms to the sediment.

The species was not formerly reported in the few studies developed with periphytic diatoms in the Patos Lagoon salt marshes (Silva *et al.* 2010) and neither in adjacent environments (Bes & Torgan 2010, Rosa & Garcia 2013). Although no individual was observed with chloroplasts, the presence of the species in the trapping material, the great morphological variation registered and the constant presence of the species in different samples from Ilha da Pólvora and São José do Norte may indicate that the species is living in the environment.

Acknowledgements

We thank CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) for granting a doctoral scholarship to the first author and a postdoctoral fellowship to the second author and CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) for a productivity research grant to the third author. We are also thankful to Dr. César Serra Bonifácio Costa, from Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande (FURG), for the support during the expeditions and the Centro de Microscopia e Microanálise at Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) for SEM support, Daniel Aguirres for the English proofreading, and the biologist Kelly de David Rodrigues for helping in laboratory procedures. We are grateful to the anonymous reviewers for their valuable contributions.

References

- Alakananda, B., Mahesh, M.K., Hamilton, P.B., Supriya, G., Karthick, B. & Ramachandra, T.V. (2012) Two new species of *Nitzschia* (Bacillariophyta) from shallow wetlands of Peninsular India. *Phytotaxa* 54 (1): 13–25.
<http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.54.1.2>
- Alakananda, B., Karthick, B., Taylor, J.C. & Hamilton, P.B. (2015) Two new species of *Nitzschia* (Bacillariophyceae) from freshwater environs of Lonar Crater Lake, India. *Phycological Research* 63: 29–36.
<http://dx.doi.org/10.1111/pre.12060>
- Anonymous (1975) Proposals for standardization of diatom terminology and diagnoses. *Beiheft zur Nova Hedwigia* 53: 323–354.
- Barber, H.G. & Haworth, E.V. (1981) A guide to the morphology of the diatom frustule with a key to the British freshwater genera. *Freshwater Biological Association Scientific Publication* 44: 1–112.
- Bes, D. & Torgan, L.C. (2010) O gênero *Nitzschia* (Bacillariaceae) em ambientes lacustres na Planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Rodriguésia* 61 (3): 359–382.
- Brongniart, M.A. (1829) Phanérogamie. In: Duperrey, L.I. (Ed.) *Voyage autour du monde, exécuté par ordre du roi, sur la Corvette de Sa Majesté, La Coquille, pendant les années 1822, 1823, 1824 et 1825, sous le ministère et conformément aux instructions de S. E. M. le Marquis de Clermont-Tonnerre, ministre de la marine*. Arthus Bertrand, Paris, pp. 1–232.
- Brendemühl (1949) Über die Verbreitung der Erdiatomeen. *Archiv für Mikrobiologie* 14 (3): 407–449.
- Costa, C.S.B. (1998a) Irregularly flooded marginal marshes. In: Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J. P. (Eds.) *Subtropical convergence environments: the coast and sea in the Southwestern Atlantic*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 72–77.
- Costa, C.S.B. (1998b) Production ecology of *Scirpus maritimus* in southern Brazil. *Ciência e cultura*. 50 (4): 273–280.
- De Séve, M.A., Poulin, P., Pelletier, É. & Lemarchand, K. (2010) Benthic diatom communities from two salt marshes of the St. Lawrence Estuary (Canada). *Revue des sciences de l'Eau* 23 (4): 349–358.
- Drum, R.W. & Weber, E. (1966) Diatoms from a Massachusetts Salt Marsh. *Botanica Marina* 9 (1–2): 70–77.

- <http://dx.doi.org/10.1515/botm.1966.9.1-2.70>.
- Eaton, J.W. & Moss, B. (1966) The estimation of numbers and pigment content in epipelagic algal populations. *Limnology and Oceanography* 11: 584–595.
<http://dx.doi.org/10.4319/lo.1966.11.4.0584>
- Hassall, A.H. (1845) *A history of the British Freshwater Algae (including descriptions of the Diatomaceae and Desmidiaceae) with upwards of one hundred Plates. I. Text*. Taylor, Walton, and Maberly, London, 462 pp.
<http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.23221>
- Hochstetter, C.F.F. (1845) Pflanzen des Cap- und Natal-Landes, gesammelt und zusammengestellt von Dr Ferdinand Krauss. *Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung* 28: 337–352.
- Hustedt, F. (1930) Bacillariophyta (Diatomeas). In: Pascher, A. (Ed.) *Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas. Vol. 10*. Gustav Fischer Verlag, Jena, pp. 1–466.
- Hustedt, F. (1943) Die Diatomeenflora einiger Hochgebirgsseen der Landschaft Davos in den schweizer Alpen. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie* 43: 225–280.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1988) Bacillariophyceae, 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (Eds.) *Süßwasserflora von Mitteleuropa (begründet von A. Pascher), Band 2/2*. Fischer, Stuttgart, pp. 1–596.
- Lange-Bertalot, H. (1977) Eine Revision zur Taxonomie der *Nitzschia lanceolatae* Grunow. Die “klassischen” bis 1930 Süßwasser-arten Europas. *Nova Hedwigia* 28: 253–307.
- Lange-Bertalot, H. (1980) New species, combinations and synonyms in the genus *Nitzschia*. *Bacillaria* 3: 41–77.
- Lange-Bertalot, H. & Genkal, S.I. (1999) Diatoms from Siberia I. Islands in the Arctic Ocean (Yugorsky-Shar Strait). *Iconographia Diatomologica* 6: 1–292.
- Lange-Bertalot, H. & Simonsen, R. (1978) A taxonomic revision of the *Nitzschia lanceolatae* Grunow. 2. European and related extra-European fresh water and brackish water taxa. *Bacillaria* 1: 11–111.
- Lange-Bertalot, H., Genkal, S.I. & Vekhov, N.V. (2004) New freshwater species of Bacillariophyta. *Biologiya Vnutrennikh vod* 4: 12–17.
- Laudares-Silva, R. & Cimardi, J.M. (1989) Nota sobre a utilização do “Trapping Method” no estudo das diatomáceas epipéllicas do manguezal de Ratoles, Florianópolis, SC. *Insula* 19: 299–304.
- Linnaeus, C. (1753) *Species plantarum*. Impensis Laurentii Salvii, Stockholm, 560 pp.
- Loiseleur-Deslongchamps, J.L.A. (1807) *Flora Gallica, seu enumeratio plantarum in gallia sponte nascentium, secundum Linnæum Systema Digestarum, Addita Familiarum Naturalium Synopsi*. Academie Regiae Medicæ Bibliopolam, Paris, 742 pp.
- Lundholm, N. & Moestrup, Ø. (2000) Morphology of the marine diatom *Nitzschia navis-varingica*, sp. nov. (Bacillariophyceae), another producer of the neurotoxin domoic acid. *Journal of Phycology* 36: 1162–1174.
<http://dx.doi.org/10.1046/j.1529-8817.2000.99210.x>
- O’Meara, E. (1869) Note on a variety of *Nitzschia bilobata* from Belfast Lough, Ireland. *Quarterly Journal of Microscopical Science* 9: 318–318.
- Mann, D.G. (1980) *Hantzschia fenestrata* Hust. (Bacillariophyta)-*Hantzschia* or *Nitzschia*? *British Phycological Journal* 15 (3): 249–260.
<http://dx.doi.org/10.1080/00071618000650241>
- Mann, D.G. (1986) *Nitzschia* subgenus *Nitzschia* (Notes for a monograph of the Bacillariaceae, 2). In: Ricard, M. (Ed.) *Proceedings of the 8th International Diatom Symposium* Koeltz Scientific Books, Koenigstein, pp. 215–226.
- Metzeltin, D., Lange-Bertalot, H. & Garcia-Rodriguez, F. (2005) Diatoms of Uruguay. *Iconographia Diatomologica* 15: 1–736.
- Rosa, V.C. & Garcia, M. (2013) Diatomáceas (Bacillariophyta) epifitas em *Acrostichum danæfolium* (Pteridaceae) no Arroio Pseudônimo, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. *Sitientibus Série Ciências Biológicas* 13: 1–14.
<http://dx.doi.org/10.13102/scb214>
- Round, F.E. (1996) Fine detail siliceous components of diatom cells. *Nova Hedwigia* 112: 201–213.
- Round, F.E., Crawford, R.M. & Mann, D.G. (1990) *The Diatoms. Biology and morphology of the genera*. Cambridge University Press, Cambridge, 747 pp.
- Shepard, F. (1954) Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *Journal of Sedimentary Petrology* 24: 151–158.
- Silva, J.G., Torgan, L.C. & Cardoso, L.C. (2010) Diatomáceas (Bacillariophyceae) em marismas no sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 24: 935–947.
- Smith, W. (1853) *Synopsis of British Diatomaceae*. John Van Voorst, London, 89 pp.
- Sullivan, M.J. (1975) Diatom communities from a Delaware salt marsh. *Journal of Phycology* 11 (4): 384–390.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1529-8817.1975.tb02800.x>
- Sullivan, M.J. (1977a) Edaphic diatom communities associated with *Spartina alterniflora* and *S. patens* in New Jersey. *Hydrobiologia* 52 (2–3): 207–211.

- <http://dx.doi.org/10.1007/BF00036444>
- Sullivan, M.J. (1977b) Structural characteristics of a diatom community epiphytic on *Ruppia maritima*. *Hydrobiologia* 53 (1): 81–86.
<http://dx.doi.org/10.1007/BF00036444>
- Sullivan, M.J. (1978) Diatom community structure: taxonomic and statistical analyses of a Mississippi Salt Marsh. *Journal of Phycology* 14 (4): 468–475.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1529-8817.1978.tb02471.x>
- Sullivan, M.J. (1982) Distribution of edaphic diatoms in a Mississippi salt marsh: a canonical correlation analysis. *Journal of Phycology* 18 (1): 130–133.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1529-8817.1982.tb03166.x>
- Talgatti, D.M., Bertolli, L.M. & Torgan, L.C. (2014a) *Seminavis recta comb. nov. et. stat. nov.*: morphology and distribution in salt marshes from southern Brazil. *Fottea* 14 (2): 141–148.
- Talgatti, D.M., Sar, E.A. & Torgan, L.C. (2014b) *Haslea sigma* (Naviculaceae, Bacillariophyta) a new sigmoid benthic species from salt marshes of southern Brazil. *Phytotaxa* 177 (4): 231–238.
<http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.177.4.4>
- Talgatti, D.M., Wetzel, C.E., Morales, E., Ector, L. & Torgan, L.C. (2014c) Transfer of *Fragilaria atomus* Hust. To the genus *Stauroforma* (Bacillariophyta) based on observation of type and newly collected material. *Phytotaxa* 158 (1): 43–56.
<http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.158.1.3>
- Torgan, L.C., Donadel, L. & Silva, J.G. (2010) A transferência de *Navicula soveraignae* Hustedt para o gênero *Placoneis* Mereschkowsky (Bacillariophyta). *Iheringia* 65 (1): 107–114.
- Trobajo-Pujadas, R. (2007) Ecological analysis of periphytic diatoms in Mediterranean coastal wetlands (Empordà wetlands, NE Spain). *Diatom Monographs* 7: 1–210.
- Trobajo, R. & Sullivan, M.J. (2010) Applied diatom studies in estuaries and shallow coastal environments. In: Smol, J.P. & Stoermer, E.F. (Eds.) *The diatoms: applications for the environmental and the earth sciences*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 309–323.
- Trobajo, R., Rovira, L., Ector, L., Wetzel, C.E., Kelly, M. & Mann, D.G. (2013) Morphology and identity of some ecologically important small *Nitzschia* species. *Diatom Research* 28 (1–2): 37–60.
<http://dx.doi.org/10.1080/0269249X.2012.734531>
- Tudesque, L., Rimet, F. & Ector, L. (2008) A new taxon of the section *Nitzschiae lanceolatae* Grunow: *Nitzschia costei* sp. nov. compared to *N. fonticola* Grunow, *N. macedonica* Hustedt, *N. tropica* Hustedt and related species. *Diatom Research* 23 (2): 483–501.
<http://dx.doi.org/10.1080/0269249X.2008.9705771>

CAPÍTULO III

The genus *Tryblionella* W. SMITH (Bacillariaceae, Bacillariophyta) in a salt marsh from southern Brazil

Lucielle Merlym Bertolli, Dávia Marciana Talgatti, Thamires Mariah da Silveira
Nascimento, Lezilda Carvalho Torgan

**The genus *Tryblionella* W. SMITH (Bacillariaceae, Bacillariophyta) in a salt marsh
from southern Brazil**

Lucielle Merlym Bertolli^{1*}, Dávia Marciana Talgatti², Thamires Mariah da Silveira
Nascimento³, Lezilda Carvalho Torgan^{1,4}

¹Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Avenida Bento Gonçalves, nº 9500, Campus do Vale, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brazil. e-mail: lucielle.bertolli@gmail.com

²Programa de Pós-Graduação Doutorado em Sociedade, Natureza e Desenvolvimento, Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Avenida Mendonça Furtado, 2946, Fátima, CEP 68040-470, Santarém, PA, Brazil.

³Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Avenida Bento Gonçalves, nº 9500, Campus do Vale, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brazil.

⁴Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Museu de Ciências Naturais, Rua Doutor Salvador França, 1427, Jardim Botânico, CEP 90690-000, Porto Alegre, RS, Brazil.

Short running title: *Tryblionella* in a Brazilian salt marsh

ABSTRACT

Tryblionella W. SMITH is a large epipelagic genus, widespread from fresh to marine waters. It has undergone some changes in its taxonomic status, being considered as a section of *Nitzschia* Hassall in the past. The majority of the studies including the genus are based only in light microscopy. There are few recent studies dedicated to the *Tryblionella* and the ultrastructure of some species is still little known. In this paper we present eleven species of *Tryblionella* found in epiphyton and microphytobenthos in Patos Lagoon salt marshes. All the species are described, illustrated in light and scanning electron microscopy and comments about their taxonomy and ecology are provided. Two taxa are reported for the first time to Rio Grande do Sul State, one for Southern Brazil and two are considered new species and their formal propositions are presented here.

Key words: diatom, new species, periphyton, taxonomy, ultrastructure

INTRODUCTION

Since the genus *Tryblionella* W. SMITH was erected it has undergone some changes both in its circumscription and in its taxonomic position. SMITH (1853) described the genus comparing it to *Campylodiscus* EHRENBERG ex KÜTZING and *Surirella* TURPIN. In the following years many authors pointed out the resemblance between *Tryblionella* and *Nitzschia* HASSALL individuals (GRUNOW 1862; RABENHORST 1864; KITTON 1873) and so, the genus was transferred to a new section in *Nitzschia*, based on the absence of sufficiently distinct features to support the generic entity (GRUNOW 1879, 1880; CLEVE & GRUNOW 1880). The proposition of the section *Tryblionella* did not close the discussion about the taxonomic position of these organisms, during more than one century a few researchers refused to accept the new status and many suggested changes in the sections of *Nitzschia* (joining or splitting them) in order to better classify the individuals formerly situated in the genus *Tryblionella* (MANN 1978).

ROUND et al. (1990) grouped four sections of *Nitzschia* to raise *Tryblionella* back to the generic status, expecting that the upcoming studies would follow this classification, but it was not applied by several researchers (eg. WITKOWSKI et al. 2000, 2004; METZELTIN et al. 2005). Recently, molecular studies have shown that *Nitzschia sensu lato* is not monophyletic (LUNDHOLM et al. 2002a, b) and that some groups should be considered separated from it, such as *Psammodyction* and *Tryblionella* (RIMET et al. 2011). Phylogenetic studies with larger data sets, including individuals from various sections of *Nitzschia*, which could finally set a course to the end of this discussion, are still unavailable.

It is estimated that the *Tryblionella* comprises 122 specific and infraspecific taxa, of which only 59 are taxonomically accepted (GUIRY & GUIRY 2016). A few more than 20 species have been recorded to Brazil, the majority to the southern region (CAVALCANTE et al. 2013; ESKINAZI-LEÇA et al. 2016). In Rio Grande do Sul State there is a higher concentration of studies in the Central Depression freshwaters and few species have been registered to the Coastal Plain (BES & TORGAN 2008). Although the genus is not considered frequent in brackish and marine waters (ROUND et al. 1990), it has been found among the genera with greater contribution to the diatom community in salt marsh superficial sediment (SILVA et al. 2010).

This study aimed to know the specific taxonomic composition of the genus *Tryblionella* found in epiphyton and microphytobenthos from Patos Lagoon salt marshes. We present descriptions, light and scanning electron microscopy images and comments about their taxonomy, ecology and distribution. Two new species are proposed, providing their formal description and comparing them with similar taxa.

MATERIAL AND METHODS

The study was carried out at the salt marsh adjacent to Patos Lagoon estuary, Rio Grande do Sul State, Brazil (31°57'S, 52°06'W). Three sites were established on the estuary outfall: Saco do Silveira, Ilha da Pólvora and São José do Norte, 36, 18 and 9 km from the Atlantic Ocean, respectively (Fig. 1).

