

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 15/07/2021.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – RIO CLARO**



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGIA VEGETAL)**

**A FAMÍLIA BACILLARIACEAE (BACILLARIOPHYCEAE) NO ESTADO DE SÃO
PAULO: LEVANTAMENTO FLORÍSTICO**

ELTON AUGUSTO LEHMKUHL

**Tese apresentada ao Instituto de
Biociências do Câmpus de Rio Claro,
Universidade Estadual Paulista, como
parte dos requisitos para obtenção do
título de Doutor em Ciências
Biológicas (Biologia Vegetal).**

JULHO 2019

**A FAMÍLIA BACILLARIACEAE (BACILLARIOPHYCEAE) NO ESTADO DE SÃO
PAULO: LEVANTAMENTO FLORÍSTICO**

ELTON AUGUSTO LEHMKUHL

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo de Mattos Bicudo

**Tese apresentada ao Instituto de
Biociências do Câmpus de Rio
Claro, Universidade Estadual
Paulista, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Doutor
em Ciências Biológicas (Biologia
Vegetal).**

JULHO 2019

L523f Lehmkuhl, Elton Augusto
A família Bacillariaceae (Bacillariophyceae) no estado
de São Paulo: levantamento florístico / Elton Augusto
Lehmkuhl. -- Rio Claro, 2019
228 f. : il., tabs., fotos, mapas

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro
Orientador: Carlos Eduardo de Mattos Bicudo

1. Biologia. 2. Taxonomia. 3. Diatomácea. 4.
Biodiversidade. 5. Ficoflora. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do
Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



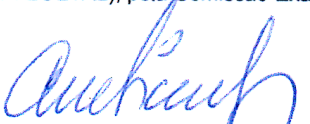
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

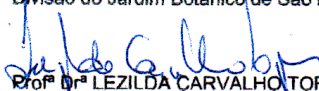
TÍTULO DA TESE: A FAMÍLIA BACILLARIACEAE (BACILLARIOPHYCEAE) NO ESTADO DE SÃO PAULO:
LEVANTAMENTO FLORÍSTICO

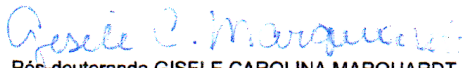
AUTOR: ELTON AUGUSTO LEHMKUHL


ORIENTADOR: CARLOS EDUARDO DE MATTOS BICUDO


Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGIA VEGETAL), pela Comissão Examinadora:


Professor Doutor CARLOS EDUARDO DE MATTOS BICUDO
Divisão do Jardim Botânico de São Paulo, Seção de Ecologia / Instituto de Botânica - SP


Prof.ª Dr.ª LEZILDA CARVALHO TORGAN
Universidade Federal do Rio Grande do Sul


Pós-doutoranda GISELE CAROLINA MARQUARDT
Secretaria do Meio Ambiente / Instituto de Botânica - São Paulo


Professora Doutora ANDREA TUCCI
Centro de Pesquisa em Plantas Avasculares e Fungos, Núcleo de Pesquisa em Ficologia / Instituto de Botânica
- SP


Prof. Dr. LUIS HENRIQUE ZANINI BRANCO
Departamento de Zoologia e Botânica / UNESP/ Câmpus de São José do Rio Preto

Rio Claro, 15 de julho de 2019

Que todos os seres possam se beneficiar

Dedicatória
*Dedico este trabalho à minha
esposa Angela Maria e minha filha
Alice, amo mais do que tudo que
há nesta vida.*

Agradecimentos

Primeiramente, gostaria de agradecer aos Budas que passaram toda sua sabedoria que chega a nós nos dias de hoje, para que possa ser aplicada com boas intenções e para o bem de todos os seres.

Gostaria de agradecer ao meu orientador Carlos Eduardo de Mattos Bicudo, que me aceitou de braços abertos sempre com bom humor, mas nunca deixando de falar os ensinamentos e as orientações. Este Professor me ensinou muito mais do que taxonomia, ensinou-me a ser alguém melhor e isso não está escrito em lugar nenhum.

À esposa do meu orientador, Denise de Campos Bicudo, quero agradecer os ensinamentos, sugestões, boa convivência, sua presença acrescentou muito no meu trabalho nestes quatro anos.

Agradeço ao David G. Mann que me acolheu em meu estágio de forma tão nobre. Gentilmente, me ensinou valiosamente muito além do que eu poderia esperar.

Às Thelma A. V. Ludwig e Priscilla I. Tremarin, meu muito obrigado pelo seu tempo e pelas sugestões e contribuições neste trabalho e pelos primeiros passos nos estudos de diatomáceas e paciência.

Obrigado a Eduardo A. Morales, que durante esses quatro anos contribuiu com idéias e sugestões importantes.

À minha esposa Angela Maria da Silva Lehmkuhl, agradeço por te-la em minha vida, sempre boa companheira, trabalhando com força e resistência, parceira inseparável do dia a dia. Carinhosa, que ao meu lado ajudou muito, ouviu-me, discutiu idéias, resolveu problemas com agilidade e muitas outras coisas. Enfim, são tantas qualidades e experiências positivas que não caberiam aqui, mas com certeza a minha vida é muito mais alegre, feliz e realizada ao seu lado e, com certeza, este trabalho não seria o mesmo. Agradeço com todo amor que posso dar. E também à minha filha Alice, sempre carinhosa, querida e doce, minha melhor motivação e inspiração, meu amor infinito e incondicional.

À minha sogra e sogro, Ana Alice e Geraldo, sempre respeitando, dando suporte e ajudando sem pensar duas vezes, foram muito importantes em vários momentos, desde antes da chegada a São Paulo e até depois do término deste trabalho. À minha querida cunhada Izadora e ao meu querido amigo e cunhado Renato, às minhas queridas sobrinhas Carolina, Jaqueline, Rosa Morena, Rafaela e sobrinho Daniel. Aos meus irmãos Erika e Roger. Aos meus avós Opa, Luiz e Eunéia. A todos o meu muito obrigado.

Aos meus pais Cláudia e Adelino Lehmkuhl, desde sempre me incentivando, passando-me força e sendo bons exemplos. Gratidão eterna.

À Oma, que uma certa vez quando eu era criança e não queria ir à escola por desconcertos sociais, me abraçou e disse que um dia eu seria doutor e, nesse momento, plantou-me a sementinha de estudar. Sem palavras.

Aos colegas do laboratório Estefania, Simone “Mone”, Krysna, Stéfano, Richard, Simone “Si”, Laís, Mayara, Gisele Pedrosa, Gisele Marquardt, Luyza, Jenifer, Priscylla, Thiago, Marcela, Samantha, Elaine, Camila, Livia, Lucineide, Diego, Ruan e Yukio. Muitas risadas e muito aprendizado. A boa convivência e o alívio nos momentos mais tensos foram muito importantes, vou levar pra vida um pouquinho de cada um.

Aos amigos Jane Martins, Maria Angélica dos Santos Oliveira, Bernardo Berenchtein, Ana Luiza Saura, Emiliano Carvalho Melo Neto, Carla Chang, David Cardoso Orilho, Diego Fernandes Leite, Francisco Leite, professora Ieda, John Clifford, Germano Monteiro, Gabriel Marcusso, Vitor Kamimura, Karliane e também aos meus professores de inglês Fernanda, Eliane e Marco Aurélio. Agradeço-lhes por tudo que fizeram, desde um incentivo, um abraço, uma conversa todos são memoráveis.

