

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PAULA CAROLINA FERREIRA

*FRUSTULIA, EUNOTIA E HUMIDOPHILA (BACILLARIOPHYCEAE) DE CORPOS
D' ÁGUA DO LESTE PARANAENSE*

CURITIBA

2022

PAULA CAROLINA FERREIRA

FRUSTULIA, EUNOTIA E HUMIDOPHILA (BACILLARIOPHYCEAE) DE CORPOS
D' ÁGUA DO LESTE PARANAENSE

Dissertação apresentada como requisito parcial à
obtenção do título de mestre, ao PPG Botânica,
Setor de Ciências Biológicas, Universidade
Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a Dr^a Thelma Avim Veiga Ludwig
Co-orientadora: Prof^a Dr^a Vanessa Merlo Kava

CURITIBA

2022

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Ferreira, Paula Carolina

Frustulia, Eunotia e Humidophila (Bacillariophyceae) de corpos d'água do leste paranaense / Paula Carolina Ferreira. – Curitiba, 2022.

1 recurso on-line : PDF.

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

Orientadora: Profª Drª Thelma Avim Veiga Ludwig.

Coorientadora: Profª Drª Vanessa Merlo Kava.

1. Diatomáceas. 2. Taxonomia. I. Ludwig, Thelma Alvim Veiga, 1957-. II. Kava, Vanessa, 1968-. III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Botânica. IV. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO BOTÂNICA -
40001016004P9

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação BOTÂNICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de PAULA CAROLINA FERREIRA intitulada: *Frustulia, Eunotia e Humidophila* (Bacillariophyceae) de corpos d' água do leste paranaense., sob orientação da Profa. Dra. THELMA ALVIM VEIGA LUDWIG, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 27 de Janeiro de 2022.

Assinatura Eletrônica

28/01/2022 09:37:50.0

THELMA ALVIM VEIGA LUDWIG

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

28/01/2022 10:57:09.0

ANGELA MARIA DA SILVA LEHMKUHL

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS)

Assinatura Eletrônica

28/01/2022 08:27:33.0

LEZILDA CARVALHO TORGAN

Avaliador Externo (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA DO RIO GRANDE DO SUL)

CENTRO POLITECNICO - Curitiba - Paraná - Brasil

CEP 81531980 - Tel: (41) 3361-1625 - E-mail: pgbotanica.ufpr@gmail.com

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 143516

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp> e insira o código 143516

Dedico aos meus avós Doralice e José Maurílio por terem me ensinado o valor de se fazer as coisas da melhor maneira possível, pelo exemplo de luta e o amor dedicado que me faz fortalecida até hoje. Vocês são minha inspiração, referência, meu orgulho e minha saudade diária.

AGRADECIMENTOS

A UFPR pelos anos mais loucos, desafiadores e felizes da minha vida (até agora).

Em especial, agradeço à minha orientadora e amiga, Prof^o Dr^a Thelma Veiga Ludwig, que me ensinou, com suas palavras, reflexões e conversas como ser uma pessoa melhor (sei que falta um pouco ainda). Muito obrigada por me mostrar o fascinante mundo das diatomáceas e da taxonomia. Obrigado pela atenção e paciência de sempre, por ter me apontado os caminhos e ensinado a segui-los. Obrigado por sempre ter confiado e acreditado em mim.

A minha Co-orientadora Prof^a Dr^a Vanessa Merlo Kava por embarcar comigo nesta jornada, por me incentivar e acreditar que eu seria capaz. Serei grata eternamente.

Rosa, minha mãe, um exemplo de força, de doação e de vida, que tem em seu colo um refúgio seguro sempre. A força da minha mãe e do fazer sempre o melhor formaram o que sou hoje, alguém que tenta colocar de maneira plena seu coração por completo em tudo o que faz. Obrigada por todo amor, pela compreensão demonstrada durante todo este caminho e durante toda minha vida. Agradeço a você tudo que sou!

Ao meu pai Paulo, com quem tenho construído a cada dia uma relação melhor.

A minha família pelo incentivo e por sempre ficarem na torcida.

A Melyssa, amiga de todas as horas, obrigada por ser quem me entende em todos os momentos, por ouvir meus inúmeros áudios no whatsapp, pelos lanches e fofocas (acho que é o que mais fazemos juntas), enfim, por tudo. Obrigada por fazer parte da minha vida e me deixar fazer parte da sua.

A Prof^a Irene Cecy pela amizade, convivência no laboratório e momentos de risadas, de todas as coisas boas que o Lab. de Ficologia me deu, a sua amizade é uma das melhores.

Aos meus amigos Patrícia, Mariliza, Anankha e Ayrton, obrigada, por todo apoio, cumplicidade e risadas. Essa conquista eu compartilho com vocês com muita alegria, pois vocês participaram de perto de cada coisa que tenho vivido, vocês são parte dessa vitória.

Ao Profº Luciano Fernandes e a Profª Elizabeth Schwarz pela amizade e boa convivência.

Ao Laboratório de Ficologia, UFPR, pelo suporte com equipamentos e literatura.

Ao Laboratório de Embriotoxicologia e a Profª Drª Claudia Ortolani-Machado pelo suporte com equipamentos.

Ao Centro de Microscopia Eletrônica, UFPR, pela disponibilidade dos equipamentos e técnicos.

Andréa Fontes por confiar a mim os cuidados com o seu bem mais precioso, o fascinante Lucas Vianna, que alegra meus dias e torna minha vida mais colorida e alegre.

Ao departamento de Botânica da UFPR e ao PPG Botânica, por todas as experiências boas e não tão boas, todas elas me fizeram crescer pessoalmente e profissionalmente e me tornaram mais forte.

A Capes pelo auxílio financeiro.

A todos que contribuíram de alguma forma com este trabalho.

A felicidade pode ser encontrada mesmo nas horas mais difíceis se você lembrar de acender a luz.

Alvo Dumbledore, Harry Potter e o Prisioneiro de Azkaban.