Stems of *Spartina densiflora* BROGN., *Spartina alterniflora* LOISEL., *Scirpus maritimus* L. and *Juncus kraussii* HOCHST. (the prevailing vegetation of the sites) and the superficial sediment close to the herbaceous plants were gathered in September 2010 (winter) and February 2011 (summer). The pH, salinity and temperature of interstitial

water were obtained at the moment of the sampling using PHTEK® pH meter, YSI® 30 salinometer, and Incoterm® thermometer, respectively. The superficial sediment was collected with a core (10x2 cm) and in laboratory live and motile cells were removed following the “Trapping method” (EATON & MOSS 1966 adapted by LAUDARES-SILVA & CIMARDI 1989). The stems were scrapped in laboratory with a metal blade and washed with deionized water to remove the epiphyton.

The samples were cleaned with nitric acid (15 minutes over fire) and rinsed with distilled water until reaching neutral pH. Cleaned samples were mounted in glass slides using Naphrax® for observation under Light Microscope (LM) Zeiss Axioplan. Images were captured with Axiocam ERc 5s both in bright field and in phase contrast. Aliquots of the cleaned samples were dried in aluminum stubs and covered with gold/palladium (16 nm) for observation under Scanning Electron Microscopes (SEM) Jeol JSM-5200 (20 mm working distance, 25 kV) and Jeol 6060 (10 mm working distance, 25 kV). The slides were registered at HAS (Herbarium Alarich Schultz, Museu de Ciências Naturais, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil).

Taxa identification followed classic and modern literature such as BAILEY (1850), SMITH (1853), GRUNOW (1862, 1880), CLEVE & GRUNOW (1880), VAN HEURCK (1880-1881, 1986), KÜTZING (1844), PRITCHARD (1861), HUSTEDT (1930), FRENGUELLI (1942), CHOLNOKY (1961), PERAGALLO & PERAGALLO (1897–1908), KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1988), HARTLEY (1996), WITKOWSKI et al. (2000), METZELTIN et al. (2005) and CAVALCANTE et al. (2013). Morphological terminology for the descriptions followed HENDEY (1964), ANONYMOUS (1975), BARBER & HAWORTH (1981) and ROUND et al. (1990). All images were assembled using Corel Designer X6®.

RESULTS AND DISCUSSION

Taxonomic composition

A total of eleven species were found, two of them are new to science. The descriptions, illustrations and comments about its taxonomy, ecology and distribution in southern Brazil are presented as follows.

Tryblionella acuminata W. SMITH (Figs 2–5, 54–56)

Light microscopy: Valvae linear-lanceolate, slightly constricted in the median region, 42.76–49.55 μm long and 7.80–10.80 μm wide. Apices cuneate to subrostrate slightly produced. Transapical ribs parallel in the median region to radiate in the extremities, 13–16 in 10 μm , interrupted by a very noticeable longitudinal fold, the sternum may extend for almost one-third of the valvar face. Fibulae weakly distinguishable, regularly distributed and coinciding with the transapical ribs.

Scanning electron microscopy: Longitudinal fold not clearly evident, but a slight depression can be noticed in the sternum region (Fig. 54). Striae unevenly lengthened near the sternum and formed by a single row of poroids (50–60 in 10 μm). Mantle striate, 30 striae in 10 μm .

Comments: The individuals observed are smaller than the originally described to the taxon; however, the valve outline and striae density are conserved. The species occurs from fresh to marine waters (SMITH 1853; HARTLEY 1996; WITKOWSKI et al. 2004). In southern Brazil the species have been recorded in a wide range of salinity, occurring in lakes, rivers, lagoons and estuaries (TORGAN et al. 1999; PROCOPIAK et al. 2006). SILVA et al. (2010) recorded *Tryblionella apiculata* GREGORY to the Patos

Lagoon salt marsh, however the individual illustrated presents characteristics, such as valve outline, apices and sternum width, that fits more with *T. acuminata* than with the referred taxon.

***Tryblionella calida* (GRUNOW) MANN (Figs 6–9, 57–60)**

Light microscopy: Valvae linear-lanceolate, with a very slight constriction in the median region, more noticeable in the fibulate margin, 29.75–46.24 μm long and 8.02–10.28 μm wide. Apices cuneate and produced to slightly rostrate and in some individuals. Sternum absent. Transapical ribs parallel in the whole valve extension, 15–17 in 10 μm . Longitudinal fold scarcely visible. Fibulae regularly distributed, 8–9 in 10 μm , the two median further apart.

Scanning electron microscopy: Longitudinal fold discernible in the middle of the valve, both in external and internal view (Figs 57, 58). Striae formed by one or two rows of rounded poroids, 50–60 in μm (Fig. 60). A small helictoglossa is visible in each apex of the valve in internal view (Fig. 58). Mantle striate, 40 striae in 10 μm (Figs 43–46). Girdle bands lacking perforations (Fig. 59).

Comments: The species was firstly recorded in thermal fountains in Hungary (CLEVE & GRUNOW 1880), however, nowadays it is considered widespread in slightly brackish and in electrolyte rich inland waters (WITKOWSKI et al. 2000). *Tryblionella calida* was registered to freshwater environments in Paraná State, southern Brazil (TREMARIN et al. 2009). It is the first record of the taxon to Rio Grande do Sul State.

***Tryblionella circumscuta* (BAILEY) RALFS (Figs 10, 11, 61–64)**

Light microscopy: Valves elliptic-lanceolate to obovate with cuneate-rounded apices, 131.07–242.77 μm long and 52.88–68.20 μm wide. Sternum absent. The valvar surface has a rough appearance; however it is not possible to discern striae and areolae in LM. Longitudinal fold in the median region conspicuous, fibulae equidistant 4–6 in 10 μm .

Scanning electron microscopy: Longitudinal fold very clear in the external face, bearing a narrow ridge of silica (Fig. 61). Striae (32–40 in 10 μm) formed by a single row of poroids (36–50 in 10 μm), which openings are rounded to transapically elongate in external view and rounded in internal view (Figs 62, 63). The pattern of ornamentation of the valve face is different close to the raphid margin, presenting narrow stripes of silica, which were defined by SIMS & PADOCK (1982) as a gill-like arrangement of transapical laminae (Fig. 64). The valve margin is thickened and grooves can be observed running parallel with the raphe fissure. Central nodule is diverted in a V-shaped structure (Fig. 64). Mantle striate, 32–36 in 10 μm . Internally the poroids openings are rounded and a small helictoglossa is visible at each apex of the valve (Figs 62, 63).

Comments: *Tryblionella circumtsuta* resembles some individuals of *T. littoralis* (GRUNOW) MANN, however, the latter species is characterized by smaller individuals and a higher number of fibulae in 10 μm (KRAMMER & LANGE-BERTALOT 1988). The species is considered cosmopolitan, occurring in brackish and marine waters (HARTLEY 1996; WITKOWSKI et al. 2000). In southern Brazil it has been recorded to coastal waters in Paraná State (PROCOPIAK et al. 2006), in Santa Catarina State (FERNANDES et al. 1990; FELÍCIO-FERNANDES 1996; SOUZA-MOSIMANN & ROOS-OLIVEIRA 1998; SOUZA-MOSIMANN & LAUDARES-SILVA 2005) and in

Patos Lagoon salt marsh (SILVA et al. 2010) and in core sediment samples in Rio Grande do Sul State (ABREU et al. 1987)

***Tryblionella compressa* (J. W. BAILEY) M. POULIN (Figs 12–16, 65–66)**

Light microscopy: Valves broadly lanceolate with produced rostrate or somewhat apiculate apices, 17.30–25.88 μm long and 8.89–12.67 μm wide. Longitudinal fold not distinguishable. Sternum absent. Fibulae weakly distinguishable (9–11 in 10 μm). Striae uniseriate, equidistant and parallel through the entire valve (9–11 in 10 μm), formed by large rounded poroids, 12–14 in 10 μm .

Scanning electron microscopy: Valve face remarkably undulated (Figs 65, 66). A line of warts can be observed disposed on the external transapical costae at one margin (Fig. 65). Poroids occluded by a delicate vola (Fig. 67). Girdle bands lacking perforations (Fig. 65).

Comments: *Tryblionella compressa* is sometimes identified as *Tryblionella* (or *Nitzschia*) *punctata* W. SMITH (VAN HEURCK 1896; GANDHI 1967). We chose to use the epithet “*compressa*” assuming that the species is a synonym of *Pyxidicula compressa* BAILEY as also considered by KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1988) and LOPEZ-FUERTE et al. (2010). *Pyxidicula compressa* has nomenclatural priority since it was formerly published (BAILEY 1850 vs. SMITH 1853). It is considered a marine to brackish-water species, widespread on marine coasts (HARTLEY 1996; WITKOWSKI et al. 2000). There are many records of *T. compressa* to Santa Catarina State coastal waters (SOUZA-MOSIMANN 1982,1988; FERNANDES et al. 1990; FELÍCIO-FERNANDES 1996; SOUZA-MOSIMANN & ROOS-OLIVEIRA 1998). In Paraná State the species has been mentioned as *T.*

punctata (PROCOPIAK et al 2006). ROSA & GARCIA (2013) registered *Nitzschia pararostrata* (LANGE-BERTALOT) LANGE-BERTALOT, to a stream nearby Patos Lagoon, the species is similar to *T. compressa*, but differs by the smaller dimensions and areolae density (LANGE-BERTALOT et al. 1996). This is the first record of the species to Rio Grande do Sul State.

***Tryblionella* [REDACTED] Bertolli et Torgan sp. nov. (Figs 32–43, 84–91)**

Light microscopy: Valves elliptic-lanceolate, very slightly constricted in the median region, with slightly cuneate to rounded apices, 16.30–27.56 μm long and 7.17–10.00 μm wide. Sternum absent. Fibulae weakly distinguishable (7–10 in 10 μm). The valvar face presents two different patterns, one side presents transapical ribs, parallel to somewhat radiate, unequally spaced (13–16 in 10 μm). The other side lacks these or other kind of structures.

Scanning electron microscopy: The transapical ribs are asymmetric, becoming larger closer to the valve center, assuming a spatulate shape (Figs 84, 86, 87). Striae parallel (40–42 in 10 μm), formed by a single line of rounded poroids (80 in 10 μm). The striae are more easily recognized among the transapical ribs, in the other side of the valve face they are less conspicuous and closer to valvar margin they are formed by a transapically elongate perforations (Figs 84, 87). The valve margin is thickened in the raphe side and a flattened silica projection is deflected towards the valve face, as well as distal raphe endings (Figs 88, 89). The cingulum is composed by several non-perforated bands (Fig. 86). The mantle is striated (40–42 in 10 μm) (Figs 84–86). The longitudinal fold is more remarkable internally (Fig. 85). It was not possible to confirm the presence of helictoglossae (Figs 90, 91).

Holotype (designed here): circled specimen on slide [REDACTED]

[REDACTED] here illustrated as figs 33 and 38.

Isotype: circled specimen on slide [REDACTED]

Etymology: the epithet [REDACTED] which means confuse or unclear, was attributed due to the difficulty in define the species identity and the former misidentification as *Tryblionella debilis*.

Type locality: BRAZIL, Rio Grande do Sul State, Rio Grande city, Ilha da Pólvora salt marsh, 2 m a.s.l. (32° 01'14.42" S, 52° 05' 59.09" W), epiphyton attached to *Scirpus maritimus* L., collected by D. TALGATTI & L. DONADEL, coll. date 18 February 2011.

Comments: *T.* [REDACTED] may resemble small individuals of *T. perversa* (GRUNOW) MANN, however, the individuals from the former species tend to be more lanceolate and do not present granules spread on the valve face, as occurs in *T. perversa*.

The species is similar to *Tryblionella debilis* Arnot ex O'Meara, since both present transapical ribs restricted to one side of the valve face, and there is an overlap in valve outlines and dimensions. However, *T. debilis* does not exhibit asymmetric transapical ribs, it presents a central sternum and the striae are more distinguishable in the whole valve face (MANN 1978; GÜTTINGER 1994).

T. [REDACTED] is similar to some individuals illustrate in LM by Krammer & Lange-Bertalot (1998, Tafel 27, figs 5–7, 9) and METZELTIN et al. (2005, plate 198, figs 11–14) as *T. debilis*. However, the SEM images provided by both authors present valves with transapical ribs in one side and an apical line of scales, disposed in a mosaic pattern, on the other side. The latter structures are not present in our specimens, neither in other studies that provide SEM images of *T. debilis*, such as MANN (1978), DENYS

& VERBRUGGEN (1989) and GÜTTINGER (1994). It seems that there are different concepts being used to identify *Tryblionella debilis*, what may cause confusion in its circumscription. In former studies in Patos Lagoon salt marshes (data not published) we also misidentified *T.* [REDACTED] as *T. debilis*.

T. [REDACTED] is also different from the three varieties of *T. debilis* known, *T. debilis* var. *crassa* PANTOCSEK, *T. debilis* var. *validior* PANTOCSEK and *T. debilis* var. *sinensis* SKVORTZOW. The main differences concern to the valve outline and transapical ribs arrangement (Table 1). The original description of these varieties provides little information about their morphology, and their ultrastructure is still unknown. An extended exam of the varieties would be desirable, to confirm in which concept of *T. debilis* they are included, if they fit any of them.

The species was observed both in microphytobenthos and epiphyton in all the sites and periods studied. It occurred in wide ranges of salinity and pH (0.1–30.0 ‰ and 4.0–8.8 respectively).

***Tryblionella granulata* (GRUNOW) MANN (Figs 17–19, 68–70)**

Light microscopy: Valves elliptic-lanceolate with apices rounded to slightly cuneate, 17.08–26.82 µm long, 8.75–13.94 µm wide. Sternum absent. Fibulae equidistant (6–8 in 10 µm). Striae equidistant (6–8 in 10 µm), uniseriate to biseriate towards the fibulate margin, parallel in the median region of the valve and slightly radiate by the apices. Large rounded or elliptical poroids (8–12 in 10 µm).

Scanning electron microscopy: Longitudinal fold slightly apparent in external view, as a light depression (Figs 68, 70). Striae formed by a single row of large poroids occluded

by vola in the valve face (Fig. 68–70) and by a double row of smaller poroids towards the valve mantle (Fig. 70). Valvocopula presenting a row of large perforations (Fig. 70).

Comments: *Tryblionella granulata* presents dimensions and coarse areolation similar to *T. compressa*, however, the species are distinguishable by the valve shape, *T. granulata* does not present valves elongate towards the ends, forming produced apices, as occurs in *T. compressa*. It is considered a cosmopolitan species, especially common in tidal flats (WITKOWSKI et al. 2000). The species was registered in Patos Lagoon core sediment samples (SANTOS-FISCHER et al. 2016) and in Paraná and Santa Catarina States coasts (ARAÚJO et al. 1989; FERNANDES et al. 1990; FELÍCIO-FERNANDES 1996; SOUZA-MOSIMANN 1988; SOUZA-MOSIMANN & ROOS-OLIVEIRA 1998; SOUZA-MOSIMANN & LAUDARES-SILVA 2005; PROCOPIAK et al. 2006; SOUZA-MOSIMANN et al. 2011).

***Tryblionella hungarica* (GRUNOW) FRENGUELLI (Figs 20–22, 71–76)**

Light microscopy: Valvae linear-lanceolate, slightly constricted in the median region, 41.60–63.00 μm long and 6.00–10.00 μm wide. Apices subrostrate, somewhat produced. Transapical ribs very remarkable, 17–20 in 10 μm , interrupted by a sternum not always clearly distinguishable. Fibulae irregularly distributed, 8–10 in 10 μm .

Scanning electron microscopy: Longitudinal fold slightly perceptible, by the depression in the sternum region (Figs 71, 72). Sternum ornamented with small granules (Fig. 75). Both striae and transapical ribs are unevenly lengthened (Figs 75, 76). Striae formed by a double row of poroids (80 in 10 μm), that may become single closer to the sternum. Distal raphe endings deflected. Mantle striate, 30 striae in 10 μm (Fig. 73). Girdle bands lacking perforations and presenting rows of small granules (Fig. 73).

Comments: This is a species very frequently recorded and considered cosmopolitan, inhabiting brackish and freshwater environments (KRAMMER & LANGE-BERTALOT 1988). The current concept of *T. hungarica* (see WITKOWSKI et al. 2000; METZELTIN et al. 2005 and HOFMANN et al. 2011, for example) is somewhat different from the original illustrated by GRUNOW (1862) and also by FRENGUELLI (1942). It is more likely that a complex of similar species has been misidentified as *T. hungarica* throughout the years, what may explain the wide range of dimensions, valve outlines and ends observed in the literature. A detailed examination of the type material and the phylogenetic analysis of similar morphotypes would help to better circumscribe the species. The species is largely recorded in southern Brazil, occurring in continental and costal environments (TORGAN et al. 1999; PROCOPIAK et al. 2006; TREMARIN et al. 2009; BES & TORGAN 2008) and in core sediment samples in Rio Grande do Sul State (HERMANY et al. 2013).