Aos colegas do Instituto de Ciências Sociais, Educação e Zootecnia, e ao colegiado de Zootecnia (ICSEZ), Soraya, Christiano, Geilson, José Luiz, Patricia, Sueila, Wamber, Inácio, Jackson e Tomaz. Também aos outros professores e aos meus alunos que me ensinaram muito e, com certeza, ajudaram-me a tornar-me um ser humano melhor.

Ao Instituto de Botânica pela infraestrutura concedida para a realização de todas as etapas da confecção deste estudo.

Ao Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal, a todos do corpo docente e técnicos da secretaria, pela atenção e dúvidas sanadas.

À Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Sociais, Educação e Zootecnia, e ao colegiado de Zootecnia pelo apoio e pela licença de quatro anos para que eu pudesse realizar o doutorado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), pela bolsa de estudos concedida, Edital 010/2015 PROPG-AM.

Às queridas Magali e Srta. Janis, sempre carinhosas e companheiras.

Sou imensamente agradecido também a todos àqueles que tiveram pequenas influências e participações, mesmo não sendo citadas aqui.

SUMÁRIO

Resumo	9
“Abstract”	11
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	13
1.1. Diatomáceas	13
1.2. Família Bacillariaceae.....	14
1.3. Estudo sobre diatomáceas no Estado de São Paulo	17
1.4. Pesquisas incluindo Bacillariaceae no Brasil.....	18
2. OBJETIVOS.....	20
2.1. Objetivo geral	20
2.2. Objetivos específicos	20
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1. Material para estudo.....	21
3.2. Coleta.....	21
3.3. Fixação e preservação	22
3.4. Inclusão do material no herbário institucional	22
3.5. Técnicas para estudo do material	22
3.6. Identificação e descrição.....	23
3.7. Registro fotográfico e montagem das pranchas de ilustração dos materiais identificados	24
4. LITERATURA CITADA	24
CAPÍTULO 1: A família Bacillariaceae (Bacillariophyceae) no Estado de São Paulo, sudeste do Brasil.....	30
Introdução.....	31
Material e Métodos	32
Resultados e Discussão.....	32
Considerações finais.....	47
Literatura citada	49
Ilustrações	54
CAPÍTULO 2: Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algae, 45: Bacillariophyceae (Bacillariaceae).....	94
Introdução.....	95
Material e Métodos	95
Resultados e Discussão.....	96
Considerações finais.....	110
Literatura citada	111
Ilustrações	116
Capítulo 3: Two new species of <i>Nitzschia</i> (Bacillariaceae, Bacillariophyta) from tropical reservoirs of southeastern Brazil	132
Abstract.....	132
Introduction	134
Material and methods	135
Results	138
Discussion.....	142
References	148
Figures.....	155

CAPÍTULO 4: The complex “<i>Nitzschia amphibia-amphibioides-semirobusta</i>” (Bacillariophyta, Bacillariaceae): diacritic and diagnostic features.....	161
Abstract.....	161
Introduction	161
Material and Methods.....	162
Results	166
Light Microscope (LM) and Scanning Electron Microscope (SEM) analyses	166
First descriptions of the species complex “<i>Nitzschia amphibia-amphibioides-semirobusta</i>”	172
The “<i>Nitzschia amphibia-amphibioides-semirobusta</i>” complex	174
How to differ species in the complex?	177
Does the <i>Nitzschia amphibia</i> concept drifted?	179
Emend to <i>Nitzschia amphibia</i> diagnosis.....	180
Misidentifications and species misconceptions of the original descriptions of complex “<i>Nitzschia amphibia-amphibioides-semirobusta</i>”	180
References cited.....	183
Figures.....	192
CONSIDERAÇÕES FINAIS	214
ANEXO	216
Tabela 1. Código de herbário das a mostras analisadas e informações de coleta	216

Resumo

O estudo objetivou o inventário taxonômico dos gêneros, espécies e variedades taxonômicas da família Bacillariaceae presentes no Estado de São Paulo. A família Bacillariaceae compreende as diatomáceas com fíbulas na região interna da valva e frústula longilínea dos tipos fusiforme ou mais ou menos alongado, linear, lanceolado assimétrico, sigmoide, panduriforme ou elíptico. As estrias são lineares, uni ou bisseriadas e paralelas entre si na maioria das espécies. Os polos podem ser rostrados, capitados, obtusos, apiculados ou arredondados. A família é constituída por 18 gêneros que podem ocorrer em ambientes marinhos, estuarinos ou de água doce, sendo *Nitzschia* Hassal o mais especioso de todos. No Estado de São Paulo foram realizados estudos de cunho ecológico para os quais foram identificados 17 táxons em nível infragenérico e outros 13 em nível gênero. Entretanto, nenhum estudo sobre a taxonomia das Bacillariaceae foi realizado no Estado. O presente estudo contribui para o levantamento florístico das diatomáceas do Estado de São Paulo e serve de molde para realização de estudos congêneres em outros estados brasileiros. As análises foram realizadas utilizando amostras depositadas no Herbário Científico do Estado “Maria Eneyda P. Kauffmann Fidalgo” (SP) do Instituto de Botânica. Estas amostras vêm sendo coletadas desde 1960 e representam a essência da pesquisa. O plâncton foi coletado pelo arrasto subsuperficial de rede cônica confeccionada com tecido de náilon com malha de abertura de 20 µm. O perifíton foi amostrado pelo espremido manual de vegetais submersos e/ou coleta de plantas inteiras para posterior raspagem em laboratório. Houve também raspagem de rochas submersas usando canivete ou lâmina de barbear. Amostras provenientes do sedimento superficial (± 2 cm superficiais) também foram obtidas. Todas as amostras foram coletadas em duplicata e fixadas no momento da coleta utilizando solução aquosa de formalina a 3-5%; e os dados pertinentes à coleta registrados (localidade da coleta, nome do coletor e data da coleta). Utilizou-se o método de oxidação de Hasle e Fryxell e Naphrax como meio de inclusão para o preparo das lâminas permanentes do material de estudo. A identificação foi realizada a partir da análise de populações, sempre ao menor nível taxonômico possível, utilizando trabalhos clássicos e atualizados que contivessem descrições e/ou imagens dos táxons da família em foco. Os materiais identificados foram registrados em fotografia através de microscópio óptico equipado com câmera-clara digital e têm sua descrição detalhada e obtida a variação métrica. Das 219 amostras analisadas, foram

inventariadas 41 espécies pertencentes à família Bacillariaceae, sendo que dos 4 gêneros identificados, *Nitzschia* foi o que apresentou a maior quantidade de táxons (31), seguido por *Tryblionella* e *Hantzschia* com três espécies cada e *Grunowia* com duas espécies. Novos registros para o Estado de São Paulo somam 15 e são: *Grunowia tabellaria* (Grunow) Rabenhorst, *Nitzschia acicularis* (Kützing) W.Smith, *Nitzschia acidoclinata* Lange-Bertalot, *Nitzschia clausii* Hantzsch, *Nitzschia reversa* W.Smith, *Nitzschia dissipata* (Kützing) Rabenhorst, *Nitzschia intermedia* Hantzsch, *Nitzschia ligowskii* Lange-Bertalot, Kociolek & Brzezinska, *Nitzschia nana* Grunow, *Nitzschia palea* (Kützing) W.Smith var. *tenuirostris* Grunow, *Nitzschia pseudofonticola* Hustedt, *Nitzschia subacicularis* Hustedt, *Tryblionella coarctata* (Grunow) D.G.Mann, *Tryblionella debilis* Arnott ex O'Meara e *Tryblionella victoriae* Grunow. O novos registros para o Brasil somam dois: *Grunowia solgensis* (A.Cleve) Aboal e *Nitzschia umbonata* (Ehrenberg) Lange-Bertalot. Para o gênero *Hantzschia* foi possível identificar dois materiais ao nível gênero e o mesmo aconteceu para dois materiais do gênero *Nitzschia*. Foram registradas duas espécies novas para a ciência, *Nitzschia australodesertorum* Lehmkuhl, T.Ludwig & C.Bicudo e *Nitzschia pusilluhasta* Lehmkuhl & C.Bicudo. Será proposta uma emenda taxonômica e um neótipo para *Nitzschia amphibia* Grunow. *Nitzschia palea* foi a espécie mais frequente, ocorrendo em 135 unidades amostrais. Apenas cinco amostras não apresentaram exemplares da família Bacillariaceae. Estão disponíveis neste trabalho o total de 40 pranchas contendo 1073 figuras de diatomáceas representantes da família Bacillariaceae.