RESUMO

Historicamente, as diatomáceas vêm sendo classificadas com base na ultraestrutura da frústula, entretanto, a elevada plasticidade fenotípica comum em gêneros, como *Eunotia* Ehrenberg e *Frustulia* Rabenhorst e as constantes mudanças na classificação do grupo, conduzem a uma problemática taxonômica em várias espécies, notando-se cada vez mais a necessidade de revisões taxonômicas. Diversas floras diatomológicas foram desenvolvidas no Paraná nos últimos 20 anos, entretanto, poucas foram publicadas na íntegra ou resultaram em publicações específicas de *Eunotia*, *Frustulia* e *Humidophila*. Portanto, realizamos o estudo taxonômico de espécies destes três gêneros com base em amostras coletadas nas bacias Litorânea, Alto Iguaçu e Ribeira do estado do Paraná. Durante excursões realizadas entre os anos de 1984 a 2020, abrangendo os diferentes corpos d'água (nascentes, riachos, encharcados, reservatórios) amostras de diferentes substratos (rochas úmidas, briófitas ao longo de trilhas) foram coletadas. Lâminas permanentes foram preparadas para análise dos exemplares sob microscopia de luz. As ilustrações foram obtidas em microscópio com câmera de captura acoplada. A análise da ultraestrutura das frústulas foi realizada em microscópio eletrônico de varredura do Centro de Microscopia Eletrônica da UFPR. Foram analisadas 468 amostras, registrando-se exemplares de *Eunotia*, em 289 amostras, de *Frustulia* em 134 e de *Humidophila* em 32. Um total de 64 táxons infragenéricos foram identificados, sendo 35 de *Eunotia*, 25 de *Frustulia* e cinco de *Humidophila*. Doze dos táxons constituem novas citações para o Paraná: *Eunotia capitata* (Krasske) L.F. Costa & C.E. Wetzel, *Eunotia pyramidatoides* Norpel-Schempp, *Eunotia paulovalida* Metzeltin & Lange-Bertalot, *Eunotia quaternaria* Ehrenberg, *Eunotia rolandschmidtii* Metzeltin & Lange-Bertalot, *Eunotia valida* Hustedt e *Eunotia yberai* Frenguelli, *Frustulia crassipunctatoides* Metzeltin & Lange-Bertalot, *Frustulia crassiundosa* Metzeltin & Lange-Bertalot, *Frustulia erifuga* Lange-Bertalot & Krammer, *Frustulia pseudomagaliesmontana* Camburn & Charles e *Frustulia zizkae* Lange-Bertalot. Uma nova espécie de *Humidophila* e duas de *Frustulia* serão propostas formalmente.

Palavras-chave: Diatomáceas, Amphipleuraceae, Diadesmidaceae, Eunotiaceae, Sul do Brasil, Taxonomia.

ABSTRACT

Historically, diatoms have been classified based on the ultrastructure of the frustula, however, the high phenotypic plasticity common in some genera, such as *Eunotia* Ehrenberg and *Frustulia* Rabenhorst and the constant changes in the classification of the group, lead to a taxonomic problem in several species, noting the need for taxonomic revisions is increasing. Several diatomological floras were developed in Paraná in the last 20 years, however, few were published in full or resulted in specific publications of *Eunotia*, *Frustulia* and *Humidophila*. Therefore, we carried out a taxonomic study of *Eunotia*, *Frustulia* and *Humidophila* species found in the Litorânea, Alto Iguaçu and Ribeira basins in the state of Paraná, providing illustrations, measurements and comparative tables. The samples were collected during excursions carried out between the years 1984 to 2020 covering different bodies of water (springs, streams, wetlands, reservoirs) and different substrates (wet rocks, bryophytes along trails). After oxidation of the samples, permanent slides were mounted with Naphrax® resin (I.R.: 1.74) for analysis of the specimens under light microscopy. The illustrations were obtained under a microscope with an attached capture camera. The ultrastructure analysis of the frustules was performed in a scanning electron microscope at the Electron Microscopy Center at UFPR. 468 samples were analyzed; with 289 samples of *Eunotia*, 134 of *Frustulia* and 32 of *Humidophila* being registered. A total of 64 infrageneric taxa were identified: 35 *Eunotia*, 25 *Frustulia* and five *Humidophila*. Twelve taxa are new records to the State of Paraná: *Eunotia capitata* (Krasske) L.F. Costa & C.E. Wetzel, *Eunotia pyramidatoides* Norpel-Schempp, *Eunotia paulovalida* Metzeltin & Lange-Bertalot, *Eunotia quaternaria* Ehrenberg, *Eunotia rolandschmidtii* Metzeltin & Lange-Bertalot, *Eunotia valida* Hustedt e *Eunotia yberai* Frenguelli, *Frustulia crassipunctatoides* Metzeltin & Lange-Bertalot, *Frustulia crassiundosa* Metzeltin & Lange-Bertalot, *Frustulia erifuga* Lange-Bertalot & Krammer, *Frustulia pseudomagaliesmontana* Camburn & Charles e *Frustulia zizkae* Lange-Bertalot. A new species of *Humidophila* and two of *Frustulia* will be formally proposed.