***Tryblionella* [REDACTED] Bertolli, Talgatti et Torgan sp. nov. (Figs 44–53, 92 - 100)**

Light microscopy: Valvae broadly lanceolate with cuneate apices, 85.71–108.33 μm long and 31.43–35.00 μm wide. Transapical ribs very remarkable, 5–7 in 10 μm , sometimes branched. Sternum absent. Fibulae equidistant, 6–8 in 10 μm .

Scanning electron microscopy: There are thin apical silica projections connecting two consequent transapical ribs, forming a pattern that reminds a lace texture (Fig. 99). Striae (36 in 10 μm) formed by single rows of transapically elongate poroids (40 in 10 μm), but within the “lace texture” pattern the rows may be unmade and the elongate poroids may assume apical or transversal disposals (Fig. 99). This pattern is restricted to the median region of the valve, the striae closer to the valve margin are more regular

(Figs 92, 93), formed by rounded poroids and transapically elongate apertures are observed close to the margins, similarly to the gill-like structures present in *T. circumscuta* (Figs 95, 96). Proximal raphe endings deflected towards the valve face, forming a small obtuse central nodule (Fig. 100). The valve margins are thicker than the valve face (Figs 92, 93, 96, 96) and present irregular grooves throughout its extension (Fig. 100). Mantle striate, 10 striae in 10 μm (Figs 92, 93, 95, 96). Internally the longitudinal fold is remarkable, the poroids openings are rounded (Fig. 94) and a very small helictoglossa is visible at each valve end (Figs 95, 96).

Holotype (designed here): circled specimen on slide [REDACTED]

[REDACTED] here illustrated as figs 46 and 52.

Isotype: circled specimen on slide [REDACTED]

Etymology: the epithet [REDACTED] which means ornate in Latin, was attributed due to the singular ornamentation of the valves in SEM, similar to a lace texture.

Type locality: BRAZIL, Rio Grande do Sul State, Rio Grande city, Ilha da Pólvora salt marsh, 2 m a.s.l. (32° 01' 14.42" S, 52° 05' 59.09" W), benthic sample, collected by D. TALGATTI & L. TORGAN, coll. date 16 of September of 2011.

Comments: Although the valve outlines of [REDACTED] and *T. circumscuta* are similar, the absence of transapical ribs of the latter species allows the differentiation. Some individuals of [REDACTED] may resemble *T. victoriae* in LM, however the former species presents larger and more elongate individuals with no median constriction and transapical ribs more delicate (Table 2).

The individuals of *Nitzschia littoralis* GRUNOW from Grunow's Collection illustrated by KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1988) resemble [REDACTED], the

main feature that distinguishes both species is the absence or the presence of weakly pronounced transapical ribs, usually restricted to one side of the valve face (Table 2).

Despite the resemblance of the pattern of transapical ribs of [REDACTED] and the illustrated as *Nitzschia tryblionella* HANTZSCH by KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1988, pl. 27, fig. 3) and as *Nitzschia levidensis* var. *maxima* GRUNOW by WITKOWSKI et al. (2000), the valve outlines and general overview of the three taxa are different (Table 2). Besides the morphological differences, there are taxonomic and nomenclatural issues involving these taxa, as already mentioned by LANGE-BERTALOT & KRAMMER (1987). *Nitzschia tryblionella* is a difficult species to circumscribe; its concept varies as can be observed comparing the illustrations presented by FRENGUELLI (1923, 1925), HUSTEDT (1930), HARTLEY (1996), METZELTIN et al. (2005), leading us to believe that different entities are identified under the same name. On the other hand, *N. levidensis* var. *maxima* does not even seem to be a valid name, since it is not included in the major databases of algae names (FOURTANIER & KOCIOLEK 2011; GUIRY & GUIRY 2016; SILVA 2016). WITKOWSKI et al. (2000) indicate CLEVE & GRUNOW (1880, p. 69) as literature consulted for the taxon, however, it presents *Nitzschia tryblionella* var. *maxima*, and no evidence of transference of this taxon to *N. levidensis* was found.

The species was observed in all the sites and periods studied, occurring both in microphytobenthos and epiphyton. It occurred in a wide range of salinity (0.1–30.0 ‰) and pH (4.0–8.8).

***Tryblionella persuadens* (CHOLNOKY) CAVALCANTE et al. (Figs 23–26, 77, 78)**

Light microscopy: Valves slightly panduriform with cuneate to subrostrate apices, 17,65-25,29 μm long and 5,81-6,47 μm wide. Striae parallel in almost all the valve extension, becoming slightly radiate on the apices, 24-28 in 10 μm . Sternum absent. Fibulae irregularly distributed, the two median further apart, 14-16 in 10 μm .

Scanning electron microscopy: Longitudinal fold noticeable by the presence of a depression in the middle of the valve (Fig. 77). Striae formed by a single line of poroids rounded to more rectangular closer to the non fibulate margin, 35 in 10 μm . Mantle striate 40 striae in 10 μm . A small helictoglossa is observed at each valve end internally (Fig. 78).

Comments: The species is similar to *T. aerophila*, however it presents a higher density of fibulae in 10 μm and lacks the longitudinal sternum formed by the interruption in the striae observed in the referred species (CAVALCANTE et al., 2013). The species was originally described for brackish waters (CHOLNOKY, 1961) however, it has already been found in freshwaters in northeastern Brazil (CAVALCANTE et al., 2013). This is the first record of the species to southern Brazil.

***Tryblionella perversa* (GRUNOW) MANN (Figs 27, 28, 67)**

Light microscopy: Valves broadly elliptic-lanceolate, with a slight constriction in the median region and cuneate to slightly obtuse apices, 39.64-51.24 μm long and 19.4-20.82 μm wide. The valvar face presents two different patterns of ornamentation. One side presents radiate transapical ribs (9-12 in 10 μm) and the other side lacks these structures and presents irregularly distributed granules. Sternum absent. Fibulae are weakly distinguishable at the granulate side margin.

Scanning electron microscopy: Valve margins presenting longitudinal stripes, similar to the gill-like structures observed in *T. circumscuta*. The granulate area may advance towards the apices of the transapical ribs side (Fig. 79).

Comments: KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1988, p. 271, figs 10 and 11) and WITKOWSKI et al. (2000, p. 813, figs 8-10) illustrated individuals that raise doubts about their determination as *T. perversa* or *T. debilis*. However, the valvar shape and the arrangement of the granules over the valvar face let us believe that the specimens are more alike to *T. perversa*. The species is considered estuarine (CLEVE & GRUNOW 1880). It has been recorded to coastal environments in southern Brazil (FERNANDES et al. 1990; FELÍCIO-FERNANDES 1996; PROCOPIAK et al. 2006), to Patos Lagoon salt marsh by SILVA et al. (2010) and in core sediment samples from different geologic formations in Rio Grande do Sul State (ABREU et al. 1987; SANTOS-FISCHER et al. 2016).

***Tryblionella victoriae* GRUNOW (Figs 29–31, 80–83)**

Light microscopy: Valves linear-lanceolate, slightly constricted in the median region, with cuneate to sub-rostrate apices, 33.63–39.11 μm long and 15.23–16.93 μm wide. Large equidistant transapical ribs (6–7 in 10 μm) distributed alternately on both sides of the remarkable longitudinal fold, producing a zigzag pattern appearance. Sternum absent. Fibulae eccentric, equidistant (50–60 in 10 μm).

Scanning electron microscopy: Striae are delicate (50–60 in 10 μm) formed by a row of small poroids, 6-7 in 10 μm (Figs 80–83). Thin apical silica projections rise from the transapical ribs and extend to the areolate areas, sometimes connecting two consequent ribs (Figs 82, 83). Internally it is possible to observe the small helictoglossa at each

valve end, and that the striation pattern continues throughout the fibulae (Fig. 81). The girdle bands lack perforations and present small granules (Figs 82, 83).

Comments: *Tryblionella victoriae* is similar to *T. levidensis* W. SMITH and has already been considered one of its many varieties. The differentiation is based on width/length ratio and number of transapical ribs in 10 μm (WITKOSWKI et al. 2000). The species has been originally found in freshwaters (GRUNOW 1862) but is also spread in marine and brackish waters (HARTLEY 1996; WITKOSWKI et al. 2000). In southern Brazil it is widely recorded in continental and coastal waters (SOUZA-MOSIMANN 1982; FELÍCIO-FERNANDES 1996; SOUZA-MOSIMANN & ROOS-OLIVEIRA 1998; TORGAN et al. 1999; SOUZA-MOSIMANN & LAUDARES-SILVA 2005; PROCOPIAK et al. 2006; TREMARIN et al. 2009; BES & TORGAN 2008; BES et al. 2012), to Patos Lagoon salt marsh by SILVA et al. (2010) and in in core sediment samples from different geologic formations in Rio Grande do Sul State (HERMANY et al. 2013; SANTOS-FISCHER et al. 2016).

Distribution, ecological and taxonomic remarks

All the taxa showed wide distribution in the study area, there was no species restricted to a certain substrate, site or season (Table 3). The occurrence of species concomitantly in epiphyton and in microphytobenthos was already observed to other species in the same sites, and is probably related to the environmental dynamics (TALGATTI et al. 2014; BERTOLLI et al. 2016).

The environmental data of the sampling site are shown in Table 4. These conditions were affected by the seasonal period and by the distance of the sites from the

Atlantic Ocean. Therefore, these variations did not interfere in the presence of *Tryblionella* species, they occurred in a broad spectrum of pH, salinity and temperature.

A high number of *Tryblionella* species was observed in Patos Lagoon salt marsh, comprising nearly a half of the richness known to the country. The spatial heterogeneity of the salt marshes, which favors the formation of microhabitats, allied to the mixing of communities from fresh and marine waters, may be responsible for the high richness observed. The occurrence of the species in the three sites, both periods and substrates and in wide ranges of environmental variables evidences a community adjusted to the fluctuations observed in Patos Lagoon estuary.

Besides the new species, two species were firstly registered to Rio Grande do Sul state and one to southern Brazil. This study represents an important contribution to *Tryblionella*, since there are few studies dedicated to the genus, and little is known about some species' ultrastructure, such as *T. compressa* and *T. perversa*. These results reinforce the importance of studying this kind of environment to diatom biodiversity knowledge.

ROUND et al. (1990) defined some diagnostic features to identify *Tryblionella*, such as valvae elliptical, linear or panduriform, with bluntly rounded or apiculate poles, striae formed by small round poroids, occluded by hymenes and girdle narrow, containing plain or sparsely porous.

Based on the individuals observed in our study, the concept presented previously should be extended, including features such as valvae lanceolate or obovate, frequently constricted in the median region, with apices cuneate or rostrate, produced or not. Striae formed by rounded, rectangular or elongate poroids, occluded by hymenes or volae. Sternum broad or narrow, sometimes ornamented with small granules. Valve face

usually presenting parallel, radiate or convergent transapical ribs, sometimes asymmetric by the transapical plane, disposed at only one side of valve face or at both sides, crossing the whole valve face or disposed alternately forming a “zig-zag” pattern. The pattern of ornamentation may vary along the valve face, silica projections rising from the transapical ribs and granules may be present. Narrow stripes of silica are sometimes observed close to the raphid margin (gill-like arrangement). Valvae margins sometimes thickened and presenting grooves. Mantle ornamented by elongated striae. Girdle sometimes ornamented by granules.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior for granting a doctoral scholarship to the first author and a postdoctoral fellowship to the second author and Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico for a productivity research grant to the fourth author. We are also thankful to Dr. César Serra Bonifácio Costa, Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande, for the support during the expeditions; Centro de Microscopia e Microanálise at Universidade Federal do Rio Grande do Sul for SEM support; and H. Dail Laughinghouse IV for the English proofreading. We are grateful to Dr. David Mann, Dr. Bart Van der Vijver and Dr. Margaret Harper for helping on gathering bibliography and images of *Tryblionella debilis* and to the anonymous reviewers for their valuable contributions.

REFERENCES

- ABREU, V.S.; TORGAN, L.C.; ESTEVES, I.R.F. & KOTZIAN, S.C. (1987): Estudo paleogeográfico do Quaternário de Morretes, RS, Brasil. – In: CORREA, I.C.S. (Ed.): Anais do 1º Congresso ABEQUA. – pp. 177–189, ABEQUA, Porto Alegre.
- ANONYMOUS (1975): Proposals for standardization of diatom terminology and diagnoses. – Beiheft zur Nova Hedwigia 53: 323–354.
- ARAÚJO, N.B.; SOUZA-MOSIMANN, R.M. & FERNANDES, L.F. (1989): Contribuição ao estudo das diatomáceas (Bacillariophyceae) da foz do rio Araranguá, Santa Catarina, Brasil. – Ínsula 19: 305–334.
- BAILEY, J.W. (1850): Microscopical observations made in South Carolina, Georgia, and Florida. – Smithsonian Contributions to Knowledge 2(8): 1–48.
- BARBER, H.G. & HAWORTH, E.V. (1981): A guide to the morphology of the diatom frustule with a key to the British freshwater genera. – Freshwater Biological Association Scientific Publication 44: 1–112.
- BERTOLLI, L.M.; TALGATTI, D.M. & TORGAN, L.C. (2016): *Nitzschia papillosa* (Bacillariaceae, Bacillariophyta): a new species from a Brazilian salt marsh. – Phytotaxa 247(1): 75–84.
- BES, D. & TORGAN, L.C. (2008): O gênero *Tryblionella* (Bacillariophyta, Bacillariaceae) em ambientes lacustres da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. – In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE FICOLOGIA (Org.): Aplicações da Ficologia, Anais do XI Congresso Brasileiro de Ficologia e Simpósio Latino-Americano sobre Algas Nocivas. – pp. 27–34, Museu Nacional, Rio de Janeiro.

BES, D.; ECTOR, L.; TORGAN, L.C. & LOBO, E.A. (2012): Composition of the epilithic diatom flora from a subtropical river, Southern Brazil. – *Iheringia Série Botânica* 67(1): 93–125.

CAVALCANTE, K.P.; TREMARIN, P.I.; FREIRE, E.G. & LUDWIG, T.A. (2013): *Tryblionella persuadens* comb. nov. (Bacillariaceae, Diatomeae): new observations on frustule morphology of seldom recorded diatom. – *Annals of the Brazilian Academy of Science*. 85(4): 1419–1426.

CHOLNOKY, B.J. (1961): Ein Beitrag zur Kenntnis der Diatomeenflora der venetianischen Lagunen. – *Hydrobiologia*. 17(4): 287–325.

CLEVE, P.T. & GRUNOW, A. (1880): Beiträge zur Kenntniss der Arctischen Diatomeen. – *Kongliga Svenska-Vetenskaps Akademiens Handlingar*. 17(2): 1–121.

COSTA, C.S.B. (1998): Irregularly flooded marginal marshes. – In: SEELIGER, U., ODEBRECHT, C. & CASTELLO, J.P. (eds): *Subtropical convergence environments: the coast and sea in the Southwestern Atlantic*. – pp. 72–77, Springer-Verlag, Berlin.

DENYS, L. & VERBRUGGEN C. (1989): A case of drowning – the end of Subatlantic peat growth and related palaeoenvironmental changes in the lower Scheldt basin (Belgium) based on diatom and pollen analysis. – *Review of Palaeobotany and Palynology* 59: 7–36.

EATON, J.W. & MOSS, B. (1966): The estimation of numbers and pigment content in epipelagic algal populations. – *Limnology and Oceanography* 11: 584–595.

ESKINAZI-LEÇA, E.; MOURA, C.W.N.; CUNHA, M.G.G.S.; SANTIAGO, M.F.; BORGES, G.C.P.; LIMA, J.C.; SILVA, M.H.; FERREIRA, L.C.; AQUINO, E.; DA SILVA, W.J. & MENEZES, M. (2016): Bacillariophyceae: Lista de Espécies da Flora

do Brasil, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. URL <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB98220>

FELÍCIO-FERNANDES, G. (1996): Diatomáceas no rio Tavares, manguezal do rio Tavares, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. II. Penatae. – *Ínsula* 25: 69–192.

FERNANDES, L.F.; SOUZA-MOSIMANN, R.M. & FELÍCIO-FERNANDES, G. (1990): Diatomáceas (Bacillariophyceae) do rio Ratoles, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil I. Baixo curso e estuário. – *Ínsula* 20: 11–112.

FOURTANIER, E. & KOCIOLEK, J.P. (2011): Catalogue of Diatom Names, California Academy of Sciences, On-line Version updated 19/09/2011. Available online at <http://research.calacademy.org/research/diatoms/names/index.asp>

FRENGUELLI, J. (1923): Contribuciones para la sinopsis de las Diatomeas Argentinas. – *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba (República Argentina)* 27: 13–119.

FRENGUELLI, J. (1925): Diatomeas de los arroyos del Durazno y las Brusquitas en los alrededores de Miramar (Provincia de Buenos Aires). – *Physis, Revista de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales* 8: 129–183.