Palavras chave: Diatomáceas; Taxonomia; Ficoflora; água doce; algas.

“Abstract”

Study aimed at surveying the Bacillariaceae, including genera, species and varieties, occurring in the state São Paulo. The Bacillariaceae family comprises diatoms with fibulae in the internal region of the valve. The frustule may show various shapes as follows: short or long, straight, asymmetric lanceolate, panduriform and elliptic. Striae are uni or biseriate and parallel in most species. Valve ends may be rostrate, capitate, cuneate, obtuse, apiculate, and rounded. The family comprises 18 genera that may occur in marine, estuarine and freshwater environments. *Nitzschia* Hassal is the most specious genus. São Paulo state Bacillariaceae studies were mostly conducted with an ecological approach, identifying 17 taxa at infrageneric and 13 at generic level. Regrettably, no surveys were carried out aiming at the Bacillariaceae floristics for that territory. Present study will improve the diatoms survey for the state São Paulo, and will provide a template for other Brazilian states. Analyses were made using samples deposited at the “Maria Eneida P. Kauffmann Fidalgo” Herbarium that belongs to the Botanical Institute of São Paulo. These samples have been collected since 1960 and represent the core of this research. Plankton samples were collected using subsurface tows with a conic 20 µm mesh nylon net. Periphyton was sampled by squeezing submerged plants and/or collecting whole submerged plants for later scraping at the laboratory. Rocks were also scraped using knives or razor blades. Samples were obtained from shallow sediment too (c. 2 cm superficial). All samples were collected in duplicate and immediately fixed after collection using 3-5% formalin; all relevant data were recorded ‘in situ’ at the same time of collection (collector name, date and place of sample collection). The material was oxidized using Fryxel & Hasle method and Naphrax as the mounting medium. Identification was conducted to the smallest taxonomic level possible using population analyses whenever possible and consulting with classical and actualized bibliography containing descriptions and/or figures of taxa of the family studied. All taxa were illustrated with photomicrographs through an optical microscope equipped with a digital camera, and had a detailed description and its metric variation provided. A total of 219 samples were analyzed, and 41 species belonging to the family Bacillariaceae inventoried. From the four genera identified, *Nitzschia* included the largest number of taxa (31), followed by *Tryblionella* and *Hantzschia* with three species each, and *Grunowia* with two species. New records for the state São Paulo add up to 15: *Grunowia tabellaria* (Grunow) Rabenhorst, *Nitzschia acicularis* (Kützing) W.Smith, *Nitzschia acidoclinata* Lange-Bertalot, *Nitzschia clausii* Hantzsch, *Nitzschia reversa* W.Smith, *Nitzschia dissipata* (Kützing) Rabenhorst, *Nitzschia intermedia* Hantzsch, *Nitzschia ligowskii* Lange-Bertalot, Kociolek & Brzezinska, *Nitzschia nana* Grunow, *Nitzschia palea*

(Kützing) W.Smith var. *tenuirostris* Grunow, *Nitzschia pseudofonticola* Hustedt, *Nitzschia subacicularis* Hustedt, *Tryblionella coarctata* (Grunow) D.G.Mann, *Tryblionella debilis* Arnott ex O'Meara and *Tryblionella victoriae* Grunow. Two new records for Brazil were presented: *Grunowia solgensis* (A.Cleve) Aboal and *Nitzschia umbonata* (Ehrenberg) Lange-Bertalot. Two *Hantzschia* and *Nitzschia* materials were identified just to the genus level. Two new species were presently recorded for science, *Nitzschia australodesertorum* Lehmkuhl, T.Ludwig & C.Bicudo and *Nitzschia pusilluhasta* Lehmkuhl & C.Bicudo. A taxonomic amendment and the neotype for *Nitzschia amphibia* Grunow will be provided. *Nitzschia palea* was the most frequent species in the state São Paulo occurring in 135 sample units. Only five sample units did not included specimens of the Bacillariaceae family. A total of 40 plates and 1073 diatom illustrations of representative specimens of the Bacillariaceae family are presently made available.

Key words: Diatoms; Taxonomy; Ficoflora; freshwater; algae.

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1. Diatomáceas

As algas popularmente chamadas diatomáceas possuem um envoltório externo constituído de sílica, a frústula, onde está a ornamentação utilizada na taxonomia do grupo (van den Hoek *et al.* 1995). As diatomáceas encontram-se repartidas por três classes, como segue: Coscinodiscophyceae Round & Crawford emend. Medlin & Kaczmarska, Mediophyceae (Jousé & Proshkina-Lavrenko) Medlin & Kaczmarska e Bacillariophyceae Haeckel emend. Medlin & Kaczmarska.

Bacillariophyceae são as diatomáceas que, em sua maioria, possuem simetria bilateral, fileiras de aréolas distribuídas radial ou paralelamente e oclusões de aréolas constituindo cribras, volas ou hímenes (Round *et al.* 1990). Outras estruturas diferenciais podem ser observadas na parede silícica dessas algas, conforme Medlin & Kaczmarska (2004), e aparecem sob a forma de um externo central na face valvar, o qual pode estar acompanhado por um sistema de rafe. Tal sistema pode ser central, subcentral, excêntrico, marginal ou submarginal. As espécies sem rafe pertencem às ordens Fragilariales, Tabellariales, Thalassionematales e Licmophorales que, comumente, possuem um processo em forma de tubo situado nos ápices da célula. As espécies com rafe estão classificadas nas ordens Raphoneidales, Eunotiales, Lyrelales, Mastogloiales, Dictyocindales, Cymbellales, Achnanthales, Naviculales, Thalassiophysales, Rhopalodiales, Surirellales e Bacillariales (Medlin & Kaczmarska 2004), sendo as três últimas as ordens cujos representantes possuem a rafe situada em um canal (Witkowski *et al.* 2011).

Existem ainda certas características diferenciais pertencentes à parte viva das diatomáceas não ao seu envoltório silícico como, por exemplo, a posição do complexo de Golgi, a localização e o número de plastídios e a estrutura do pirenoide. As espécies do grupo podem, por fim, ser atuais ou fósseis (Round *et al.* 1990).