Keywords: Diatoms, Amphipleuraceae, Diadesmidaceae, Eunotiaceae, Southern Brazil, Taxonomy.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Variação das características morfológicas e métricas de <i>F. australocrassinervia</i> e de espécies semelhantes.....	60
Tabela 2 -	Variação das características morfológicas e métricas de <i>F. capitata</i> e de espécies semelhantes.....	62
Tabela 3 -	Variação das características morfológicas e métricas de <i>F. crassipunctatoides</i> e de espécies semelhantes.....	66
Tabela 4 -	Variação das características morfológicas e métricas de <i>F. crassiundosa</i> e de espécies semelhantes.....	68
Tabela 5 -	Variação das características morfológicas e métricas de <i>F. erifuga</i> e de espécies semelhantes.....	71
Tabela 6 -	Variação das características métricas de <i>F. guayanensis</i> e de espécies semelhantes.....	72
Tabela 7 -	Variação das características morfológicas e métricas de <i>F. neofrenguelli</i> e de espécies semelhantes.....	78
Tabela 8 -	Variação das características morfológicas e métricas de <i>F. neomundana</i> e de espécies semelhantes.....	79
Tabela 9 -	Variação das características morfológicas e métricas de <i>F. quadrisinuata</i> e de espécies semelhantes.....	83
Tabela 10 -	Variação das características morfológicas e métricas de <i>Frustulia</i> sp. 2 e de espécies semelhantes.....	92
Tabela 11 -	Variação das características morfológicas e métricas de <i>Frustulia</i> sp. 3 e de espécies semelhantes.....	95

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	METODOLOGIA	12
3	RESULTADOS	14
3.1	<i>Humidophila</i> (Bacillariophyceae) in subtropical mountain springs and subaerial habitats, Paraná state, Brazil, with the description of a new <i>Humidophila</i> species.....	14
3.2	<i>Frustulia</i> Rabenhorst (Bacillariophyceae) em ambientes continentais e estuarinos do leste do Paraná, Brasil.....	51
3.3	<i>Eunotia</i> Ehrenberg (Bacillariophyceae) em ambientes continentais e estuarinos do leste do Paraná, Brasil.....	141
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	204
	REFERÊNCIAS	208
	APÊNDICE - Relação das amostras analisadas.	215
	ANEXO - Instructions for authors - Fottea.....	226
	ÍNDICE REMISSIVO	230

1. INTRODUÇÃO

As diatomáceas constituem um dos grupos mais importantes e representativos das microalgas aquáticas que compõem o fitoplâncton e o perifíton (WETZEL, 1983). A principal característica do grupo é a presença de uma parede celular composta por dióxido de silício (SiO_2), denominada frústula (STOERMER; JULIUS, 2011). A estrutura e as complexas ornamentações observadas nas frústulas das diatomáceas são fundamentais para a taxonomia do grupo (BOLD; WYNNE, 1985), representado atualmente por cerca de 165 gêneros e 15.000 espécies (GUIRY; GUIRY, 2021).

As diatomáceas ocorrem em grande abundância e riqueza de espécies em ambientes aquáticos, constituindo um dos grupos mais importantes para a determinação da qualidade de águas continentais (ROUND, CRAWFORD E MANN 1990). São utilizadas como confiáveis indicadores biológicos em vários países como: África do Sul (WALSH; WEPENER, 2009), Alemanha (KOSTER; HUBENENER, 2001), Austrália (NEWALL; WALSH, 2005), Finlândia (VILMI et al., 2015), Grécia (ZILLER; MONTESANTO, 2004), Irã (ATAZADEH; SHARIFI; KELLY, 2007), Itália (TORRISI; DELL UOMO, 2006), Malásia (MAZNAH; MANSOR, 2002), Nepal e Índia (JUTTNER et al., 2003) e Turquia (GURBUZ; KIVRAK, 2002; KALYONCU et al., 2009), devido à sua presença ubíqua, facilidade de coleta e preservação, além da rápida resposta a mudanças ambientais e a deterioração da qualidade da água (TAN, 2013), tais como o enriquecimento de nutrientes, a acidificação e a contaminação por metais (LAVOIE, 2014).

No Brasil, a diversidade das diatomáceas vem sendo estudada por diversos autores desde o início do século XIX, na primeira metade deste século, materiais de diversas partes do mundo, incluindo o Brasil, foram analisados por pesquisadores da Europa (SILVA et al., 2012). No Paraná, os estudos com as diatomáceas se iniciaram na década de 1950, com os trabalhos de Andrade e Rachou (1954) e Moreira-Filho e Fernandes (1958), desde então foram realizados 88 trabalhos até o ano de 2009 (TREMARIN et al. 2009). De 2009 até 2021, cerca de 65 estudos de diatomáceas foram realizados para o estado, destes nenhum trabalho trata especificamente dos gêneros *Frustulia* e *Humidophila*. Para *Eunotia* foram realizados dois trabalhos específicos no estado, sendo Bartozek et al. (2020) e Favaretto et al. (2021). Entretanto, diversas floras foram publicadas com

informações taxonômicas sobre os gêneros em foco (FARIA; TREMARIN; LUDWIG, 2010; BERTOLLI; TREMARIN; LUDWIG, 2010; SILVA-LEHMKUHL et al. 2010, 2019).

Levando-se em consideração a elevada riqueza de espécies dos gêneros *Eunotia*, *Frustulia* e *Humidophila* observados nos levantamentos florísticos e o pequeno número de estudos específicos destes gêneros para o Paraná, o grande número de amostras depositadas no Herbário da UFPR, a subjetividade taxonômica no tratamento de várias espécies, concluiu-se sobre a necessidade de uma revisão na taxonomia das espécies dos gêneros *Eunotia*, *Frustulia* e *Humidophila* do leste do estado do Paraná. Estas informações constam em monografias, dissertações e artigos, visando a harmonização taxonômica das espécies encontradas na região leste do Paraná, adequando os aspectos subjetivos da identificação e complementando as informações morfológicas inexistentes em alguns materiais. Com isso, nosso objetivo foi efetuar o estudo taxonômico das espécies do gênero *Eunotia*, *Frustulia* e *Humidophila*, com base em amostragens da região dos Mananciais da Serra, Piraquara e em amostras depositadas no Herbário da UFPR, relacionadas a estudos desenvolvidos s . A fim de rever as identificações realizadas anteriormente, confirmando ou reidentificando as populações documentadas em dissertações com amostras do estado, focando na harmonização taxonômica das espécies que ocorrem nesta região, além de documentar a ultra-estrutura das espécies e a variabilidade morfológica.