FRENGUELLI, J. (1942): Diatomeas del Neuquén (Patagonia). – *Revista del Museo de la Plata, Nueva Serie, Sección Botánica* 5(20): 73–219.

GANDHI, H.P. (1967): Notes on the Diatomaceae from Ahmedabad and its Environs. VI. On some diatoms from Fountain Reservoir of Seth Sarabhai's Garden. – *Hydrobiologia* 30(2): 248–272.

GRUNOW, A. (1862): Die österreichischen Diatomaceen nebst Anschluss einiger neuen Arten von andern Lokalitäten und einer kritischen Uebersicht der bisher bekannten Gattungen und Arten. Erste Folge. Epithemieae, Meridioneae, Diatomeae,

Entopyleae, Surirelleae, Amphipleureae. Zweite Folge. Familie Nitzschieae. – Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien 12: 315–472, 545–588.

GRUNOW, A. (1879): New species and varieties of Diatomaceae from the Caspian Sea, translated with additional notes by F. Kitton. – Journal of the Royal Microscopical Society 2: 677–691.

GRUNOW, A. (1880): On some new species of *Nitzschia* (with notes by Kitton) – Journal of the Royal Microscopical Society, series 3 3(1): 394–397.

GUIRY, M.D. & GUIRY, G.M. (2016): AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. URL <http://www.algaebase.org/>

GÜTTINGER, W. (1994): Collection of EM micrographs of diatoms. Series 7. – 57 pp. CH-6984 Via Soriscio, Pura.

HARTLEY, B. (1996): An Atlas of British Diatoms. – 601 pp., Biopress Ltd, Bristol.

HENDEY, N.I. (1964): An introductory account of the smaller algae of British coastal Waters - V. Bacillariophyceae (Diatoms), Fishery Investigations Series, London – Her Majesty's Stationery Office 4(5): 1–317.

HERMANY, G.; SOUZA, P.A. & TORGAN, L.C. (2013): Paleoecologia do sistema Pinguela-Palmital-Malvas, Holoceno da Bacia de Pelotas, RS: uma abordagem focada na utilização de análises multivariadas para obtenção de diatomáceas descritoras. – Pesquisas em Geociências 40(1): 31–49.

HOFMANN G., WERUM M. & LANGE-BERTALOT H. (2011): Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. – 908 pp. A.R.G. Gantner, Ruggell.

- HUSTEDT, F. (1930): Bacillariophyta (Diatomeae). – In: PASCHER, A. (ed.): Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas. Heft 10. – 466 pp., Gustav Fischer Verlag, Jena.
- KITTON, F. (1873): A description of some new species of Diatomaceae. – Monthly Microscopical Journal 10: 205-207.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. (1988): Bacillariophyceae, 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: ETTL, H., GERLOFF, J., HEYNIG, H. & MOLLENHAUER, D. (eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa (begründet von A. Pascher), Band 2/2. – 596 pp., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- KÜTZING, F.T. (1844): Die Kieselschaligen. Bacillarien oder Diatomeen. – 152 pp., Nordhausen.
- LANGE-BERTALOT, H. & KRAMMER, K. (1987): Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Neue und wenig bekannte Taxa, neue Kombinationen und Synonyme sowie Bemerkungen und Ergänzungen zu den Naviculaceae. – Bibliotheca Diatomologica, 15: 1–289.
- LANGE-BERTALOT, H.; KÜLBS, K.; LAUSER, T.; NÖRPEL-SCHEMPP, M. & WILLMANN, M. (1996): Diatom taxa introduced by Georg Krasske, documentation and revision. – In: Lange-Bertalot, H. (ed.) Iconographia Diatomologica, Annotated Diatom monographs. Vol. 3. Taxonomy. – 358 pp. Koeltz Scientific Books, Königstein.
- LAUDARES-SILVA, R. & CIMARDI, J.M. (1989): Nota sobre a utilização do “Trapping Method” no estudo das diatomáceas epipélicas do manguezal de Ratonés, Florianópolis, SC. – Ínsula 19: 299–304.
- LÓPEZ-FUERTE, F.O.; SIQUEIROS-BELTRONES, D.A. & NAVARRO, N. (2010): Benthic diatoms associated with mangrove environments in the northwest region of México. – 206 PP. Conabio-UABCS-IPN, Mexico City.

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

LUNDHOLM, N.; HASLE, G.R.; FRYXELL, G.A. & HARGRAVES, P.A. (2002b): Morphology, phylogeny and taxonomy of species within the *Pseudo-nitzschia americana* complex (Bacillariophyceae) with descriptions of two new species, *Pseudo-nitzschia brasiliensis* and *Pseudo-nitzschia lineata*. – *Phycologia* 41(5): 480–497.

MANN, D.G. (1978): Studies in the Nitzschiaceae (Bacillariophyta). PhD Thesis, – 386 pp. University of Bristol, Bristol.

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H.; GARCÍA-RODRÍGUES, F. (2005): Diatoms of Uruguay. – In: LANGE-BERTALOT, H. (ed.) *Iconographia Diatomologica*, Annotated Diatom monographs. Vol. 15. Taxonomy-Biogeography-Diversity. – 736 pp. A. R. G. Gartner, Ruggell.

PANTOCSEK, J. (1902): *Kieselalgen oder Bacillarien des Balaton*. Resultate der Wissenschaftlichen Erforschung des Balatonsees, herausgegeben von der Balatonsee-Commission der Ung. Geographischen Gesellschaft. – 112 pp. Commissionsverlag von Ed. Hölzel, Wien.

PERAGALLO, H. & PERAGALLO, M. (1897–1908): *Diatomées marines de France et des districts maritimes voisins*. – 491 pp. Micrographe-Editeur, Grez-sur-Loing.

PRITCHARD, A. (1861): *A history of infusoria, living and fossil: arranged according to Die infusionsthierchen of C.G. Ehrenberg; containing colored engravings, illustrative of all the genera, and descriptions of all the species in that work, with several new ones; to which is appended an account of those recently discovered in the chalk formations*. xii.

Edition IV, revised and enlarged by J.T. Arlidge, W. Archer, J. Ralfs, W.C. Williamson and the author. – 968 pp. Whittaker and Co., London.

PROCOPIAK, L.K.; FERNANDES, L.F. & MOREIRA-FILHO, H. (2006): Diatomáceas (Bacillariophyta) marinhas e estuarinas do Paraná, Sul do Brasil: lista de espécies com ênfase em espécies nocivas. – *Biota Neotropica* 6(3): 1–28.

RABENHORST, L. (1864): *Flora Europaea Algarum aquae dulcis et submarinae. Sectio I. Algas diatomaceas complectens, cum figuris generum omnium xylographice impressis.* – 359 pp. Apud Eduardum Kummerum, Lipsiae.

RIMET, F., KERMARREC, L., BOUCHEZ, A., HOFFMANN, L., ECTOR, L. & MEDLIN, L. (2011): Molecular phylogeny of the family Bacillariaceae based on 18S rDNA sequences: focus on freshwater *Nitzschia* of the section *Lanceolatae*. – *Diatom Research* 26: 273–291.

ROSA, V.C. & GARCIA, M. (2013): Diatomáceas (Bacillariophyceae) epífitas em *Acrostichum danaeifolium* (Pteridaceae) no Arroio Pseudônimo, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. *Sitientibus série Ciências Biológicas* 13: 1–14.

ROUND, F.E.; CRAWFORD, R.M. & MANN, D.G. (1990) *The Diatoms. Biology and morphology of the genera.* – 747 pp. Cambridge University Press, Cambridge.

SANTOS-FISCHER, C.B.; CORRÊA, I.C.S.; WESCHENFELDER, J.; TORGAN, L.C. & STONE, J.F. (2016): Paleoenvironmental insights into the Quaternary evolution of the Southern Brazilian coast based on fossil and modern diatom assemblages. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 446: 108–124.

SILVA, J.G.; TORGAN, L.C. & CARDOSO, L.S. (2010): Diatomáceas (Bacillariophyceae) em marismas no sul do Brasil. – *Acta Botanica Brasilica* 24: 935–947.

- SILVA, P. (2016): Index Nominum Algarum, University Herbarium, University of California, Berkeley. Available online at <http://ucjeps.berkeley.edu/CPD/>
- SIMS, P.A. & PADDOCK, T.B.B. (1982): The fenestral fibula: A new structure in the diatoms. – *Bacillaria* 5: 7–21.
- SKVORTZOW, B.W. (1927): Diatoms from Tientsin North China. – *Journal of Botany* 65:102–109.
- SMITH, W. (1853): Synopsis of British Diatomaceae. – 89 pp. John Van Voorst, London.
- SOUZA-MOSIMANN, R.M. (1982): Diatomáceas da represa do córrego Grande (Poço) Florianópolis, Santa Catarina, Brasil (Chrysophyta, Bacillariophyceae). – *Ínsula* 12: 1–38.
- SOUZA-MOSIMANN, R.M. (1988): Estudo preliminar das diatomáceas (Chrysophyta-Bacillariophyceae) da baía sul, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. – *Ínsula* 18: (23–74).
- SOUZA-MOSIMANN, R.M. & LAUDARES-SILVA, R. (2005): Diatomáceas (Bacillariophyta) do complexo lagunar do sul do estado de Santa Catarina, Brasil. – *Ínsula* 34: 39–82.
- SOUZA-MOSIMANN, R.M.; LAUDARES-SILVA, R.; TALGATTI, D.M. & D'AQUINO-ROSA, V. (2011): The Diatom flora in Conceição Lagoon, Florianópolis, SC, Brazil. – *Ínsula* 40: 25–54.
- SOUZA-MOSIMANN, R.M. & ROOS-OLIVEIRA, A.M. (1998): Diatomáceas (Bacillariophyceae) planctônicas do Ribeirão da Fazenda, Manguezal do rio Tavares, Florianópolis, SC, Brasil. – *Ínsula* 27: 59–98.

TALGATTI, D.M.; BERTOLLI, L.M. & TORGAN, L.C. (2014): *Seminavis recta* comb. nov. et. stat. nov.: morphology and distribution in salt marshes from southern Brazil. – *Fottea* 14 (2): 141–148.

TORGAN, L.C.; BECKER, V. & PRATES, H.M. (1999): Checklist das diatomáceas (Bacillariophyta) de ambientes de águas continentais e costeiras do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. – *Iheringia* 52 89–144.

TREMARIN, P.I.; FREIRE, E.G.; BERTOLLI, L.M. & LUDWIG, T.A.V. (2009) Catálogo das diatomáceas (Ochrophyta-Diatomeae) continentais do estado do Paraná. – *Iheringia* 64(2): 79–107.

VAN HEURCK (1880-1881): Synopsis des Diatomées de Belgique. Atlas. – 235 pp. Ducaju & Cie., Anvers.

VAN HEURCK, H. (1896): A Treatise on the Diatomaceae. – 558 pp. William Wesley & Son, London.

WITKOWSKI, A.; LANGE-BERTALOT, H. & METZELTIN, D. (2000): Diatom flora of marine coasts I. – In: Lange-Bertalot, H. (ed.) *Iconographia Diatomologica Annotated Diatom Monographs*. Vol. 7 Taxonomy-Biogeography-Diversity. – 925 pp. A. R. G. Gartner, Ruggell.

WITKOWSKI, A.; LANGE-BERTALOT, H.; KOCIOLEK, J.P.; RUPPEL, M.; WAWRZYNIAK-WYDROWSKA, B.; BAK, M. & BRZEZYNSKA, A. (2004): Four new species of *Nitzschia* sect. *Tryblionella* (Bacillariophyceae) resembling *N. parvula*.

– *Phycologia* 43: 579–595.

Table 1. Morphological and morphometric features of *Tryblionella* [redacted] and similar species. References: ¹Mann (1978), ²Krammer & Lange-Bertalot (1988), ³Metzeltin et al. (2000), ⁴Pantocsek 1902, ⁵Skvortzow (1927). *Measure obtained from illustrations.

	<i>Tryblionella</i> [redacted]	<i>Tryblionella debilis</i>	<i>Tryblionella debilis</i>	<i>Tryblionella debilis</i> var. <i>crassa</i>	<i>Tryblionella debilis</i> var. <i>validior</i>	<i>Tryblionella debilis</i> var. <i>sinensis</i>
Reference	This study (n=30)	1	2, 3	4	4	5
Length (µm)	16.30–27.56	13.00–25.00	10.00–26.00	27.00	17.00	11.00
Breadth (µm)	7.17–10.00	7.00–8.00	7.00–10.00	16.20	9.90	7.60
Fibulae in 10 µm	7–10	7–9	6–10*	9*	Not distinguishable	Not distinguishable
Valve shape	Elliptic-lanceolate	Elliptic-lanceolate	Elliptic-lanceolate to linear-elliptic	Broadly elliptic	Elliptic (bacilliform)	Elliptic-lanceolate
Valve ends	Slightly cuneate to rounded	Cuneate to slightly rounded	Cuneate to broadly rounded	Substrate	Obtuse	Rounded
Sternum	Absent	Present, axial and lateral	Present, axial and lateral	Not distinguishable	Not distinguishable	Not distinguishable
Transapical ribs in 10 µm	Asymmetric, restricted to one side of the valve face (13–16 in 10 µm)	Extending throughout the valve face or restricted to one side of the valve face (5–12 in 10 µm)	Restricted to one side of the valve face (5–17* in 10 µm)	Extending throughout the valve face, deflected towards the center, 8 in 10 µm	Extending throughout the valve face, deflected towards the center, 10 in 10 µm	Narrow, extending throughout the valve face, 15 in 10 µm
Scales in mosaic pattern	Absent	Absent	Present	Not distinguishable	Not distinguishable	Not distinguishable

Table 2. Morphological and morphometric features of *Tryblionella* [redacted] and similar species. References: ¹Bailey (1950), ²Sims & Padock (1982), ³Grunow (1862), ⁴Krammer & Lange-Bertalot (1988), ⁵Witkowski et al. (2000). *Measure obtained from illustrations.

	<i>Tryblionella</i> [redacted]	<i>Tryblionella circumscuta</i>	<i>Tryblionella victoriae</i>	<i>Nitzschia littoralis</i>	<i>Nitzschia tryblionella</i>	<i>Nitzschia levidensis</i> var. <i>maxima</i>
Reference	This study (n=35)	1, 2	3	4	4	5
Lenght (µm)	85.71–108.33	175.49*	38.10–45.72	30.00–100.00	60.00–180.00	Up to 160.00
Breadth (µm)	31.43–35.00	57.73	17.78–20.32	12.00–30.00	16.00–30.00	Up to 40
Fibulae in 10 µm	6–8, equidistant	7*	Not distinguishable	6–9	5–9	6–12
Valve shape	Broadly lanceolate	Nearly elliptical	Linear-oblong	Elliptic-lanceolate	Linear-elliptic to linear-lanceolate	Linear-elliptic to lanceolate-elliptic
Valve ends	Cuneate	Rounded	Cuneate-obtuse	Cuneate to rounded	Cuneate to rounded	Obtusely rounded
Sternum	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
Transapical ribs in 10 µm	5–7	Absent	7–9	12*, Slightly pronounced, usually developed in one side of the valve face	6–10, appearing interrupted in the middle	5–12
Gill-like structures	Present, close to valve margin	Present, close to valve margin	Not distinguishable	Not distinguishable	Not distinguishable	Not distinguishable
“Lace texture” ornamentation pattern	Present	Not distinguishable	Not distinguishable	Not distinguishable	Not distinguishable	Not distinguishable

Table 3. Distribution of the *Tryblionella* species in the sites along the Patos Lagoon Estuary in the winter of 2010 and the summer of 2011. Abbreviations: (EPP) epiphyton, (MPB) microphytobenthos.

	Ilha da Pólvora				Saco do Silveira				São José do Norte			
	Winter		Summer		Winter		Summer		Winter		Summer	
	EPP	MPB	EPP	MPB	EPP	MPB	EPP	MPB	EPP	MPB	EPP	MPB
<i>T. acuminata</i>	-	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	-
<i>T. calida</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>T. circumscuta</i>	X	X	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>T. compressa</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>T. [REDACTED]</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>T. granulata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>T. hungarica</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>T. [REDACTED]</i>	X	X	X	X	-	X	-	-	X	X	-	X
<i>T. persuadens</i>	X	X	X	-	-	X	-	-	-	X	-	-
<i>T. perversa</i>	X	X	X	X	X	-	X	-	X	-	X	X
<i>T. victoriae</i>	X	X	X	-	-	X	X	X	X	X	X	X

Table 4. Samples code, type of vegetal substrate, sediment main component, epiphyton (EPP) and microphytobenthos (MPB) slide numbers at HAS!, Temperature (T, °C), salinity. (Sal., ‰) and pH ranges of the interstitial water registered in the three sampling sites in Winter (September 2010) and Summer (February 2011).