Do ponto de vista taxonômico, as diatomáceas constituem um grupo de espécies extremamente numeroso e complexo. Compõem, de fato, o grupo de algas com maior número de espécies e categorias infraespecíficas. Alguns autores apontam para a existência de mais de 250 gêneros e entre 10 e 12 mil espécies (Graham & Willcox 2000). A abundância de caracteres morfológicos que definem a maioria das espécies só pode ser observada ao microscópio óptico e aos microscópios eletrônicos de varredura e transmissão. O uso da microscopia eletrônica de varredura vem contribuindo grandemente a cada ano para o aumento do número de espécies novas. Por conta deste avanço tecnológico, a ciência que se preocupa com descrever as unidades taxonômicas em níveis gênero e espécie vem recebendo

um foco especial. A separação de gêneros e espécies de diatomáceas em geral recebe, atualmente, atenção especial. Além do mais, é preciso conhecer as espécies, habitantes dos diferentes ambientes antes de iniciar qualquer estudo envolvendo organismos vivos. A taxonomia provê a base necessária e absolutamente imprescindível para os estudos aplicados dos mais diversos temas como, por exemplo, da ecologia, da biotecnologia e da biodiversidade.

1.2. Família Bacillariaceae

A família Bacillariaceae está classificada na ordem Bacillariales e inclui espécies marinhas, estuarinas e dulcícolas, que podem ser encontradas com diferentes hábitos como, por exemplo, o planctônico, o perifítico e o bentônico (Round *et al.* 1990). Os gêneros mais comumente encontrados em material coletado no Estado de São Paulo e que representam a família por sua morfologia são: *Nitzschia* Hassal, *Hantzschia* Grunow, *Tryblionella* W.Smith e *Bacillaria* Gmelin. Além destes quatro, outros gêneros pertencentes à família Bacillariaceae são: *Denticula* Kützing, *Psammodictyon* Mann, *Cymbelonitzschia* Hustedt, *Cylindrotheca* Rabenhorst, *Gomphonitzschia* Grunow, *Gomphoteca* Hendey & Sims, *Denticulopsis* Simonsen, *Fragilariopsis* Hustedt, *Simonsenia* Lange-Bertalot, *Cymatonitzschia* Simonsen e *Perrya* Kitton (Round *et al.* 1990), além de *Archibaldia* (Giffen) Witkowski & Kociolek, *Nagumoea* Witkowski & Kociolek, *Pseudo-nitzschia* Peragallo e *Alveus* Kaczmarek & G.Fryxell, totalizando 19 gêneros na família.

Entre as características diagnósticas da família, a mais marcante é a presença de fíbulas, isto é, de um conjunto de espessamentos silícicos que se estendem como pequenas pontes semelhantes a costelas ligando a face valvar ao manto, por baixo da rafe, na porção interna da frústula. As fíbulas encontram-se organizadas paralelamente umas às outras formando uma fileira que pode ser contínua, situada de polo a polo ou interrompida no centro. As diatomáceas incluídas nesta família possuem valva de formato longilíneo dos tipos fusiforme mais ou menos alongado, linear, lanceolado, assimétrico no plano apical, sigmoide, panduriforme ou elíptico. As estrias são lineares, uni ou bisseriadas e paralelas umas às outras na maioria das espécies. Os polos podem ser rostrados, capitados, obtusos, apiculados ou arredondados (Mann 1978).

Alguns gêneros podem ser encontrados somente na água salgada enquanto outros nas águas doces. Segue uma breve descrição dos aspectos utilizados como características para diferir os gêneros de ocorrência mais comum da família (Round *et al.* 1990).

O gênero *Nitzschia* é o mais especioso da família, com 2.229 nomes entre espécies, subespécies, variedades e formas taxonômicas atualmente catalogados em uma lista suja

(Fourtanie & Kociolek 2015). Seus representantes habitam ambientes marinhos ou de água doce, possuem hábito planctônico ou epipélico e vivem em colônia em forma de estrela, cadeia ou, ainda, no interior de tubos de mucilagem. Existem também indivíduos de hábito isolado. A célula contém dois plastídios dispostos próximos dos polos, raro em maior número. Os plastídios são pequenos e simples ou lobados e possuem forma complexa e dois pirenídes bastoniformes. O formato da valva pode ser linear reto ou sigmoide, elíptico ou, às vezes, alargado no centro. Existe um sistema de rafe marginal ou situado próximo da margem, acompanhado de uma quilha externa e fibulada na face interna da frústula. Embora a valva possa muitas vezes ser assimétrica, o contorno da face valvar é comumente simétrico. A estrutura assimétrica existe quando a rafe de cada uma das valvas está em lados opostos, o que caracteriza a simetria nitzschioide. Quando a rafe de ambas as valvas está localizada no mesmo lado, a simetria é dita hantzschioide. Este último tipo de simetria pode ocorrer em espécies de *Hantzschia* e *Nitzschia*. Os polos podem ser rostrados ou capitados, as estrias geralmente são unisseriadas e não são interrompidas pelo externo lateral. A rafe pode ser contínua, sem interrupção de polo a polo da valva, ou conter terminações centrais curvadas em algumas espécies ou reta em outras. As terminações distais da rafe podem se apresentar fletidas para o mesmo lado, sendo que o sentido e a intensidade dessa flexão variam com a espécie. Algumas características das frústulas podem ser observadas somente aos microscópios eletrônicos de varredura ou de transmissão como, por exemplo, a oclusão das aréolas que pode ser por hímen, cribra ou lóculo dependendo da espécie (Round *et al.* 1990).

Denticula, o segundo gênero mais especioso do grupo, conta com 133 nomes catalogados entre espécies, subespécies, variedades e formas taxonômicas, constituindo também uma lista suja (Fourtanie & Kociolek 2015). É constituído por espécimes pequenos que podem viver solitários ou formando cadeias curtas (Bicudo & Menezes 2006). Algumas espécies podem ser encontradas tanto em águas marinhas como doces e possuem hábito bentônico. A célula contém dois plastídios colocados próximo ao plano transapical. A frústula tem simetria nitzschioide, as valvas são lineares ou lanceoladas, com os polos levemente rostrados. A face valvar é ligeiramente curva e pode possuir um sulco que acomoda a quilha da célula adjacente durante a divisão celular. As estrias podem ser uni ou bisseriadas, com poróides arredondados, seguindo o padrão da família. A oclusão das aréolas pode ser através de hímenes ou cribras delicadas. A rafe aparece próximo do centro ou pode ser excêntrica, interna, estendendo-se por baixo de fíbulas grosseiras. As fíbulas atravessam de margem a margem a face interna da valva, no eixo transapical. Quando presentes, as terminações centrais da rafe aparecem simples tanto interna quanto externamente e as terminações distais em gancho são voltadas para o lado secundário da valva.

O gênero *Hantzschia* inclui 97 espécies e 133 variedades, subespécies e formas taxonômicas, totalizando atualmente ca. 200 táxons considerados válidos (lista suja) (Fourtanie & Kociolek 2015), que habitam ambientes de água doce, subaéreos e marinhos. As espécies são encontradas vivendo solitárias no epipélon. O gênero é característico por possuir frústula reta ou sigmoide quando em vista lateral e mais ou menos côncava ou assimétrica no plano apical em vista valvar. As duas rafes podem ser contínuas ou interrompidas, possuem as extremidades proximais retas ou fletidas para lados opostos e as distais curvadas para o lado dorsal, sempre presentes no mesmo lado das valvas e, normalmente, localizadas na margem ou próximo da margem menor da face valvar (lado ventral), em um tipo de simetria dito hantzschioide. Em amostras de material não-oxidado é possível visualizar dois ou quatro plastídios dispostos no plano transapical em um ou dos dois lados da região mediana da valva. As estrias são uni ou bisseriadas, contêm poroides reniformes ou arredondados e podem ser interrompidas na margem por uma região contínua de sílica. Uma estrutura chamada crista, ou seja, uma projeção estreita de sílica, mais ou menos linear e alongada localizada na parte externa da frústula pode estar presente na margem da face valvar de algumas espécies. A microscopia eletrônica mostrou as oclusões dos poroides nas formas de hímen ou cribra, bem como as terminações da rafe (Round *et al.* 1990).