2. METODOLOGIA

O Estado do Paraná está localizado na região sul do Brasil, fazendo divisa ao norte com o Estado de São Paulo, ao sul com o Estado de Santa Catarina, a leste com o oceano Atlântico e a oeste com o Estado de Mato Grosso do Sul e os países Argentina e Paraguai. O estado possui 399 municípios, perfazendo uma área total de 196.490,1 Km² (SEMA, 2007).

O Paraná possui 16 bacias hidrográficas, a saber: Bacia Litorânea, Bacia do Ribeira, Bacia do Cinzas, Bacia do Iguaçu, Bacias do Paraná 1, 2 e 3, Bacia do Tibagi, Bacia do Ivaí, Bacia do Piquiri, Bacia do Pirapó, Bacia do Itararé, Bacias do Paranapanema 1, 2, 3 e 4 (Figura 1) (SEMA, 2015).



Figura 1: Bacias hidrográficas do Paraná. * Bacias da região leste do Estado, local das amostragens.

A coleta de dados foi realizada nas publicações de cunho florístico, taxonômico e ecológico, e nas dissertações de mestrado na região leste do estado do Paraná no período de 1980 a 2020, considerando-se os táxons determinados em nível infragenérico. Foram analisadas amostras de três bacias hidrográficas, sendo elas: Alto Iguaçu, Litorânea e Ribeira (Figura 1*).

Foram analisadas lâminas permanentes e amostras líquidas que estão depositas no Herbário UCPB da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Além

destas, novas amostras foram coletadas no município de Piraquara em 2020 (APÊNDICE).

As amostras líquidas foram oxidadas segundo a técnica de Simonsen (1974) modificada por Moreira-Filho e Valente-Moreira (1981) para retirada de toda a matéria orgânica. Lâminas permanentes foram montadas com resina Naphrax® (I.R.: 1,74) para análise dos exemplares em microscopia óptica (MO). Ilustrações fotográficas das espécies encontradas foram obtidas em microscópio óptico Olympus BX40 com câmera de captura Olympus DP71 acoplada. As identificações foram realizadas com base na literatura clássica e artigos atuais, com a finalidade de reidentificar e confirmar as populações determinadas anteriormente.

Para observações em microscopia eletrônica de varredura (MEV), amostras oxidadas foram depositadas sobre suportes de alumínio, metalizadas com ouro em aparelho Balzers Union SCD 030 e analisadas em microscópio eletrônico de varredura JEOL JSM 6360, no Centro de Microscopia Eletrônica (CME) da UFPR.

As amostras líquidas e as respectivas lâminas permanentes, de amostras não registradas em herbário, foram depositadas no Herbário do Departamento de Botânica (UPCB), Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está organizada em resumo, abstract, introdução, material e métodos e considerações finais GERAIS. Os resultados estão apresentados em três capítulos, como segue:

Capítulo 1: *Humidophila* (Bacillariophyceae) in subtropical mountain springs and subaerial habitats, Paraná state, Brazil, with the description of *H. piraquarae* sp. nov. Submetido à Fottea.

Capítulo 2: *Frustulia* Rabenhorst (Bacillariophyceae) em ambientes continentais e estuarinos do leste do Paraná, Brasil.

Capítulo 3: *Eunotia* Ehrenberg (Bacillariophyceae) em ambientes continentais e estuarinos do leste do Paraná, Brasil.

3 RESULTADOS

3.1 CAPÍTULO 1

Humidophila (Bacillariophyceae) in subtropical mountain springs and subaerial habitats, Paraná state, Brazil, with the description of a new *Humidophila* species.

Running title: *Humidophila* (Bacillariophyceae) in springs and subaerial habitats

Paula Carolina FERREIRA^{1,2*}, Vanessa Merlo KAVA^{1,3} & Thelma Alvim Veiga LUDWIG^{1,2}

¹ Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Centro Politécnico, Jardim das Américas, CEP 81531-980, Curitiba, Paraná, Brasil.

² Laboratório de Ficologia, Departamento de Botânica (veiga13ufpr@gmail.com)

³ Laboratório de Genética de Microrganismos, Departamento de Genética.

*Corresponding author: paulacarolina2712@gmail.com.

*As instruções para os autores com as normas da revista Fottea estão no anexo da dissertação.

ABSTRACT

The genus *Humidophila* is mainly characterized by small cells, striae often composed by one elongated areola occluded by thin hymenes. Species are distributed globally and are common in moist sub-aerial habitats and acidic oligotrophic waters. We identified five *Humidophila* taxa found in the well-conserved freshwater bodies and subaerial wet habitats from the mountain region “Mananciais da Serra”. Four previously known species (*Humidophila brekkaensis*, *H. contenta*, *H. nienta*, *H. paracontenta*) and one new species (*Humidophila* sp.) were described and illustrated based on light and scanning electron microscopy observations. *Humidophila* sp. is similar to *Humidophila nienta* (Carter) Lowe et al. and *H. undulata* Lowe et al., but is best distinguished by their prominent constriction, apices broadly rostrate-rounded, striae density, raised siliceous thickening region in the apical region of the axial area, and raphe proximal endings laterally expanded in anchor-shaped depressions. Also, a list of *Humidophila* taxa already registered in Brazil is presented.

Keywords: diatom, *Humidophila*, morphology, new taxon, subaerial habitats, taxonomy.

INTRODUCTION

The genus *Humidophila* comprises diatoms with small valves, usually less than 20 µm. The valves are linear, linear-elliptic, or elliptic; the apices are broadly rounded, and proximal raphe endings are straight, T-shaped or slightly anchor-shaped. The striae

on the valve face are composed of one elongated areola and the valve mantle is ornate by a row of usually elongated areolae (LOWE et al. 2014). Species of the genus are distinguished by valve dimensions, number of striae in 10 μm , valve outline, striae length and striation pattern, shape of proximal and distal raphe endings, mantle areolae row interrupted or not around the apices, shape and size of the central area (LOWE et al. 2014; KOPALOVA et al. 2015; KOCHMAN-KĘDZIORA et al. 2016; TAYLOR & COCQUYT 2016).