Sample	Vegetal substrate	EPP slide number	Sediment main component	MPB slide number	Sal.	T	pH
Winter							
IPA	<i>Scirpus maritimus</i>	6520	Sand	6242	1.6	16.7	7.3
IPB	<i>Spartina densiflora</i>	6523	Sand	6244	1.6	15.4	7.2
IPC	<i>S. maritimus</i>	6526	Sand	6246	1.5	15.9	6.8
IPE	<i>S. maritimus</i>	6532	-	-	2.8	16.0	7.5
IPG	<i>S. densiflora</i>	6538	-	-	3.4	16.2	6.0
IPH	<i>S. densiflora</i>	6540	-	-	3.4	19.5	7.2
SSA	<i>Juncus kraussii</i>	6548	Sand	6263	0.1	20.6	8.8
SSB	<i>J. kraussii</i>	6553	Sand	6249	0.3	21.2	7.8
SSC	<i>S. densiflora</i>	6554	Sand	6251	0.3	20.4	7.1
SSE	<i>Spartina alterniflora</i>	6561	-	-	0.1	21.0	7.5
SSF	<i>J. kraussii</i>	6565	-	-	0.2	19.6	6.9
SSJ	<i>S. alterniflora</i>	6577	-	-	0.3	19.9	6.5
SJNA	<i>S. alterniflora</i>	6579	Silt	6254	1.2	17.0	7.2
SJNC	<i>J. kraussii</i>	6584	-	-	0.7	17.0	7.3
SJNE	<i>J. kraussii</i>	6590	-	-	1.2	20.4	7.3
SJNF	<i>Spartina alterniflora</i>	6593	-	-	1.3	20.6	7.7
SJNG	<i>S. densiflora</i>	6596	Silt	6260	1.9	21.5	7.7
SJNI	<i>S. alterniflora</i>	6602	Sand	6256	1.9	19.1	7.7
Summer							
IPA	<i>S. alterniflora</i>	6610	Sand	6497	14.0	28.0	8.6
IPB	<i>S. maritimus</i>	6611	-	-	7.2	27.0	6.8
IPC	<i>S. maritimus</i>	6614	Sand	6499	8.0	29.0	6.6
IPF	<i>S. alterniflora</i>	6624	-	-	10.0	29.0	8.8
IPG	<i>S. alterniflora</i>	6626	Sand	6503	4.2	29.0	7.2
IPI	<i>S. maritimus</i>	6632	-	-	8.2	30.0	5.2
SSA	<i>J. kraussii</i>	6639	Sand	6505	15.0	27.0	7.9
SSC	<i>S. densiflora</i>	6644	-	-	15.0	26.0	7.9
SSD	<i>J. kraussii</i>	6647	Sand	6507	16.0	25.0	7.5
SSE	<i>J. kraussii</i>	6652	-	-	15.0	26.0	8.0
SSF	<i>S. densiflora</i>	6653	Sand	6509	15.0	26.0	6.8
SSH	<i>S. densiflora</i>	6660	-	-	15.0	29.0	7.8
SJNC	<i>J. kraussii</i>	6676	-	-	13.0	31.0	7.0
SJND	<i>J. kraussii</i>	6678	Silt	6511	16.0	27.0	7.3
SJNE	<i>J. kraussii</i>	6680	-	-	15.0	27.0	7.4
SJNG	<i>S. alterniflora</i>	6686	Silt	6514	30.0	27.0	4.0
SJNI	<i>S. alterniflora</i>	6692	Silt	6516	15.0	28.0	7.4
SJNJ	<i>S. alterniflora</i>	6696	-	-	10.0	26.0	8.2

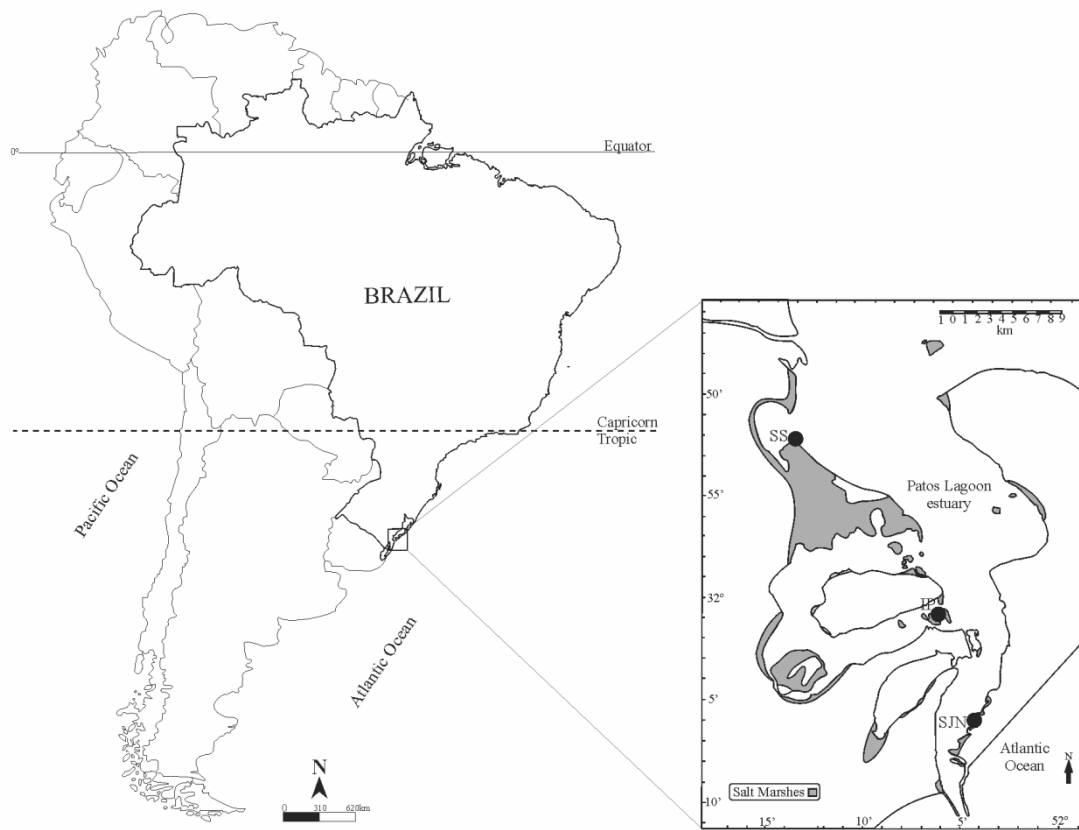
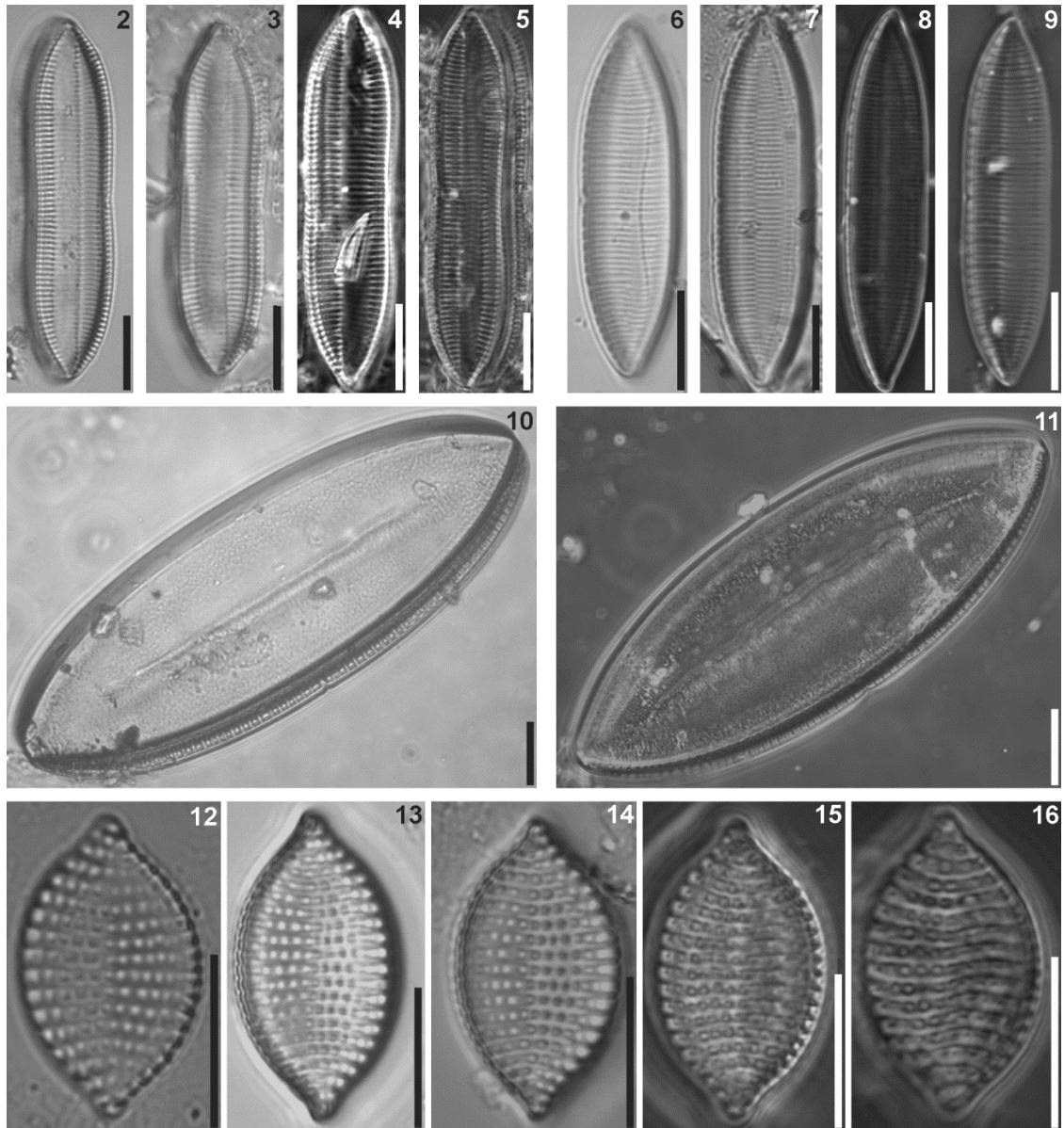
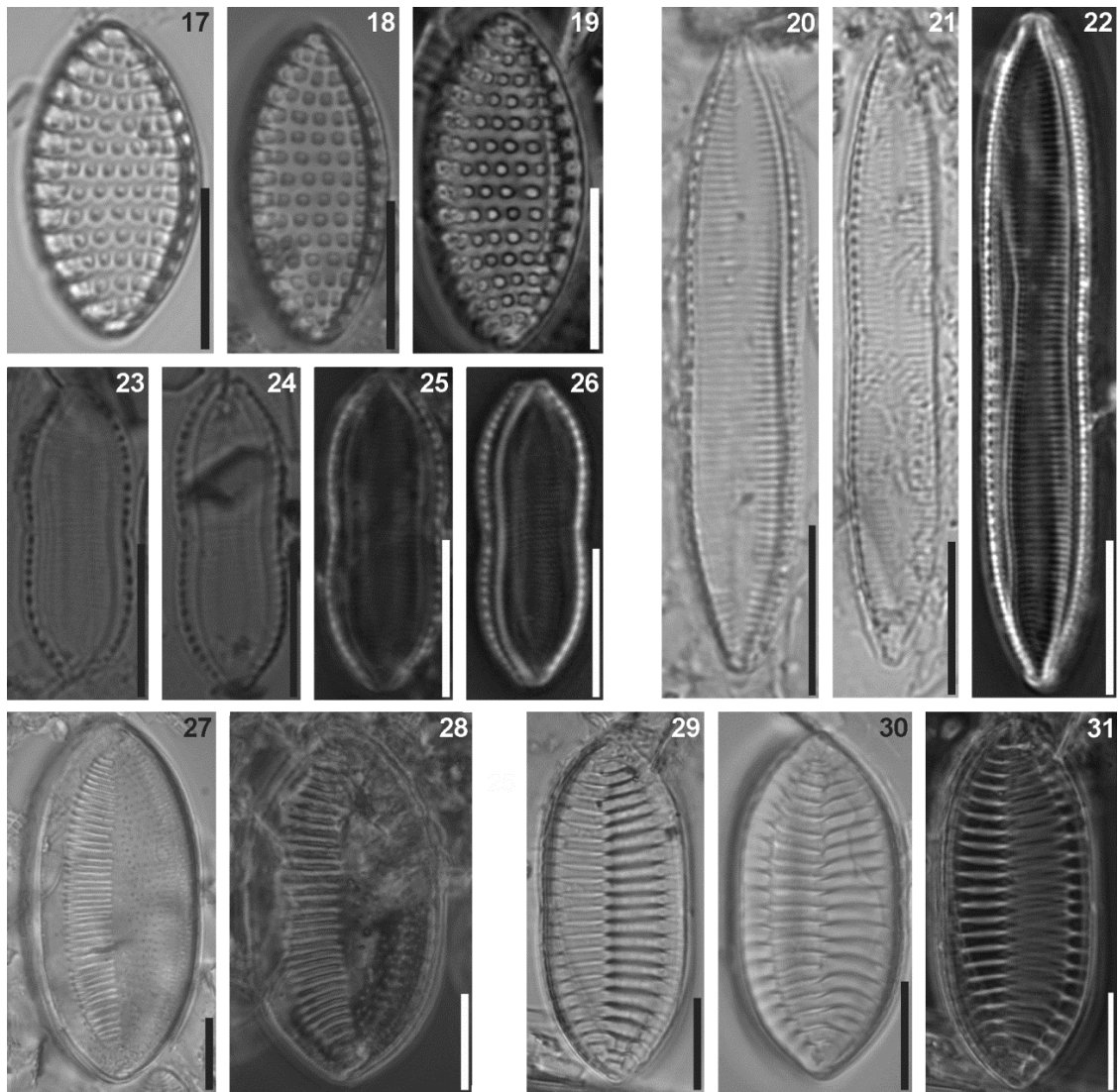


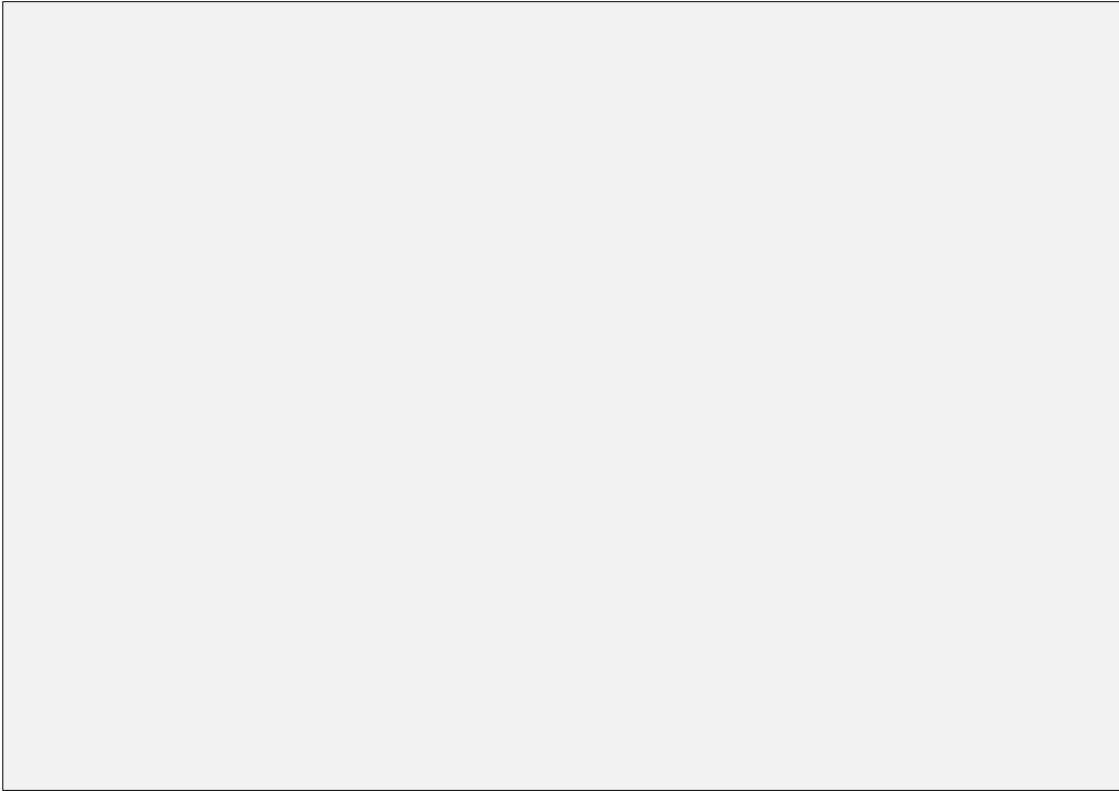
Fig. 1. Location of sampling sites: Saco do Silveira (SS); Ilha da Pólvora (IP) and São José do Norte (SJN) in Patos Lagoon estuary, southern Brazil. Modified from COSTA (1998).