Tryblionella é um gênero comum em ambientes salobro e marinho, mas também pode ocorrer em água doce com alta condutividade elétrica (Bicudo & Menezes 2006) e possui ca. 149 nomes infragêneros em uma lista suja (Fourtanie & Kociolek 2015). As frústulas são encontradas vivendo de forma solitária com hábito epipélico. Cada plastídio do par está situado em um dos lados da valva no plano transapical. A simetria é nitzschioide, ou seja, as duas rafes da frústula estão situadas em lados opostos. As valvas são robustas, elípticas, lineares ou panduriformes e podem possuir verrugas ou cristas. Os polos são obtusos ou apiculados. Cristas podem estar presentes nas margens junto à rafe ou ocorrerem nas margens sem rafe. As estrias são multisseriadas, com pequenos poroides e geralmente interrompidas por um externo, onde a oclusão dos poroides pode ser por hímenes ou, mais raro, por alvéolos (Round *et al.* 1990). Muitas espécies deste gênero foram classificadas no passado em *Nitzschia* (Bicudo & Menezes 2006).

As células de *Cylindrotheca*, gênero com 11 nomes de espécies e variedades em uma lista suja (Fourtanie & Kociolek 2015), possuem dois ou mais plastídios discoides. Podem ser encontradas no epipélon marinho ou de água doce. Sempre solitária, com formato de agulha reta ou curva, a frústula é geralmente torcida no plano do eixo apical. Quando vistas, as estrias são irregulares. A rafe é suportada por numerosas fibulas finas e fortemente silicificadas. As terminações da rafe tanto centrais quanto polares são retas e finas.

Cymbellonitzschia é o gênero menos especioso de todos os acima relacionados, com apenas seis espécies (Fourtanie & Kociolek 2015). As espécies contêm dois plastídios discoides e podem ocorrer solitárias ou formando pequenas cadeias. A maioria das espécies possui simetria hantzschioide e são assimétricas no plano transapical por possuir uma das margens convexas, ou seja, a margem destituída de rafe. A rafe localiza-se na junção da face valvar com o manto e é retilínea. A face valvar é plana e contém estrias unisseriadas que, próximo da rafe, tornam-se bisseriadas e os poroides são menores.

A classificação dos gêneros supracitados foi discutida por autores como, por exemplo, Mann (1978), que os posicionou na família Nitzschiaceae. Krammer & Lange-Bertalot (1988) os classificou, entretanto, entre as Bacillariaceae, como também o fizeram Round *et al.* (1990) que reorganizaram a família.

Em 1978, Mann concluiu sua tese de doutorado intitulada “Studies in the family Nitzschiaceae” (traduzindo: Estudos na família Nitzschiaceae), cujo tema foi a morfologia dos gêneros classificados na família. O referido autor utilizou material de ampla distribuição e de ambientes marinhos e dulcícolas, levando em consideração a divisão celular e a formação do auxósporo para diferir os grupos taxonômicos. Concluiu pelas seguintes seções do gênero *Nitzschia*: Panduriformes (*Tryblionella*), Dubiae (*Pseudoamphiprora*), Sculares (*Grunowia*), Epithemioidae, Dissipatae, Spathulatae (*Nitzschia*), Lineares, Lanceolatae (*Nitzschella*, *Pseudo-Nitzschia* e *Fragilariopsis*), as quais foram posteriormente redistribuídas em gêneros e diferentes níveis taxonômicos.

1.3. Estudo sobre diatomáceas no Estado de São Paulo

Estudo publicado em 1998, de autoria de C. Bicudo e colaboradores, mencionou o número de táxons de algas (espécies, variedades e formas taxonômicas) até então referido para o Estado de São Paulo, que totalizou 1.551 (lista suja) distribuídos nas seguintes classes conforme a ordem decrescente do número total de táxons inventariados: Zygnematophyceae (639 táxons), Cyanobacteria (388), Euglenophyceae (110), Chlorophyceae (108), Xanthophyceae (62), Oedogoniophyceae (49), Cryptophyceae (43), Charophyceae (31), Prasinophyceae (21), Rhodophyceae (14), Chrysophyceae (9), Dinophyceae (8), Raphidophyceae (8) e Bacillariophyceae (61 táxons) (Bicudo *et al.* 1998). Este estudo já está bastante defasado, pois desde então foram realizados estudos bastante apurados, principalmente, de mestrado e doutorado e publicações emanaram destes.

As diatomáceas provenientes de ambientes dulcícolas do Estado de São Paulo e atualmente estudadas de forma acurada são: classes Coscinodictophyceae e Fragilariophyceae; ordens Achnanthes, Cymbellales, Eunotiales e Naviculales; família Pinnulariaceae; e os

gêneros *Cymbella* e *Gomphonema*. Juntem-se também os estudos em andamento dos seguintes grupos de diatomáceas: ordem Surirellales e gêneros *Eunotia*, *Diatoma*, *Fragilaria*, *Fragilariforma*, *Synedra*, *Ulnaria* e *Navicula*.

De acordo com Round *et al.* (1990), espécies de *Cymbellonitzschia*, *Cylindrotheca*, *Denticula*, *Hantzschia* e *Nitzschia* podem ser encontradas na água doce. Todavia, ainda não foram realizados trabalhos de cunho taxonômico que envolvam a família Bacillariaceae no Estado de São Paulo. Segue o material listado em dissertações de mestrado e teses de doutorado proveniente, principalmente, de estudos realizados com amostras provenientes de represas do Estado: *Hantzschia amphyoaxis* (Ehrenberg) Grunow (Gentil 2007, Silva 2008, Costa 2008, Rocha 2012), *H. amphioxys* (Ehrenberg) Grunow var. *amphioxys* (Rosini 2010), *Nitzschia acicularis* (Kützing) W.Smith (Ferrari 2010), *N. cf. acicularioides* Hustedt (Rocha 2012), *N. amphibia* Grunow (Silva 2008, Costa 2008, Ferrari 2010), *N. capitelana* Hustedt (Ferrari 2010), *N. frustulum* (Kützing) Grunow (Gentil 2007), *N. graciliformis* Lange-Bertalot & Simonsen (Ferrari 2010), *N. gracilis* Hantzsch (Ferrari 2010, Wengrat 2011), *N. fruticosa* Hustedt (Wengrat 2011), *N. cf. intermedia* Hantzsch ex Cleve & Grunow (Rocha 2012), *N. linearis* (C. Agardh) W.Smith (Ferrari 2010), *N. palea* (Kützing) W.Smith (Silva 2008, Costa 2008, Ferrari 2010, Wengrat 2011, Santos 2012, Rocha 2012), *N. paleoformis* Hustedt (Ferrari 2010), *N. sigma* (Kützing) W.Smith (Ferrari 2010), *N. terrestris* (Petersen) Hustedt (Costa 2008) e *N. umbonata* Ehrenberg & Lange-Bertalot (Rocha 2012). Somem-se algumas espécies não identificadas dos seguintes gêneros: três espécies de *Denticula* (Silva 2012, Santos 2012), uma de *Hantzschia* (Wengrat 2011) e nove de *Nitzschia* (Gentil 2007, Costa 2008, Ferrari 2010, Silva 2012).