Humidophila is commonly found in aerial and subaerial environments, in habitats such as mosses and damp rocks, therefore considered an aerophilic taxon. In freshwater, representatives of the genus prefer acidic oligotrophic waters with low conductivity (LOWE et al. 2014; TAYLOR & COCQUYT 2016).

Species of *Humidophila* are globally distributed, but several taxa are confined to hotspots, such as the Antarctic and Subantarctic regions (KOPALOVÁ et al. 2015). Taxonomic studies registering *Humidophila* species were developed in the Antarctic Region (VAN DE VIJVER et al. 2002; KOPALOVÁ et al. 2015), Asia (LOWE et al. 2017), Europe (LANGE-BERTALOT & GENKAL 1999; LANGE-BERTALOT & WERUM 2001; WERUM & LANGE-BERTALOT 2004; NIKOLIC et al. 2020), South America (RUMRICH et al. 2000; METZELTIN et al. 2005), and New Caledonia (MOSER et al. 1998).

In Brazil, the occurrences of *Humidophila* are registered in floristic surveys, totaling 12 species citations until 2021. TREMARIN et al. (2009) catalog seven species of *Humidophila* to the state of Paraná. No exclusive study focusing only the genus *Humidophila* was developed.

We provided descriptions and illustrations of five *Humidophila* species of the pristine freshwater bodies and subaerial wet habitats from the mountain region in the east part of Paraná state. One new species of *Humidophila* is described, illustrated with LM and SEM, and compared to similar taxa. A list of *Humidophila* taxa already registered in Brazil is presented.

MATERIALS AND METHODS

The present study was carried out in an Environmental Protection (APA) area of Piraquara city, Paraná state, Brazil. The region is inserted in the Marumbi Park at the coordinates 25°29'S; 49°59'W and covers the mountain springs, located west of the Serra do Mar, in the Atlantic Forest (MANANCIAIS DA SERRA 2021).

Samplings were carried out in 2013 and 2014, in streams and water collection boxes with very low anthropogenic impact, thus constituting a well-conserved environment. Eight periphytic samples were obtained by collecting mosses and submerged sand and rocks, as well as wet sub aerial substrates. The samples were fixed with the Transeau solution in a proportion of 1:1 (BICUDO & MENEZES 2006). pH (pH-meter PHTEK model pH-100), conductivity ($\mu\text{S}^{-1}/\text{cm}$) and water temperature ($^{\circ}\text{C}$) were estimated (Table 1).

The samples were cleaned according to the SIMONSEN (1974) modified by MOREIRA-FILHO & VALENTE-MOREIRA (1981). Permanent slides were mounted with Naphrax® resin (I.R.: 1.74) for analysis of the specimens under light microscopy (LM). Illustrations of the species were obtained using an Olympus DP71 capture camera attached to Olympus BX40 light microscope. For the SEM observations, the oxidized

samples were deposited on aluminum stubs, metalized with gold in a Balzers Union SCD 030 apparatus, and analyzed in the JEOL JSM 6360 scanning electron microscope, at the Electron Microscopy Center of the Federal University of Paraná (UFPR).

Samples and their respective permanent slides were deposited in the Herbarium of the Botany Department of the UFPR (UPCB) (Table 1). Diatom terminology follows ROUND et al. (1990) and LOWE et al. (2014).

Based on literature data, a list of *Humidophila* taxa already registered in Brazil is presented on Table 2, including geographic distribution records and proposals for correcting some misidentifications. The new species *Humidophila piraquarae* P.C.Ferreira & T.V.Ludwig is compared with similar species on Table 3.

RESULTS

Five species were described and illustrated, including one new species, *Humidophila* sp. We registered *Humidophila contenta* and *Humidophila paracontenta* in all studied samples.

Humidophila (Lange-Bertalot & Werum) Lowe, Kociolek, Johansen, Van de Vijver, Lange-Bertalot et Kopalová, 2014.

Humidophila brekkaensis (Petersen) Lowe et al., 2014 in Lowe et al. Diatom Research, v. 29, n. 4, p. 351-360, 2014.

Figs. 1-26

Valves linear, slightly gibbous in the middle, length 7.3-15.7 µm, width 2.6-3.4 µm, with rounded apices. SEM: raphe filiform with external central and distal ends straight.

Axial area linear. Central area elliptical, large, delimited by shorter central striae, not reaching the valve margins. Striae parallel, 25-40 in 10 μm , formed by a single transapically elongated areola. Mantle areolae positioned at valve face, rounded, 30-35 in 10 μm , interrupted around the apices. Copulae perforated by elongated slits.

Comments. *Humidophila brekkaensis* have a typical gibbous central valve, and the mantle areolae are situated on the valve face (WERUM & LANGE-BERTALOT 2004).

There are three citations of *H. brekkaensis* in Brazil. OLIVEIRA et al. (2002), in the state of Rio Grande do Sul, registered only one specimen illustrated under light microscopy, showing very slight gibbosity. However, without observing the presence of typical mantle areolae by electron microscopy, it is not possible to confirm the identity of the species. SANTOS et al. (2011) present a population that truly belongs to *H. brekkaensis*, but has been misidentified as *Diademesmis pseudolangebertalotii* (description on p. 307) and *Diademesmis langebertalotii* (Figs. 27-29). Finally, MARQUARDT et al. (2018) in reservoirs of the state of São Paulo illustrate specimens of *H. brekkaensis*, by SEM (Figs. 111-112), but the LM images (Figs. 65-69), without central gibbosity, appear to belong to *H. biscutella* (Figs. 65-69, 107).

Humidophila brekkaensis was often found in periphytic habit in *Potamogeton polygonus* Cham. & Schltdl. (SANTOS et al. 2011), in moss samples, almost exclusively taken from the driest mosses like *Campylopus* Brid. or on liverworts (CHATTOVÁ et al. 2018).

Samples occurrence: UPCB-76004, 76005, 76059, 76066, 76074.