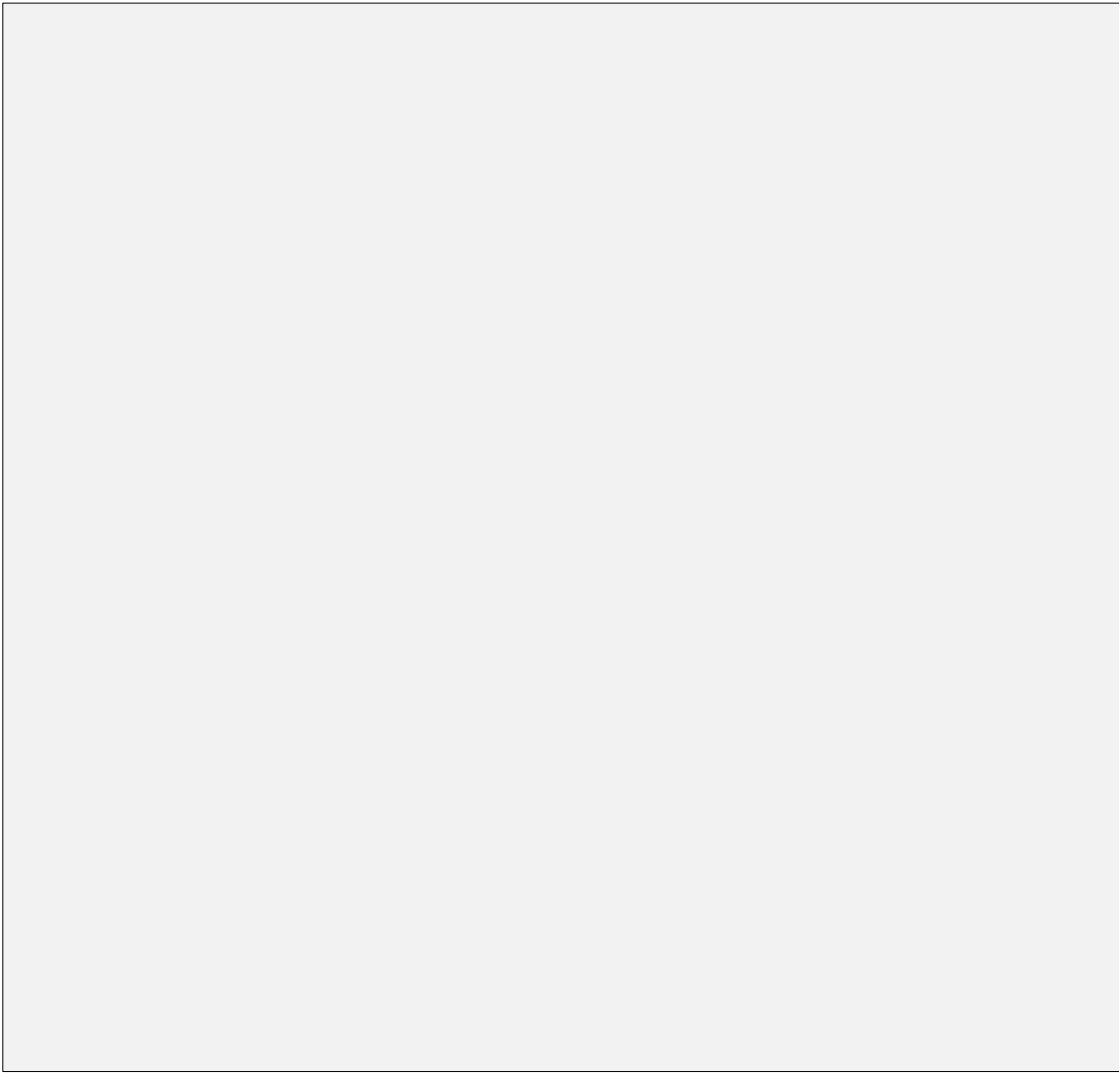
Figs 2–16. *Tryblionella* species from the Patos Lagoon salt marshes in LM. (2–5) *Tryblionella acuminata*. (6–9) *Tryblionella calida*. (10, 11) *Tryblionella circumsuta*. (12–16) *Tryblionella compressa*. Scale bar 10 μm (2–9, 12–16); 20 μm (10, 11).



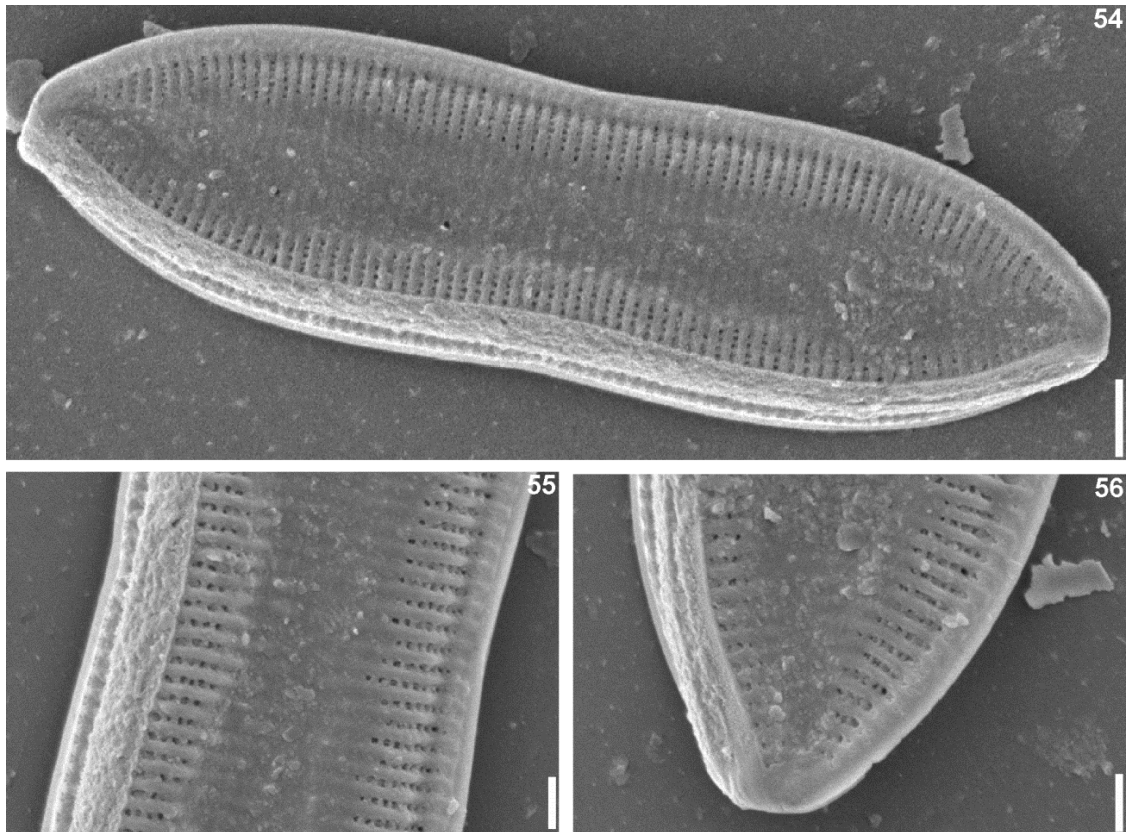
Figs 17–31. *Tryblionella* species from the Patos Lagoon salt marshes in LM. (17–19) *Tryblionella granulata*. (20–22) *Tryblionella hungarica*. (23–26) *Tryblionella persuadens*. (27, 28) *Tryblionella perversa*. (29–31) *Tryblionella victoriae*. Scale bars 10 μm .



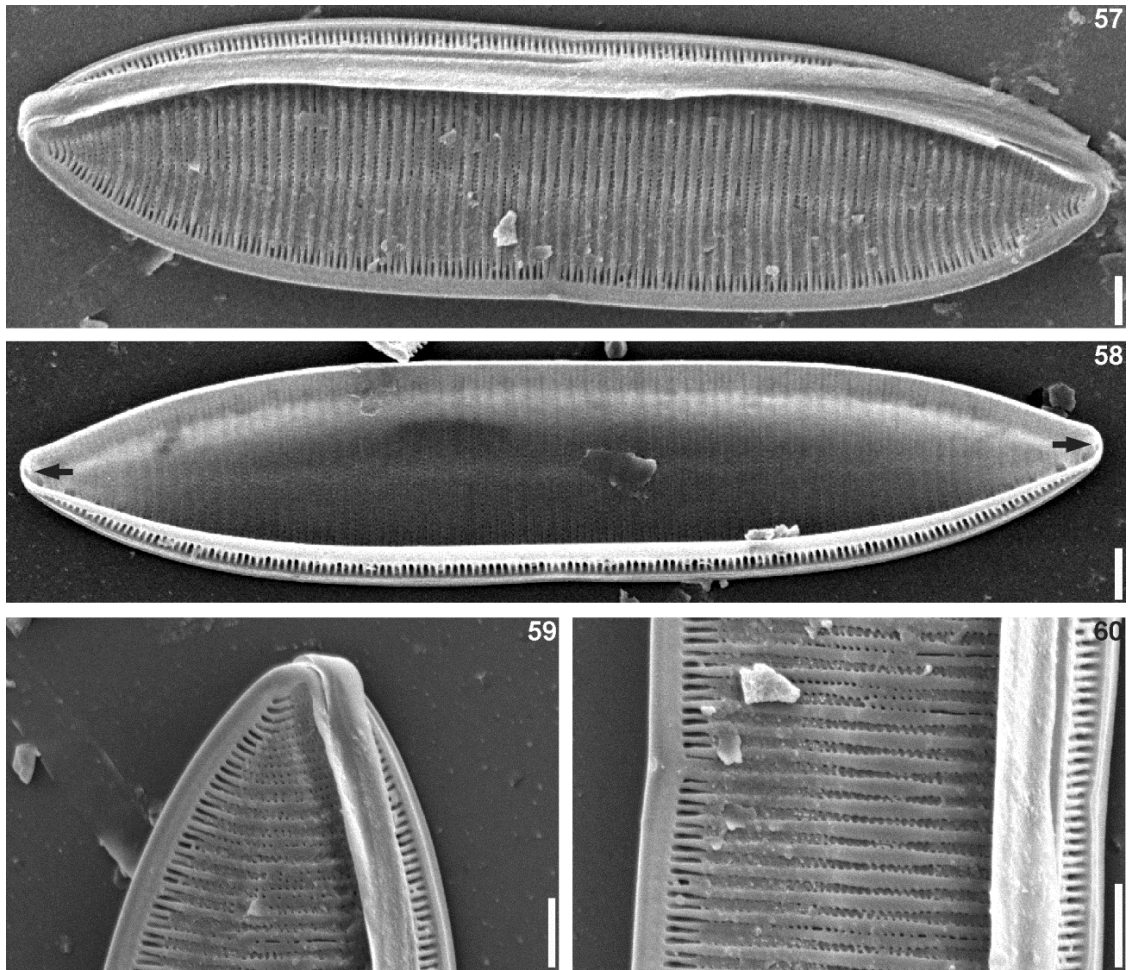
Figs 32–43 *Tryblionella* [redacted] sp. nov. in LM. Scale bars 10 μm .



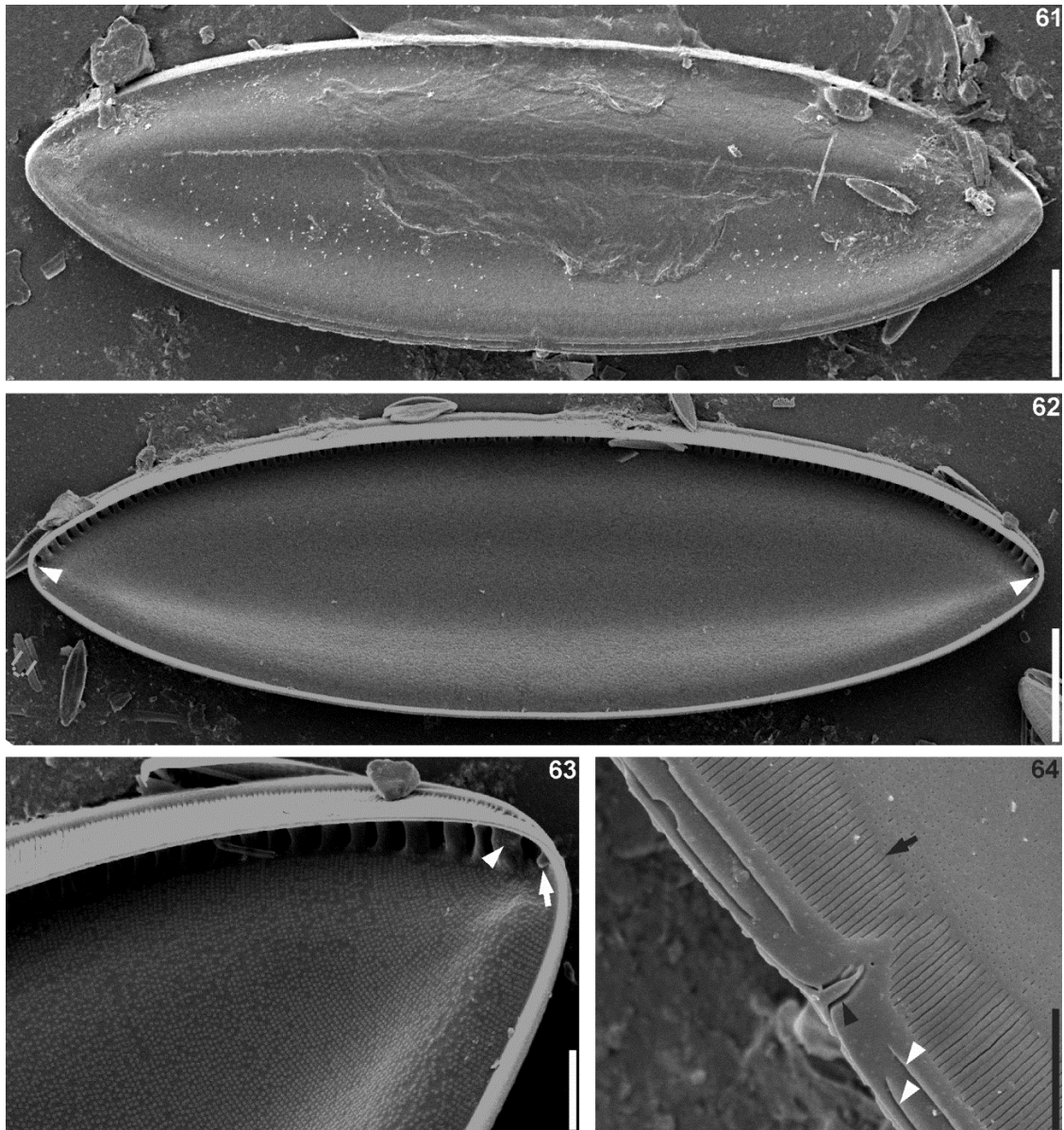
Figs 44–53 *Tryblionella* [redacted] sp. nov. in LM. Scale bars 10 μm .



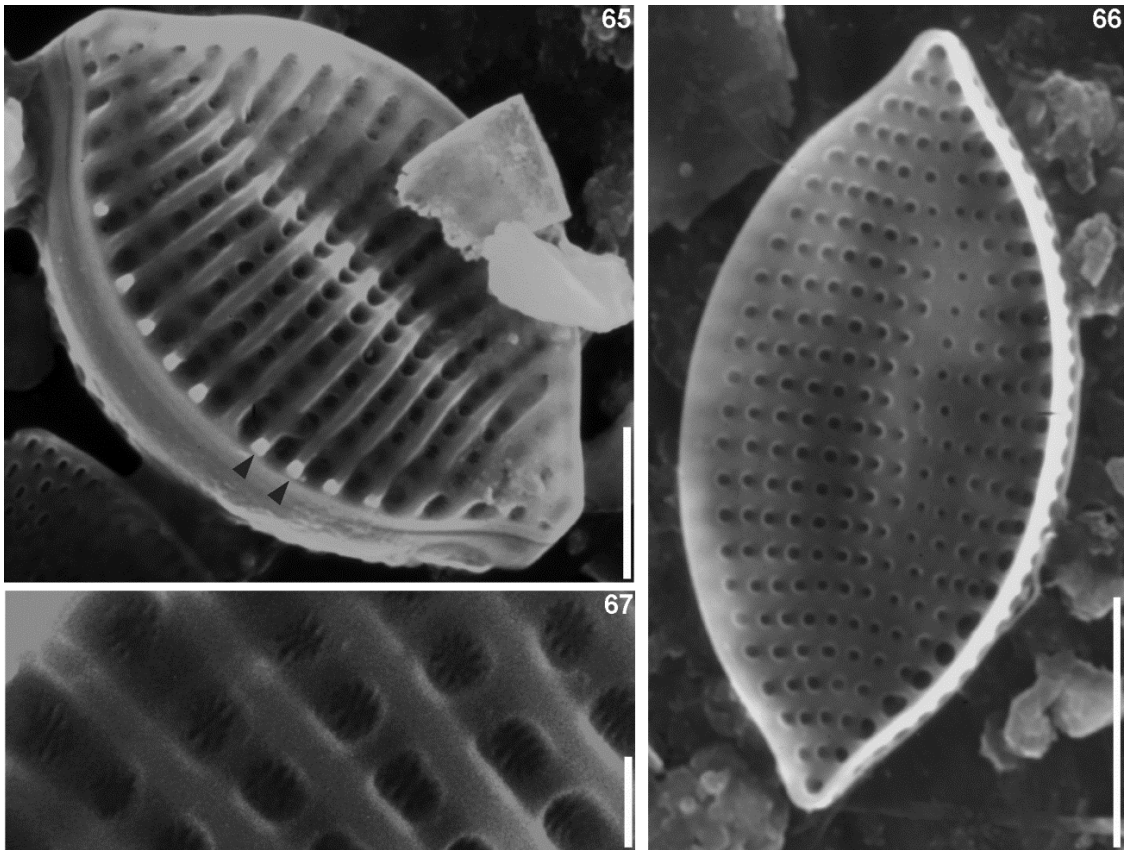
Figs 54–56 *Tryblionella acuminata* in SEM. (54) General external valve view. (55) Detail of the median region of the valve. (56) Detail of the valve end. Scale bar 2 μm (54), 1 μm (55, 56).