Em síntese, o total de 17 táxons entre espécies e variedades taxonômicas foi identificado até o momento para a área do Estado de São Paulo, além de outros 13 que não foram determinados além do nível gênero. A grande carência de literatura envolvendo identificações, dados morfológicos e métricos e ilustrações de espécimes de ambientes tropicais dificulta a identificação em nível espécie, de modo que os trabalhos acabam se baseando em estudos menos atuais ou flóruas desenvolvidas de ambientes temperados (Sitoki *et al.* 2013).

1.4. Pesquisas incluindo Bacillariaceae no Brasil

Em um catálogo das diatomáceas de águas continentais do Estado do Paraná, Tremarin *et al.* (2009) listaram 1.004 táxons (775 espécies e 229 variedades e formas taxonômicas) catalogados desde 1954 até 2009 de um total de 88 publicações. Os cinco gêneros de Bacillariaceae aí relacionados somam 83 espécies e variedades taxonômicas e foram os seguintes: *Nitzschia* (63 táxons), *Hantzschia* (10), *Tryblionella* (6), *Denticula* (3) e

Simonsenia (1 táxon). Os referidos autores mais do que triplicaram o número de táxons infragenéricos de diatomáceas registrados para o Estado do Paraná, se comparado o presente ao catálogo das diatomáceas publicado em 1985 por Shirata, com amostras provenientes do mesmo Estado.

Para a região centro-oeste brasileira foi dado a lume um catálogo de espécies de diatomáceas (Silva *et al.* 2011) que compilou a produção de 38 trabalhos publicados entre 1970 e 2009, dos quais 16 são teses de doutorado e dissertações de mestrado, 19 são publicações em revistas formais e dois são capítulos de livros. Entre os 64 gêneros, o catálogo reuniu 503 táxons em nível infragenérico, dos quais três espécies e variedades são de *Hantzschia*, 25 de *Nitzschia* e quatro de *Tryblionella*. Os referidos autores comentaram que os estudos de diatomáceas são ainda incipientes na região, o que torna frágil qualquer proposta para conservação de ambientes.

Outro trabalho que inclui material de Nitzschiaceae é de Bes (2008), uma dissertação de mestrado cujo objetivo principal foi registrar a variação morfológica e métrica de espécies de *Nitzschia*, *Hantzschia* e *Tryblionella* identificadas de amostras provenientes das áreas da Lagoa do Casamento e do Butiazal de Tapes, que são áreas adjacentes à Laguna dos Patos, nos municípios de Capivari do Sul, Palmares do Sul, Mostardas e Tapes, no Estado do Rio Grande do Sul. O trabalho relacionou 32 táxons específicos e 12 infraespecíficos de *Nitzschia*, sete de *Hantzschia* (incluindo cinco variedades e uma forma taxonômica) e cinco de *Tryblionella*, dos quais quatro em nível espécie. Desse trabalho resultaram as publicações Bes & Torgan (2008, 2010a, 2010b) que são muito úteis nas identificações taxonômicas atuais e futuras, pois possuem ilustrações e dados morfológicos e métricos dos táxons identificados.

Trabalhos utilizados na identificação dos materiais a serem levantados do Estado de São Paulo são: Biswas (1963), Round (1970), Lange-Bertalot & Simonsen (1978), Lange-Bertalot (1979, 1980), Mann (1980, 1981, 1986), Metzeltin & Lange-Bertalot (1998), Oliveira *et al.* (2001), Werum & Lange-Bertalot (2004), Witkowski *et al.* (2004), Metzeltin *et al.* (2005), Siver *et al.* (2005), Ivanov *et al.* (2006), Trobajo & Cox (2006), Trobajo *et al.* (2006), Knattrup *et al.* (2007), Morales & Vis (2007), Reichardt (2008), Tudesque *et al.* (2008), Hlúbiková *et al.* (2009), Silva (2009), Silva *et al.* (2010), Laux & Torgan (2011), Siver & Hamilton (2011), Cavalcante *et al.* (2013), Sitoki *et al.* (2013) e Trobajo *et al.* (2013), isto é, publicações incluindo ilustrações, informação métrica e sobre os locais de ocorrência, embora não houvessem sido feitos com amostras de material brasileiro.

Em suma, pode-se afirmar que não há estudo taxonômico abrangente realizado sobre a família Bacillariaceae no Estado de São Paulo, mas apenas um para o Brasil. Há, isto sim, estudos ecológicos onde algumas dessas algas foram identificadas, entretanto, como meio e

não como fim. A maioria desses trabalhos inclui as espécies identificadas em listas do material que ocorreu na área. Acrescente-se o fato de que o estudo taxonômico das Bacillariaceae complementar o levantamento florístico das diatomáceas do Estado de São Paulo, produzindo o que será a primeira flórua detalhada sobre as diatomáceas de uma área maior do Brasil. Conclui-se, portanto, sobre a necessidade premente de um estudo florístico criterioso para a área do Estado de São Paulo que sirva, inclusive, de exemplo para a realização de estudos congêneres em outras partes do território brasileiro.

4. LITERATURA CITADA

- Bes, D.** 2008. A Família Nitzschiaceae (Bacillariophyta) em ambientes lacustres na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil: gêneros *Tryblionella* Smith, *Hantzschia*, Grunow e *Nitzschia* Hassall. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 98 p.
- Bes, D. & Torgan, L.C.** 2008. O gênero *Tryblionella* (Bacillariophyta, Bacillariaceae) em ambientes lacustres da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *In: Anais: Congresso Brasileiro de Ficologia, Simpósio Latino-Americano sobre algas nocivas, 2006, Itajaí, SC. Aplicações da Ficologia* 11: 27-34.
- Bes, D. & Torgan, L.C.** 2010a. O gênero *Hantzschia* Grunow (Nitzschiaceae, Bacillariophyta) em ambientes lacustres na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 24(1): 146-152.
- Bes, D. & Torgan, L.C.** 2010b. O gênero *Nitzschia* (Bacillariaceae) em ambientes lacustres na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Rodriguesia* 61(3): 359-382.
- Bicudo, C.E.M. & Menezes, M.** 2006. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. 2ª ed. RiMa Editora, São Carlos. 502 p.
- Bicudo, C.E.M., Sant'Anna, C.L., Bicudo, D.C., Pupo, D., Pinto, L.S.C., Azevedo, M.T.P., Xavier, M.B., Fujii, M.T., Yokoya, N.S. & Guimarães, S.M.P.B.** 1998. O

estudo de algas no Estado de São Paulo. In: Bicudo, C.E.M. & Shepherd, G.J. (eds), Biodiversidade do Estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX, 2: fungos macroscópicos e plantas. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, São Paulo, p. 1-7.