Literature consulted: as *Navicula brekkaensis*: KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986); as *Diadesmis brekkaensis*: WERUM et al. (2004), HOFMANN et al. (2013), Wojtal (2013); as *Humidophila brekkaensis*: LOWE et al. (2014).

Humidophila contenta (Grunow) Lowe et al., 2014 in *Diatom Research*, v. 29, n. 4, p. 351-360, 2014.

Figs. 27-54

Valves linear, slightly concave or convex in the middle, length 6.7-10.8 µm, width 2.6-3.3µm, with widely rounded apices. SEM: raphe filiform with central and distal ends T-shaped. Axial area linear and central area expanded in fascia, extending from the central nodule to the valve margins. Striae parallel, 30-40 in 10 µm, formed by a single transapically elongated areola. Mantle areolae elongated, 40 in 10 µm, uninterrupted around the valve apices. Copulae perforated by elongated slits.

Comments.

Humidophila contenta was characterized by SCHOEMAN & ARCHIBALD (1978) as an extremely polymorphic taxon. KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986) have followed this opinion. However, MOSER et al. (1998), came to a contrary result after SEM-investigations, concluding that various populations which seemed to belong to *H. contenta* at a first glance, in reality belong to other species. *Humidophila contenta* is a very distinct cosmopolitan species that does not change its pattern of fine structures significantly (LANGE-BERTALOT & WERUM 2001).

VAN DAM et al. (1994) and VAN DE VIJVER & BEYENS (2002) stated that *H. contenta* was often found in alkaline, oligotrophic to eutrophic freshwater, mainly

occurring on wet and moist or temporarily dry places, semi-wet to dry environments,
and terrestrial mosses.

In Brazil, *H. contenta* is the most frequently registered species of *Humidophila*,
being cited in almost all works that include species of the genus.

Samples occurrence: UPCB-76004, 76005, 76056, 76059, 76066, 76074, 78123, 78127,
78128.

Literature consulted: as *Navicula contenta*: KRAMMER & LANGE-BERTALOT
(1986); as *Diadesmis contenta*: MOSER et al. (1998), WERUM et al. (2004),
HOFMANN et al. (2013); as *Humidophila contenta*: LOWE et al. (2014).

Humidophila nienta (Carter) Lowe et al., 2014 in *Diatom Research*, v. 29, n. 4, p. 351-
360, 2014.

Figs. 55-85

Valves linear, with undulate margins, slightly constricted in the center, length 9.2-16.3
µm, width 2.6-3.1 µm, with subcapitate apices. SEM: raphe filiform with central and
distal ends T-shaped. Axial area linear to weakly lanceolate. Central area circular,
enlarged due to shortening of the central striae. Striae parallel, 35-40 in 10 µm, formed
by a single transapically elongated areola. Mantle areolae rounded, 40 in 10 µm,
uninterrupted around the valve apices. Copulae perforated by elongated slits. Presence
of pseudoseptum at both apices.

Comments. *Humidophila nienta* was described originally by CARTER (1966) as
Navicula nienta, to the archipelago of Tristan da Cunha. LOWE et al. (2014) analyzed
the ultrastructure of specimens of *H. nienta* in samples from the Kerguelen Islands, in
Hawaii. The authors discussed the similarity with *Diadesmis langebertalotii* Van de

Vijver et Le Cohu and with *Diadesmis pseudolangebertalotii* Metzeltin, Lange-Bertalot, et Garcia-Rodriguez and synonymized both with *H. nienta*.

CARTER (1966) and LOWE et al. (2014) stated that *H. nienta* was often found in stones substrates collected in streams, walls of dimly lit caves and lava tubes.

In fact, there were no records of *H. nienta* in Brazil. However, COSTA (1995) illustrated a heterogeneous population of *Diadesmis contenta*, and the individual of fig. 184 corresponds to *H. nienta*. SANTOS et al. (2011) documented a species misidentified as *Diadesmis implicata*, that actually corresponds to *H. nienta*.

Samples occurrence: UPCB-78123, 78127, 78128.

Literature consulted: as *Diadesmis langebertalotii*: LE COHU & VAN DE VIJVER (2002); as *Diadesmis pseudolangebertalotii*: METZELTIN et al. (2005); as *Humidophila nienta*: LOWE et al. (2014).

Humidophila paracontenta (Lange-Bertalot et Werum) Lowe et al., 2014 in Diatom Research, v. 29, n. 4, p. 351-360, 2014.

Figs. 86-109

Valves linear, slightly gibbous in the center, length 9.2-12.7 μm , width 2.8-3.1 μm , with widely rounded apices. SEM: raphe filiform with external central ends straight and distal ends small pore-shaped. Axial area linear. Central area expanded in fascia, extending from the central nodule to the valve margins. Striae parallel, 30-40 in 10 μm , formed by a single areola. Areolae transapically shortened near the central area. Mantle areolae elongated to rounded, 35 in 10 μm , uninterrupted around the valve apices. Copulae perforated by elongated slits.

Comments. The present population resembles *Humidophila undulocontenta* (Lange-Bertalot et Werum) Lowe et al. However *H. undulocontenta* has denser striae (40-42 in 10 μm), but lacks the consistent phantom striae around the central area and the marked depressions in the raphe distal end (LOWE et al. 2017).

FUREY et al. (2020) stated that *H. paracontenta* was often found in euaerial or pseudoaerial environments.

In Brazil, there were no records of *H. paracontenta*. However, COSTA (1995) illustrated a heterogeneous population of *Diademsis contenta*, and the individual of Fig. 185 corresponds to *H. paracontenta* and SILVA et al. (2010) illustrate a specimen Fig. 126 identified as *H. contenta* that corresponds meristically and morphologically to *H. paracontenta*.

Samples occurrence: UPCB-76004, 76005, 76056, 76059, 76066, 76074, 78123, 78127, 78128.

Literature consulted: as *Diademsis paracontenta*: WERUM et al. (2004); HOFMANN et al. (2013); as *Humidophila paracontenta*: LOWE et al. (2014).