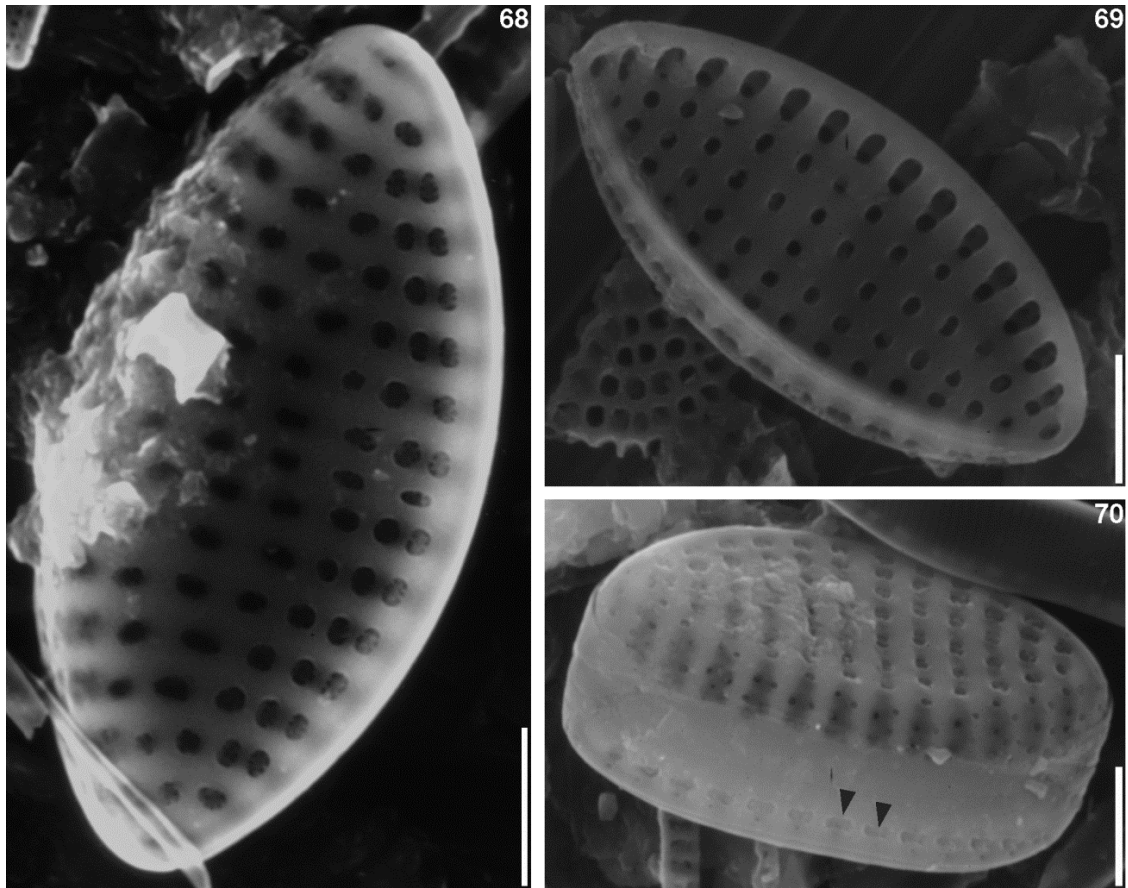
Figs 57–60 *Tryblionella calida* in SEM. (57) General external valve view. (58) General internal valve view. Small helictoglossae are visible at the ends of the valve (black arrows). (59) Detail of the valve end. (60) Detail of the median region of the valve. Scale bars 2 μm .



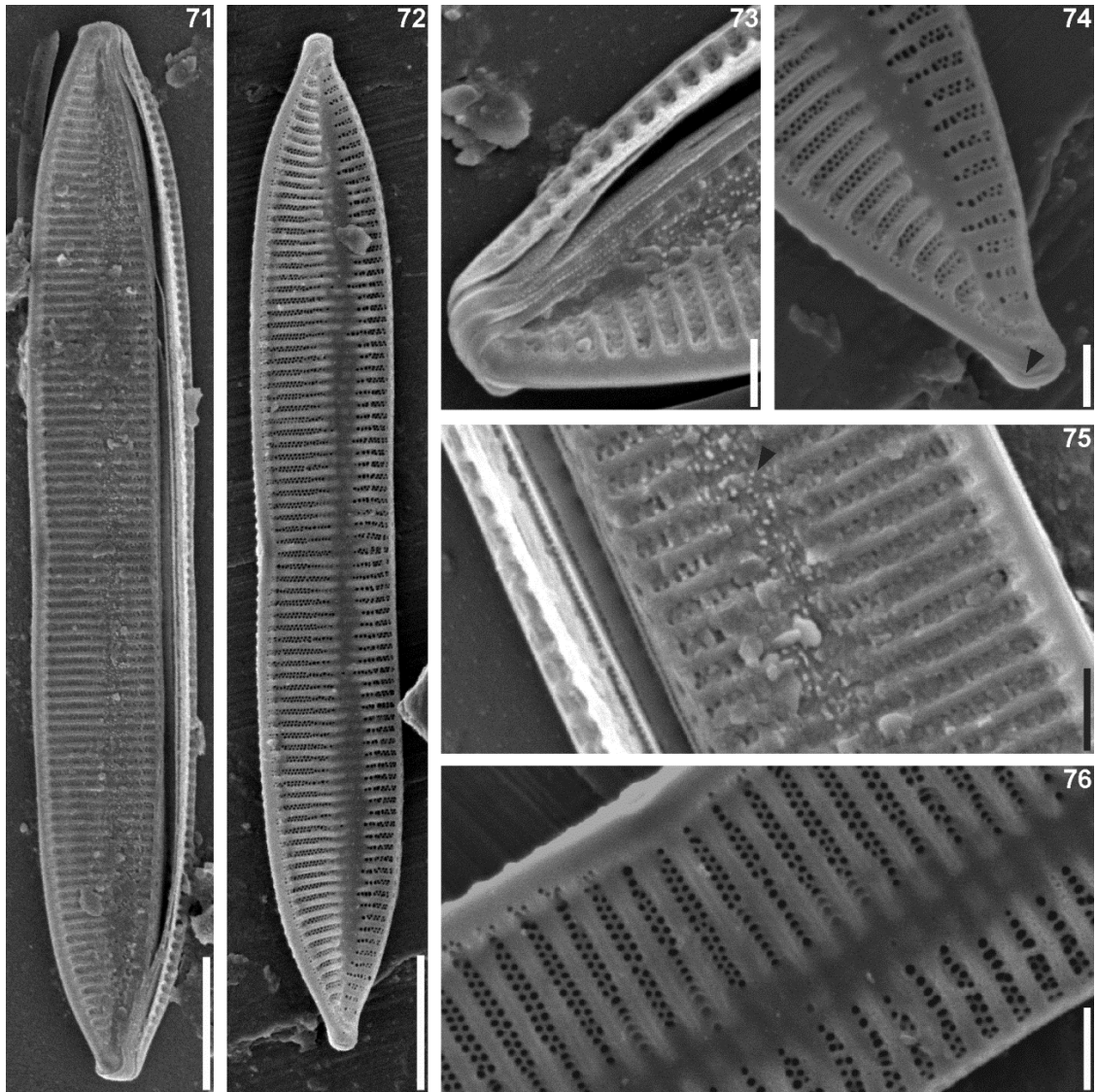
Figs 61–64 *Tryblionella circumscuta* in SEM. (61) General external valve view. Note the longitudinal fold bearing a narrow ridge of silica. (62) General internal valve view. (63) Detail of the valve end. Note the areolation throughout the fibulae (white arrow head) and the small helictoglossa (white arrow). (64) Detail of the median region of the raphid margin. Note the gill-like arrangement of the transapical laminae (black arrow), the longitudinal grooves running parallel to the raphe fissure (white arrow heads) and the central nodule diverted in a V-shaped structure (black arrow head). Scale bar 20 μm (61, 62), 5 μm (63, 64).



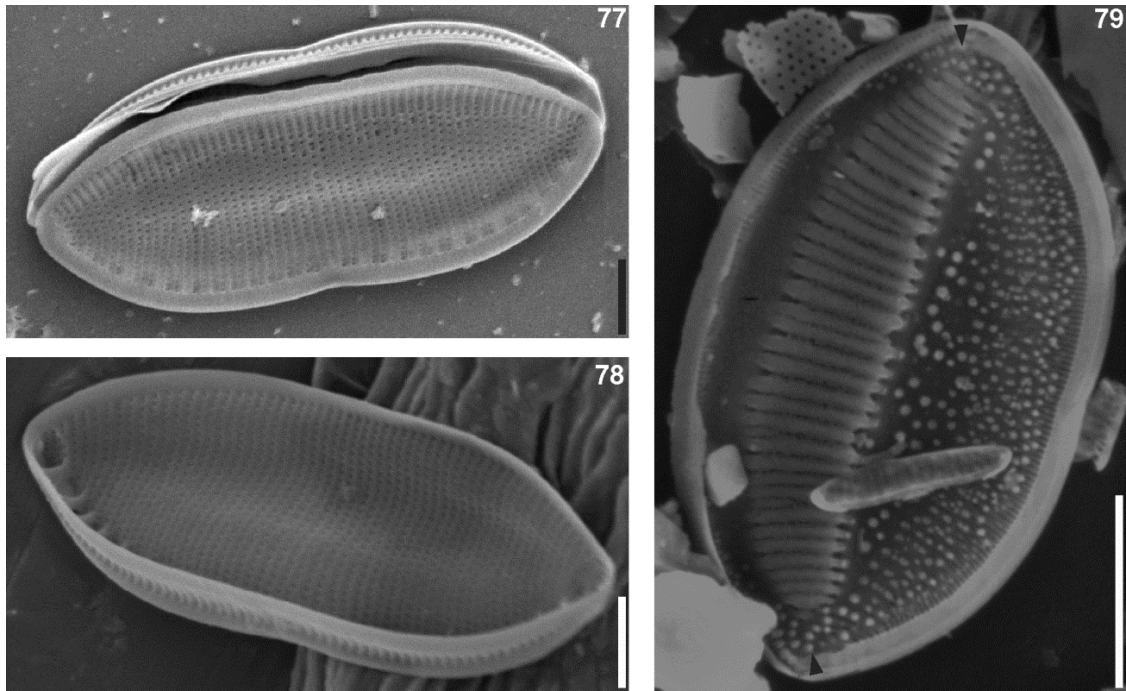
Figs 65–67 *Tryblionella compressa* in SEM. (65) General external valve view. Note the line of warts disposed on one margins (black arrow heads). (66) General internal valve view. (67) Detail of the poroids occluded by vola. Scale bar 5 μm (65), 10 μm (66), 1 μm (67).



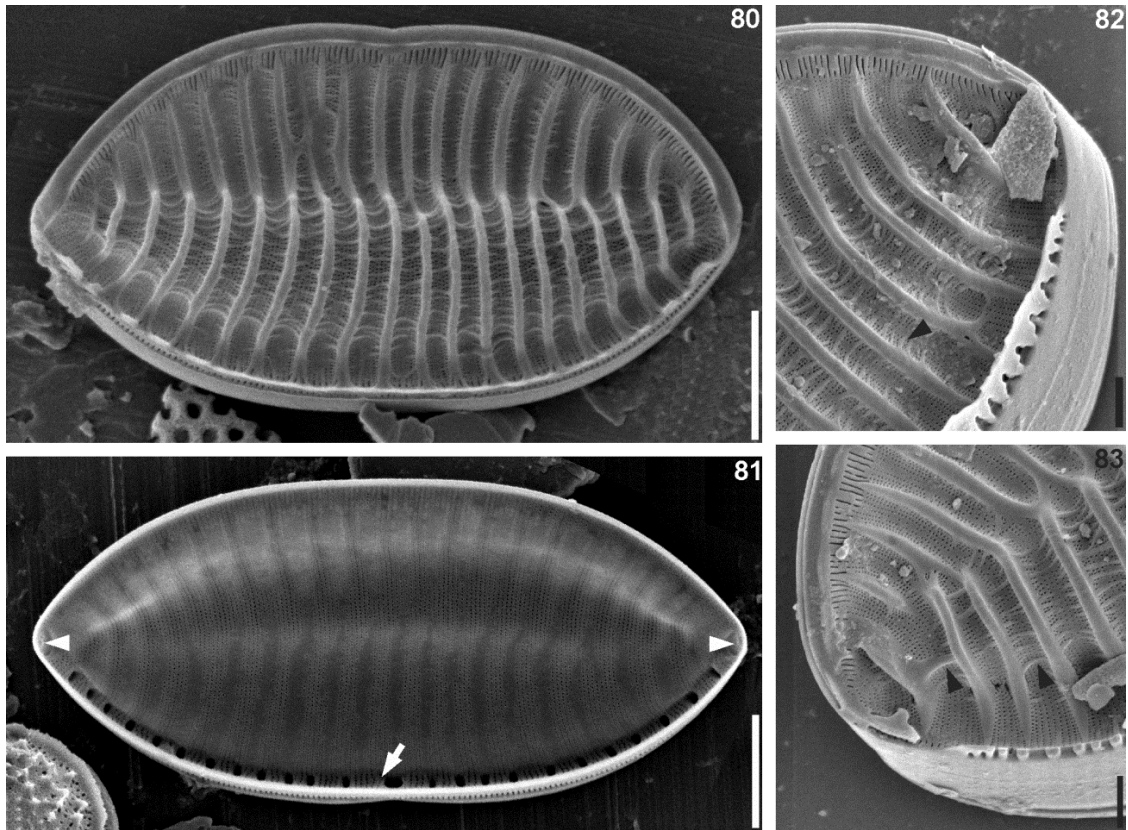
Figs 68–70 *Tryblionella granulata* in SEM. (68) General external valve view. (69) General internal valve view. (70) Lateral view of the frustule (black arrow heads). Scale bars 5 μm .