- Biswas, S.** 1963. A new variety of *Nitzschia sinuate* (W. Smith) Grun. from North Wales, Great Britain. *Hydrobiologia* 23: 511-514.
- Cavalcante, K.P., Tremarin, P.I., Freire, E.G. & Ludwig, T.A.V.** 2013. *Tryblionella persuadens* comb. nov. (Bacillariaceae, Diatomeae): new observations on frustule morphology of a seldom recorded diatom. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 85(4): 1419-1426. <https://doi.org/10.1590/0001-37652013108112>
- Cholnoky, B.J.** 1966a. Die Diatomeen im Uterlauf des Okawango-Flusses. *Nova Hedwigia*, Beiheft 21: 1-102.
- Cholnoky, B.J.** 1966b. Diatomeenassoziationen aus einigen Quellen in Südwest-Afrika und Bechuanaland. *Nova Hedwigia*, Beiheft 21: 163-244.
- Costa, S.V.** 2008. Histórico da eutrofização do Lago das Garças (Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, SP) durante o século XX com base no registro de diatomáceas em sedimentos. Tese de doutorado, Instituto de Botânica, São Paulo. 117 p.
- Ferrari, F.** 2010. Estrutura e dinâmica da comunidade de algas planctônicas e perifíticas (com ênfase nas diatomáceas) em reservatórios oligotrófico e hipertrófico (Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo). Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 343 p.
- Fourtanie, E. & Kociolek, J.K.** (orgs). 2015. Catalogue of Diatom Names, California Academy of Sciences, Disponível on-line em <http://www.calacademy.org/research/diatoms/names/index.asp>
- Gentil, R.C.** 2007. Estrutura da comunidade fitoplanctônica de pesqueiros da região metropolitana de São Paulo, SP, em dois períodos: primavera e verão. Tese de Doutorado, Instituto de Botânica, São Paulo. 201 p.
- Germain, H.** 1981. Flores des diatomées: Diatomophycées - eaux douces & saumâtres du Massif Armonicaïn & des contrées voisines d'Europe occidentale. Collection "Faunes & Flores Actuelles". Société Nouvelle des Editions Boubeé, Paris, 444 p.
- Graham, L.E. & Willcox, L.W.** 2000. *Algae*. Prentice Hall, Upper Saddle River. 640 p.
- Hasle, G.R. & Fryxell, G.A.** 1970. Diatoms: cleaning and mounting for light and electron microscopy. *Transactions of the American Microscopical Society* 89: 469-474.
- Hlúbiková D., Blanco, S., Falasco, E., Gomà, J., Hoffmann, L. & Ector, L.** 2009. *Nitzschia alicae* sp. Nov. and *N. puriformis* sp. nov., new diatoms from european rivers

- and comparison with the type material of *N. sublinearis* and *N. pura*. *Journal of Phycology* 45: 1-20.
- Hustedt, F.** 1930. Bacillariophyta (Diatomeae). *In*: Pascher, A. (ed.). *Die Süßwasser-Flora Mitteleuropa*. G. Fischer, Jena. Vol. 10, 466 p.
- Ivanov, P., Kirilova, E. & Ector, L.** 2006. Diatom species composition from the river Iskar in the Sofia region, Bulgaria. *Advances in Phycological Studies*. p. 167-190.
- Knattrup, A., Yde, M., Lundholm, N. & Ellegaard, M.** 2007. A detailed description of a Danish strain of *Nitzschia sigmoidea*, the type species of *Nitzschia*, providing a reference for future morphological and phylogenetic studies of the genus. *Diatom Research* 22(1): 105-116.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H.** 1988. Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Gustav Fischer, Stuttgart.
- Lange-Bertalot, H.** 1979. *Simonsenia* a new genus with morphology intermediate between *Nitzschia* and *Surirella*. *Bacillaria* 2: 127-136.
- Lange-Bertalot, H.** 1980. New species, combinations and synonyms in the genus *Nitzschia*. *Bacillaria* 3: 41-78.
- Lange-Bertalot, H. & Metzeltin, D.** 1996. Oligotrophie-Indikatoren: 800 Taxa repräsentativ für drei diverse Seen-Typen, kalkreich-oligodystroph-schwach gepuffertes Weichwasser. *Iconographia Diatomologica* 2: 1-390.
- Lange-Bertalot, H. & Simonsen, R.** 1978. A taxonomic revision of the *Nitzschiae lanceolatae* Grunow. *Bacillaria* 1: 11-111.
- Laux, M. & Torgan, L.C.** 2011. Diatomáceas com plastídeos no plâncton da foz dos rios do Delta do Jacuí, sul do Brasil: um complemento à taxonomia tradicional. *Iheringia, Série Botânica* 66(1): 109-132.
- Mann, D.G.** 1978. Studies in the family Nitzschiaceae (Bacillariophyta). Tese de Doutorado. University of Bristol. 810 p. Disponível on-line em: <http://rbgweb2.rbge.org.uk/algae/publications.refs_mann_tesis_htm>
- Mann, D.G.** 1980. Studies in the Diatom Genus *Hantzschia* II. *H. distintepunctata*. *Nova Hedwigia* 33: 341-352.
- Mann, D.G.** 1981. Studies in the diatom genus *Hantzschia* 3. Intraspecific variation in *H. virgata* *Annals of Botany* 47: 377-395.
- Mann, D.G.** 1986. Methods of sexual reproduction in *Nitzschia*: Systematic and evolutionary implications (notes for a monograph of the Bacillariaceae 3). *Diatom Research* 1(2): 193-203.
- Medlin, L.K. & Kaczmarska, I.** 2004. Evolution of diatoms, 5: morphological and

- cytological support for the major clade and a taxonomy revision. *Phycologia* 43: 245-270.
- Metzeltin, D. & Lange-Bertalot, H.** 1998. Tropical diatoms of the South America, 1. *Iconografia Diatomologica*, Stuttgart: Koeltz Scientific Books, vol. 5: 695 p.
- Metzeltin, D., Lange-Bertalot, H. & Garcia Rodrigues, F.** 2005. Diatoms of Uruguay. *Konigstein: Iconographia Diatomologica*, Koeltz Scientific Books, vol. 15: 736 p.
- Morales, E.A & Vis, M.** 2007. Epilithic diatoms (Bacillariophyceae) from cloud forest and alpine streams in Bolivia, South America. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 156: 123-155.
- Oliveira, M.A., Torgan, L.Z. & Rodrigues, S.C.** 2001. Diatomáceas perifíticas dos arroios Sampaio e Sampainho, Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 16(2): 151-160.
- Reichardt, E.** 2008. Bemerkenswerte diatomeenfunde aus Bayern, 6: *Hantzschia hyperborea* (Grun.) Lange-Bertalot. *Berichte der bayerischen botanischen gesellschaft* 78: 17.
- Rocha, A.C.R.** 2012. Influência do habitat e do Estado Trófico na biodiversidade e distribuição das Diatomáceas (Bacillariophyta) em reservatórios da Sub-Bacia do Alto Tietê, São Paulo. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 343 p.
- Round, F.E.** 1970. The genus *Hantzschia* with particular reference to *H. virgata* v. *Intermedia* (Grun.) comb. nov. *Annals of Botany* 34: 75-91.
- Round, F.E., Crawford, R.M. & Mann, D.G.** 1990. The Diatoms: biology and morphology of the genera. Cambridge University Press, New York. 747 p.
- Santos, T.R.** 2012. Variação sazonal da biomassa, do estado nutricional e da estrutura da comunidade de algas perifíticas desenvolvidas sobre substrato artificial e *Utricularia foliosa* L. Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo. 79p.
- Shirata, M.T.** 1985. Catálogo de diatomáceas (Chrysophyta, Bacillariophyceae) de água doce do estado do Paraná, Brasil. *Estudos de Biologia* 13: 1-64.
- Silva, A.M.** 2009. Diatomáceas com potencial indicador do estado trófico de dois reservatórios com diferentes padrões de trofia: Piraquara e Iraí. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 129 p.
- 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.
- Silva, L.F.** 2008. Distribuição longitudinal da comunidade de diatomáceas de sedimento superficiais nos reservatórios em cascata do Rio Paranapanema. Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica, São Paulo. 137 p.