***Humidophila* sp.**

Figs. 110-142

Valves linear, with prominent undulations, length 8.9-14.7 μm and width 2.6-3.2 μm .

Apices broadly rostrate-rounded. Central and distal endings laterally expanded in anchor-shaped depressions. Axial area lanceolate, tapering gradually towards the apice.

Raised longitudinal siliceous thickening (Figs. 138, 142), restricted to distal region of

axial area. Central area transapically elliptic to almost circular, delimited by shorter

striae. Striae slightly radiate near the rounded central area, 30-40 in 10 μm , formed by a

single areola. Areolae transapically elongated, shorter and more circular near the central area and near the apices. Mantle areolae elongated, 35 in 10 μm , uninterrupted around the valve apices. Copulae perforated by delicate slits (Fig. 140). Presence of pseudoseptum at both apices (Fig. 139).

Comments. The undulated outline is not a common feature in the genus *Humidophila*, only detected in some species, such as *H. biggiba* (Hustedt) Lowe et al., *H. nienta* (Carter) Lowe et al. and *H. undulata* Lowe, Kociolek et Johansen.

Humidophila sp. resembles *H. nienta* and *H. undulata* (Table 2). *Humidophila nienta* differs by its undulated valve outline less constricted in the middle, and distal raphe endings often with rim-shaped depressions (LOWE et al. 2014). *Humidophila undulata* differs by having a deeper constricted valve, lower striae density (29-31 areolae in 10 μm), weakly rostrate to cuneately-rounded apices, axial area linear not raised near distal raphe ends, and central raphe endings terminating in laterally expanded T-shaped depressions (LOWE et al. 2014).

We propose the new species, *Humidophila* sp., based on the unique features of our population comparing to similar species (Table 3): prominent constriction, broadly rostrate-rounded, striae density, raised siliceous thickening region of axial area, and raphe central endings laterally expanded in anchor-shaped depressions. The new species was found in mosses in a well-preserved environment.

Type: BRAZIL. Paraná, Piraquara: Carvalho Reservoir, 25°29'42"S, 48°59'08"W, 30 April 2014 (Table 1), R. Garbuio et al. (holotype UPCB! population on slide UPCB76074, illustrated here in LM as Figs 110-137 and SEM as Figs 138-142; Fig. 110 holotype specimen.

Etymology: The specific epithet refers to the city of Piraquara, where the species was found.

DISCUSSION

Recent discoveries of new diatoms in aerial and subaerial environments, such as *Humidophila* (KOCHMAN-KĘDZIORA et al. 2016; FUREY et al. 2020) and *Luticola* D.G. Mann (KALE et al. 2017; FUREY et al. 2020), highlight the great importance of taxonomic studies including collections in this type of habitat. Many *Humidophila* taxa occur in moist aerial or subaerial habitats, wet or semi-dry terrestrial habitats such as wet soils, wet walls, moist mosses, damp rocks, and spray zones of waterfalls (LOWE et al. 2014; TAYLOR & COCQUYT 2016; LOWE et al. 2017; CHATTOVÁ et al. 2018). The populations studied in “Mananciais da Serra” were found in sub-aerial environments such as mosses and in aerial environments such as walls moistened by water spray, typical environments of the genus *Humidophila*. However, we also found specimens attached to submerged substrates such as pebbles and sand, and in a phytoplankton sample. Species were more frequent in wet moss samples. Also, species of *Humidophila* often occur in oligotrophic environments (WERUN & LANGE-BERTALOT 2004; POULÍČKOVÁ & HAŠLER 2007; KOVER et al. 2015; TAYLOR & COQUYT 2016). Our samples were collected in subaerial environments and water bodies inserted in mountainous conservation area with very low anthropic interference. The streams have clear and crystalline water, low temperature, low concentration of nutrients, and acidic pH, as cited by TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI (2008) to be usual for this type of mountainous environment. *Humidophila* species had been recorded in Brazilian environments with most diverse levels of trophic (SILVA et al. 2010; MARRA et al. 2016; SILVA-LEHMKUHL et al. 2019). Greater numbers of species were found in oligo-mesotrophic environments (BERTOLLI et al. 2010; MARRA et al. 2016; MARQUARDT et al. 2018; SILVA-LEHMKUHL et al. 2019). *Humidophila* taxa in environments with different levels of trophic probably occur, because cosmopolitan *Humidophila* species, such as *H. contenta*, can adapt easily to rapid changes in environmental conditions (NIKOLIC et al. 2020).

Humidophila contenta is frequently documented in Brazil in different habitats, mostly sub-aerial environments, and mainly attached to macrophytes or damp rocks (MARRA et al. 2016; SILVA-LEHMKUHL et al. 2019; BES et al. 2012; HEINRICH et al. 2014; SILVA et al. 2011; SILVA et al. 2017), phytoplankton samples (BARTOZEK et al. 2013), samples of submerged pebbles (MORESCO & RODRIGUES, 2016) or artificial substrates (OLIVEIRA et al. 2002; SILVA-LEHMKUHL et al. 2019).

Although 65 have been flagged as taxonomically accepted (GUIRY & GUIRY 2021), only 12 species of *Humidophila* were registered in Brazil. Some are identified incorrectly. Partly due to the use of traditional European or North American identification guides (TYLER 1996; CHATTOVÁ et al. 2018), to erroneous identifications (VAN DE VIJVER & COCQUYT 2009) or absence of ultrastructure observations. In addition, some species did not have a clear delimitation, presenting very heterogeneous populations, as is the case of *H. contenta* (KRAMMER & LANGE-BERTALOT 1986). In recent years, studies focusing on the genus allowed to optimize the taxonomic delimitation of some species with heterogeneous populations, through the description of independent species based on current morphological concepts and biogeography (LOWE et al. 2014; KOPALOVÁ et al. 2015; LOWE et al. 2017; CHATTOVÁ et al. 2018).