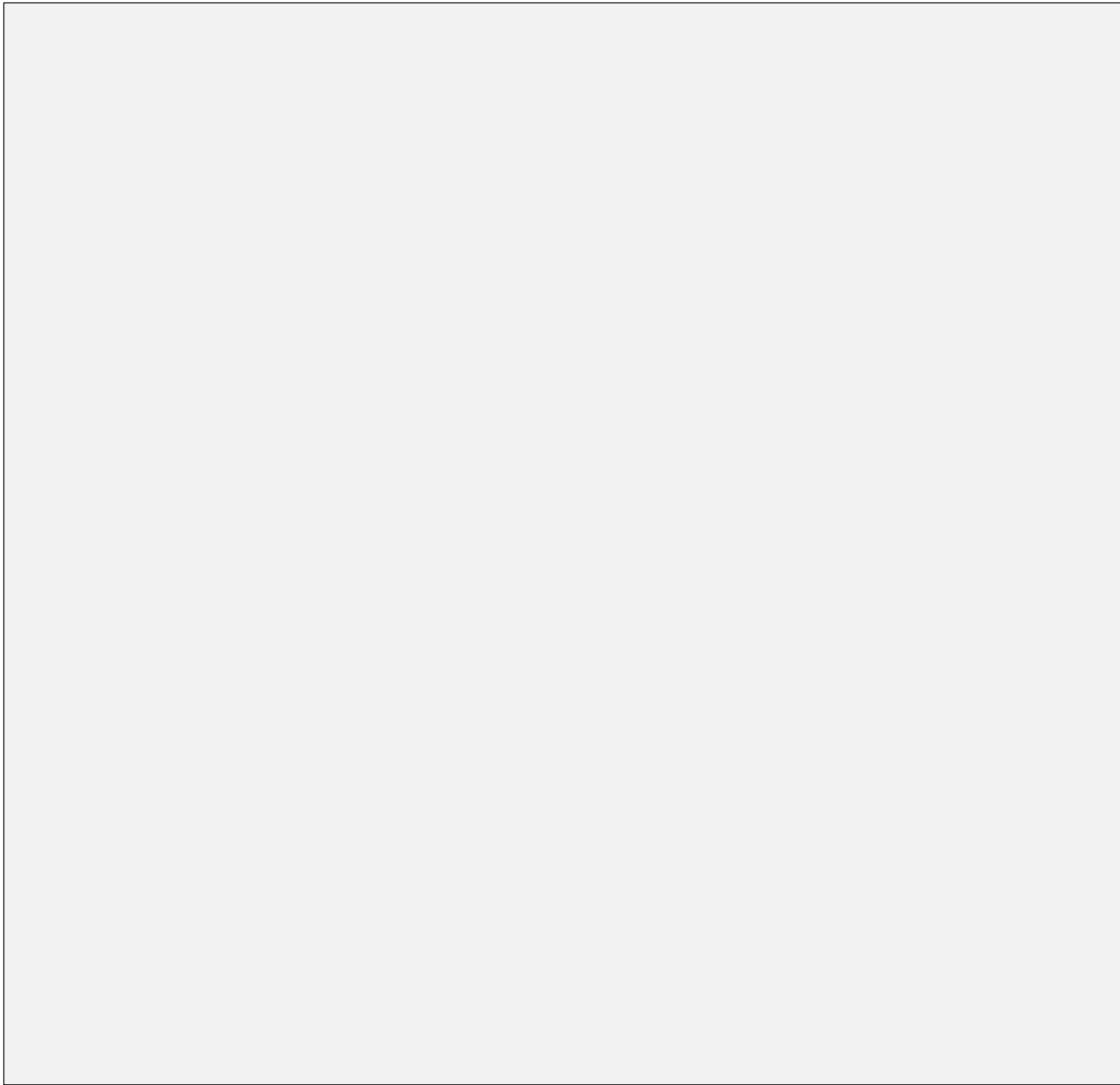
Figs 71–76 *Tryblionella hungarica* in SEM. (71, 72) General external valve views. (73, 74) Detail of the valve ends. Note the distal valve end deflected (black arrow head). (75, 76) Detail of the median region of the valve. Note the granules on the sternum (black arrow head) and the striae formed by one or two rows of poroids. Scale bar 5 μm (71, 72), 1 μm (73–76).



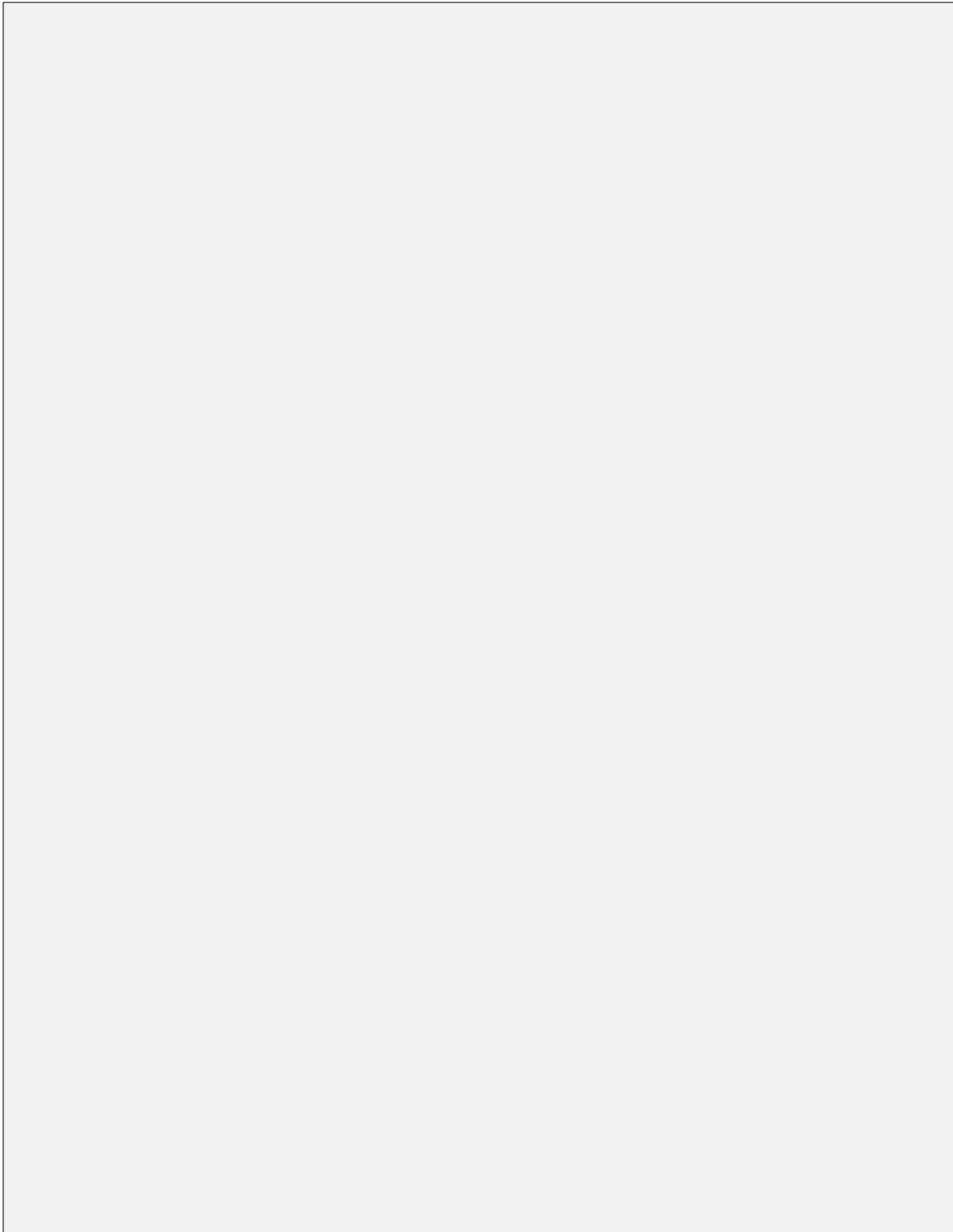
Figs 77–79 *Tryblionella* spp. in SEM. (77) General external valve view of *Tryblionella persuadens*. (77) General internal valve view of *Tryblionella persuadens*. (78) General external valve view of *Tryblionella perversa*. Note the granules advancing towards the transapical ribs side (black arrow heads). Scale bar 2 μm (77, 78), 10 μm (79).



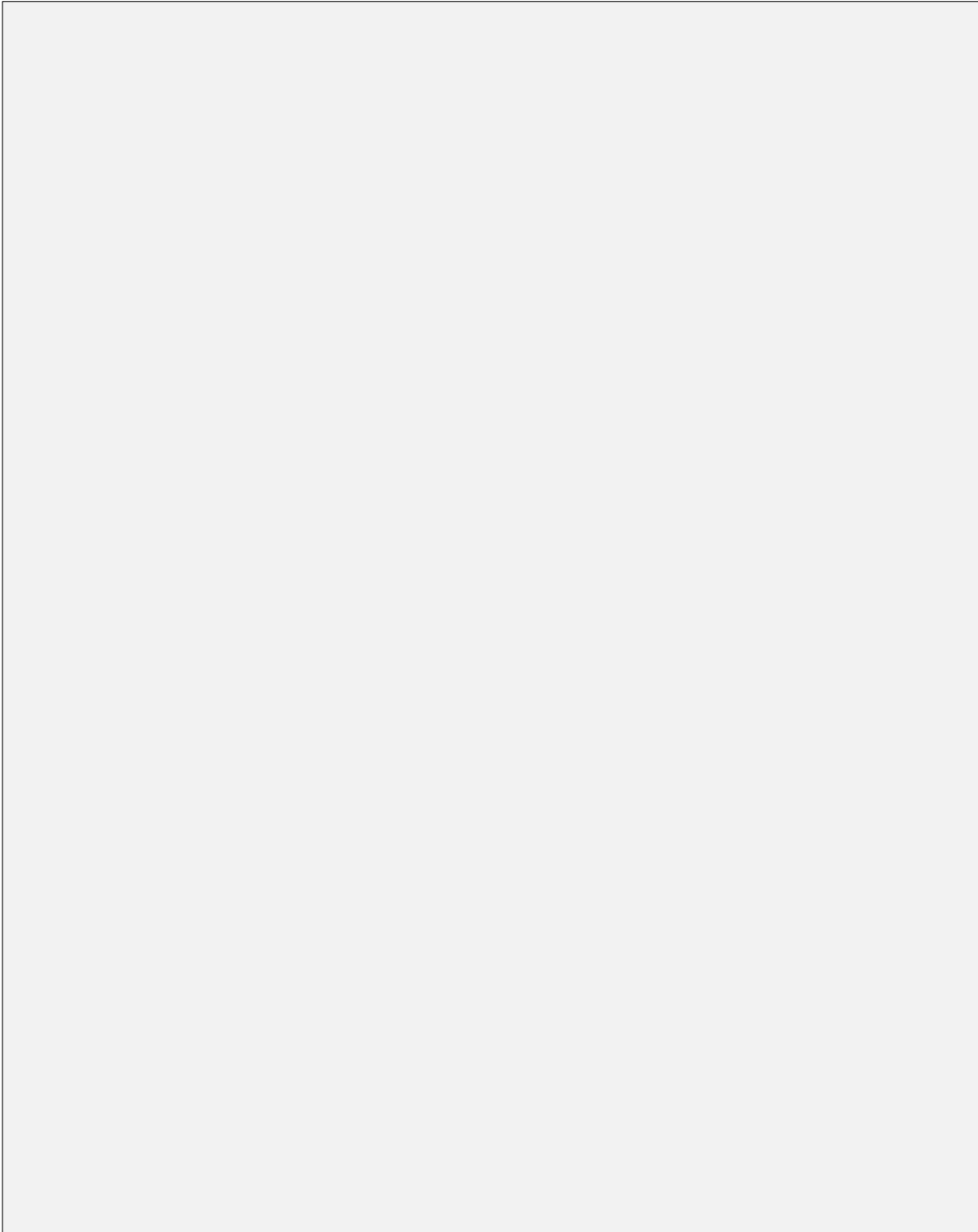
Figs 80–83 *Tryblionella victoriae* in SEM. (80) General external valve view. (81) General internal valve view. Note the small helictoglossae at each valve end (white arrow heads). (82, 83) Details of the valve ends. Note the thin apical silica projections between the transapical ribs (black arrow heads). Scale bar 5 μm (80, 81), 2 μm (82, 83).



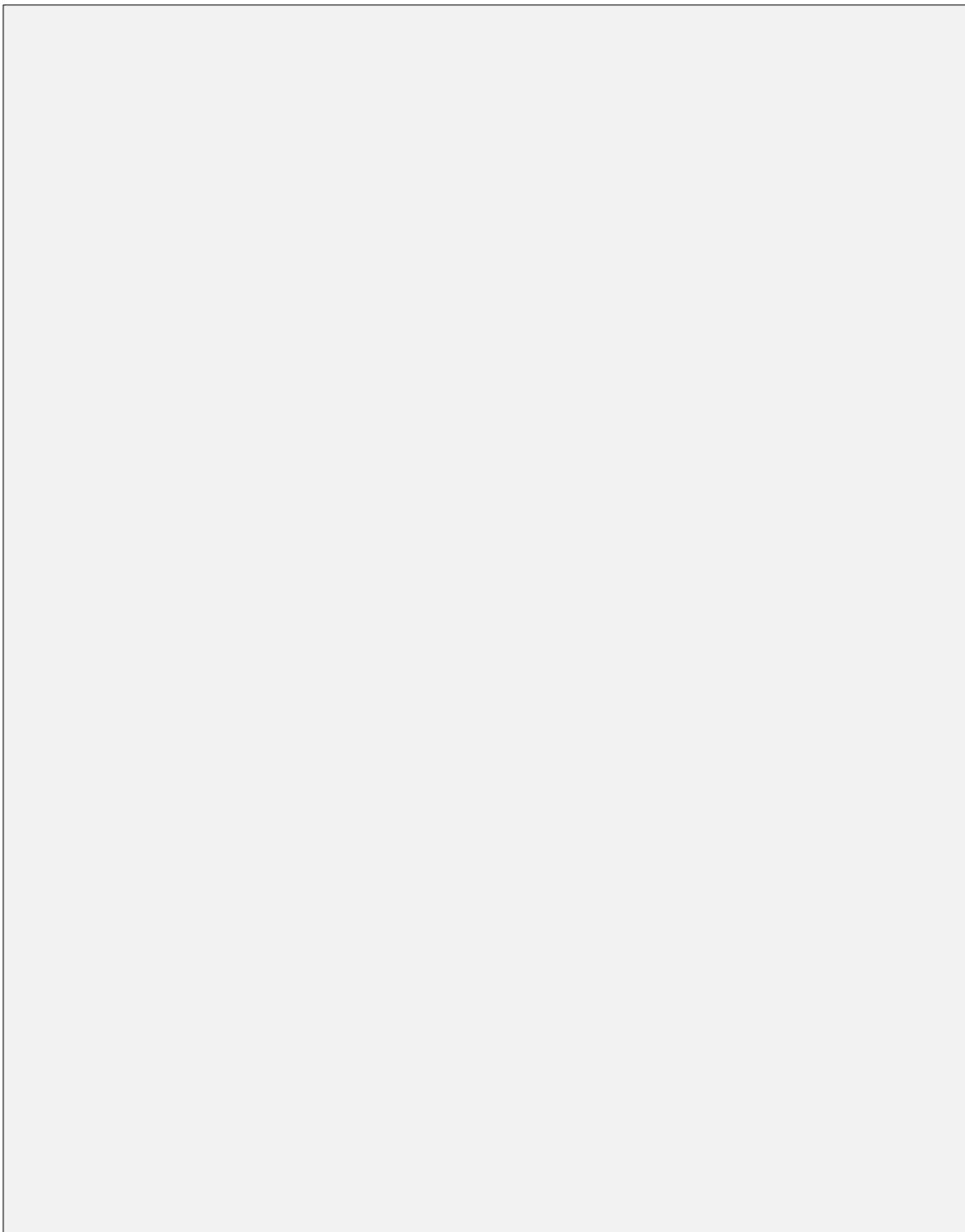
Figs 84, 85 *Tryblionella* [redacted] sp. nov. in SEM. (84) General external view. (85) General internal valve view. Scale bar 2.5 μm .



Figs 86–89 *Tryblionella* [redacted] sp. nov. in SEM. (86) Oppened frutule, show cingulum bands. (87) Detail of the median regial of the valve in external view. (88, 89) Details of the valve apices in external view. Note the distal raphe endings (black arrow head) and the flattened projection (white arrow head). (90, 91) Detail of the valve apices internal view. Scale bar 5 μm (86), 1 μm (87–91).



Figs 92–94 *Tryblionella* [redacted] sp. nov. in SEM. (92, 93) General external valve view. (94) General internal valve view. Scale bar 10 μm .



Figs 95–100 *Tryblionella* [redacted] sp. nov. in SEM. (95, 96) Details of the valve apices in external view. (97, 98) Detail of the valve apices internal view. Note the small helictoglossae (white arrow heads). (99) Detail of the “lace texture” ornamentation. (100) Detail of the proximal raphe endings. Scale bar 10 μm (95–98), 2 μm (99), 1 μm (100).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo é a primeira contribuição para o conhecimento da diatomoflórula epifítica em marismas brasileiras, servindo de base para futuras investigações nesses ambientes. O elevado número de táxons registrados indica que, embora pouco estudadas, as marismas abrigam uma rica flora de diatomáceas, composta por espécies adaptadas às variações ambientais do estuário. Muitos táxons foram mantidos em nível genérico ou como *affinis* e *conferatum*, uma vez que necessitam de análise mais detalhada para sua determinação. Além disso, os estudos sobre diatomáceas de ambientes mixohalinos são escassos, oferecendo pouca base para comparação entre os táxons. A identificação cuidadosa é imprescindível para que possam ser feitas inferências sobre as respostas dos táxons às variações ambientais e para permitir a comparação com as comunidades de outras marismas e também estudos futuros nas marismas da Lagoa dos Patos.

Além das novas espécies registradas para os gêneros *Nitzschia* e *Tryblionella*, acredita-se que existam outras espécies novas para a ciência, especialmente dentro dos gêneros *Navicula* e *Cocconeis*, indicando a necessidade de estudo mais aprofundado nesses gêneros.

O material depositado no Herbário Prof. Dr. Alarich Schultz (Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul) contribui para a ampliação da coleção de referência de diatomáceas de águas continentais e marinhas do Estado.