- Silva, P.D.A.** 2012. Biodiversidade e distribuição das diatomáceas planctônicas e de sedimento superficial nas represas de abastecimento do sistema Alto Cotia (SP) Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica. São Paulo. 98 p.
- Silva, W.J., Nogueira, I.S. & Souza, M.G.M.** 2011. Catálogo de diatomáceas da região Centro-Oeste brasileira Iheringia, Série Botânica 66(1): 61-86.
- Simonsen, R.** 1987. Atlas and catalogue of the Diatom types of Frederich Hustedt. Berlim. vol. 1-3, 1741 p.
- Siver, P.A. & Hamilton, P.B.** 2011. Iconographia diatomologica annotated diatom monographs edited by Horst Lange-Bertalot: Diatoms of North America: the freshwater flora of waterbodies on the Atlantic Coastal Plain. Vol. 22.
- Siver, P.A., Hamilton, P.B., Stachura-Suchples, K & Kociolek, J.P.** 2005. Diatoms of North America. The Freshwater Flora of Cape Cod. Iconographia Diatomologica 14: 1-463.
- Sitoki, L., Kofler, W. & Rott, E.** 2013. Planktonic needle-shaped *Nitzschia* species from Lake Victoria, Africa, revisited. Diatom Research 28(2): 165-174.
- Tremarin, P.I.T., Freire, E.G., Bertoli, L.M.B. & Ludwig, T.A.V.** 2009. Catálogo das diatomáceas (Ochrophyta-Diatomeae) continentais do estado do Paraná. Iheringia, Série Botanica 64(2): 79-107.
- Trobajo, R. & Cox, E.J.** 2006. Examination of the type material of *Nitzschia frustulum*, *N. palea* and *N. palea* var. *debilis*. Eighteenth International Diatom Symposium. p. 431-445.
- Trobajo, R., Mann, D.G., Chepurnov, V.A., Clavero, E. & Cox, E.J.** 2006. Taxonomy, life cycle, and auxosporulation of *Nitzschia fonticola* (Bacillariophyta) Journal of Phycology 42: 1353-1372.
- 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 1: 1-23.
- Tudesque, L., Rimet, F. & Ector, L.** 2008. A new taxon of section Nitzschiaceae Lanceolatae Grunow: *Nitzschia costei* sp. Nov. compared to *N. fronticola* Grunow, *N. macedonica* Hustedt, *N. tropica* Hustedt and related species. Diatom Research 23(2): 483-501.
- van den Hoek, C., Mann, D.G. & Jahns, H.M.** 1995. Algae: an introduction to phycology. University Press, Cambridge, 627 p.
- Wengrat, S.** 2011. Biodiversidade e distribuição das diatomáceas no Complexo Billings, São Paulo: influência da compartimentalização espacial e do estado trófico. Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica, São Paulo, 126 p.

- Werum M. & Lange-Bertalot, H.** 2004. Diatomeen in Quellen: Unter Hydrogeologischen und Anthropogenen Einflüssen in Mitteleuropa und Andere Regionen. *Iconographia Diatomologica* 13: 480 p.
- Witkowski, A., Kociolek, J.P. & Kurzydowski, K.J.** 2011. Valve structure of two new genera of marine canal-bearing diatoms (Bacillariophyceae). *Phycologia* 50(2): 170-181.
- Witkowski, A., Lange-Bertalot, H., Kociolek J.P., Ruppel, M., Wawrzyniak-Wydrowska, B., Bak, M. & Brzezinska, A.** 2004. Four new species of *Nitzschia* sect. *Tryblionella* (Bacillariophyceae) resembling *Nitzschia parvula*. *Phycologia* 43(5): 40-57.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. A análise das 219 unidades amostrais proporcionou o registro de 41 espécies de representantes das diatomáceas da família Bacillariaceae no Estado de São Paulo.
2. Os gêneros *Hantzschia* e *Nitzschia* apresentaram uma e duas espécies identificadas hierarquicamente só o nível gênero. Faz-se absolutamente necessária uma análise populacional desses três materiais para conhecer, com mais detalhe, sua ultraestrutura e, possivelmente, propor as novas espécies, variedades ou formas taxonômicas que representam; ou para poder identificar as características diagnósticas desses materiais e, conseqüentemente, definir o nível hierárquico em se encaixam.
3. O gênero *Nitzschia* é o mais abundante em número de espécies registradas para a família, o mesmo acontecendo para os registros no Estado de São Paulo, apresentando o maior número de espécies, 31 no total. Seguiram-no os gêneros *Tryblionella* e *Hantzschia* com três espécies registradas cada um e *Grunowia* com duas espécies.
4. A espécie que apresentou ocorrência mais frequente, isto é, que ocorreu no maior número de amostras, foi *Nitzschia palea* var. *palea* documentada em 135 unidades amostrais.
5. Do total de amostras observadas, cinco delas não apresentaram exemplar pertencente à família Bacillariaceae. Contrariamente, as amostras com maior número de espécies foram SP469270, reservatório do Cachoeira, 16 táxons; SP469268, reservatório do Tatu, 15 táxons; SP469372, reservatório do Salto Grande, 14 táxons; SP469507, reservatório de Ipaneminha, 14 táxons.
6. Foram produzidas 40 pranchas, das quais 20 constam no capítulo 2 do presente trabalho, nove no capítulo 3, cinco no capítulo 4 e 11 no capítulo 5. Acrescente-se, respectivamente, 624, 223, 68 e 150 fotomicrografias de exemplares de representantes do grupo estudado, totalizando 1.073 imagens. Estas imagens bem como as descrições de cada um dos táxons destinaram a auxiliar as identificações taxonômicas em trabalhos futuros.
7. Com este trabalho foi possível registrar 15 novas ocorrências de representantes da família Bacillariaceae no Estado de São Paulo, que são: *Grunowia tabellaria* (Grunow) Rabenhorst, *N. acicularis* (Kützing) W.Smith, *N. acidoclinata* Lange-Bertalot, *N. clausii* Hantzsch, *N. reversa* W.Smith, *N. dissipata* (Kützing) Rabenhorst, *N. intermedia* Hantzsch, *N. ligowskii* Lange-Bertalot, Kociolek & Brzezinska, *N. nana*

Grunow, *N. palea* (Kützing) W.Smith var. *tenuirostris* Grunow, *N. pseudofonticola* Hustedt, *N. subacicularis* Hustedt, *Tryblionella coarctata* (Grunow) D.G.Mann, *T. debilis* Arnott ex O'Meara e *T. victoriae* Grunow.

8. Duas espécies [*Grunowia solgensis* (Cleve-Euler) Aboal e *N. umbonata* (Ehrenberg) Lange-Bertalot] foram documentadas pioneiramente para o Brasil
9. Foram registradas duas espécies novas para a ciência, *Nitzschia australodesertorum* Lehmkuhl, T.Ludwig & C.Bicudo e *N. pusilluhasta* Lehmkuhl & C.Bicudo.
10. Serão propostos uma emenda taxonômica e um neótipo para *Nitzschia amphibia*.
11. Foram confeccionadas pranchas com as fotomicrografias e descrições detalhadas sob microscopia ótica e eletrônica de *Nitzschia amphibia*, *Nitzschia amphibioides* e *Nitzschia semirobusta*, verificando medidas dentro das já registradas e características que ainda não haviam sido anotadas para estas espécies, bem como uma diferenciação detalhada entre elas.