The distribution of the genera in the country is restricted to the states of Goiás, Rio de Janeiro, Paraná, São Paulo and Rio Grande do Sul. This restricted distribution and probably the number of species are underestimated in Brazil. More extensive sampling covering uncollected regions and diverse aerophilic habitats would reveal the real diversity of the genus in Brazil.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the Center of Electron Microscopy of the Federal University of Paraná for SEM availability and Dra. Elizabeth de Araujo Schwarz for latin assistance. Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) provided a Master's degree scholarship for PCF, and TAVL was supported by a productivity grant from the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (311876/2019–6).

REFERENCES

- BARTOZEK, E.C.R.; BUENO, N.C.; LUDWIG, T.A.V.; TREMARIN, P.I.; NARDELLI, M.S. & ROCHA, A.C.R. (2013): Diatoms (Bacillariophyceae) of Iguaçu National Park Foz do Iguaçu Brazil. – *Acta Botanica Brasilica* 27(1): 108-123. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062013000100012>
- BARTOZEK, E.C.R.; ZORZAL-ALAMEIDA, S. & BICUDO, D.C. (2018): Surface sediment and phytoplankton diatoms across a trophic gradient in tropical reservoirs: new records for Brazil and São Paulo State. – *Hoehnea* 45(1): 69-92. <https://doi.org/10.1590/2236-8906-51/2017>
- BERE, T. (2014): Ecological preferences of benthic diatoms in a tropical river system in São Carlos-SP. – *Tropical Ecology* 55(1): 47-61.

BERE, T. & TUNDISI, J.G. (2011a): Applicability of borrowed diatom-based water quality assessment indices in streams around São Carlos-SP, Brazil. – *Hidrobiologia* 673(1): 179-192. <https://doi.org/10.1007/s10750-011-0772-7>

BERE, T. & TUNDISI, J.G. (2011b): Influence of ionic strength and conductivity on benthic diatom communities in a tropical river (Monjolinho), São Carlos-SP, Brazil. – *Hidrobiologia* 661: 261-276. <https://doi.org/10.1007/s10750-010-0532-0>

BERE, T. & TUNDISI, J.G. (2011c): Influence of land-use patterns on benthic diatom communities and water quality in the tropical Monjolinho hydrological basin, São Carlos-SP, Brazil. – *Water SA* 37(1). <https://doi.org/10.4314/wsa.v37i1.64112>

BERTOLLI, L.; TREMARIN, P.I. & LUDWIG, T.A.V. (2004): Diatomáceas perifíticas em *Polygonum hydropiperoides* Machaux reservatório Passaúna Região Metropolitana de Curitiba Paraná Brasil. – *Acta Botanica Brasilica* 24(4): 1014-1025. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062010000400022>

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.

BICUDO, D.C. & MENEZES, M. (2006): Gêneros de Algas de Águas Continentais do Brasil chave para identificação e descrições. – Rima, São Carlos 2. 508 pp.

- 362 CARTER, J.R. (1966): Some freshwater diatoms of Tristan da Cunha and Gough
363 Island: Report on material collected by the Royal Society Expedition to Tristan da
364 Cunha. – Nova Hedwigia 6: 1-4.
365
- 366 CHATTOVÁ, B.; LEBOUVIER, B. & VAN DE VIJVER, B. (2018): Morphological
367 and taxonomical analysis of the terrestrial diatom genus *Humidophila* (Bacillariophyta)
368 on Ile Amsterdam and Ile Saint-Paul (Southern Indian Ocean). – Phytotaxa 336(1): 28.
369 <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.336.1.2>
370
- 371 COSTA, J.C.F. (1995): Diatomáceas (Bacillariophyceae) da Reserva Biológica de Poço
372 das Antas, município de Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. – Iheringia Série Botânica
373 46: 57-144.
374
- 375 DUPONT, A.; LOBO, E.A.; COSTA, A.B. & SCHUCH, M. (2007): Avaliação da
376 qualidade da água do Arroio do Couto, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. – Caderno de
377 Pesquisa, série Biologia 19(1): 56-65.
378
- 379 FARIA, D.M.; COSTIN, J.C.; TREMARIN, P.I. & LUDWIG, T.A.V. (2019): Temporal
380 changes in biological traits of diatom communities in response to an oil spill in a
381 subtropical river. – Anais da Academia Brasileira de Ciências 91(2): 1-17.
382 <https://doi.org/10.1590/0001-3765201920170863>
383
- 384 FONTANA, L. & BICUDO, D.C. (2012): Biodiversidade e distribuição das
385 diatomáceas (Bacillariophyceae) de sedimentos superficiais nos reservatórios em

- 386 cascata do rio Paranapanema, SP/PR, Brasil. – *Hoehnea* 39(4): 587-614.
 387 <https://doi.org/10.1590/S2236-89062012000400007>
 388
- 389 FUREY, P.C.; MANOYLOV, K.M. & LOWE, R.L. (2020): New and interesting aerial
 390 diatom assemblages from southwestern Iceland. – *Phytotaxa* 428(3): 173-208.
 391 <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.428.3.2>
 392
- 393 GUIRY, M.D. & GUIRY, G.M. *Algae Base*. World-wide electronic publication
 394 National University of Ireland Galway. – <http://www.algaebase.org> [accessed: 19
 395 December 2021].
 396
- 397 HEINRICH, C.G.; LEAL, V.L.; SCHUCH, M.; DUPONT, A. & LOBO, E.A. (2014):
 398 Epilithic diatoms in headwater areas of the hydrographical subbasin of the Andreas
 399 Stream, RS, Brazil, and their relation with eutrophication processes. – *Acta*
 400 *Limnologica Brasiliensia* 26(4): 347-355. [https://doi.org/10.1590/S2179-](https://doi.org/10.1590/S2179-975X2014000400003)
 401 [975X2014000400003](https://doi.org/10.1590/S2179-975X2014000400003)
 402
- 403 HOFMANN, G.; LANGE-BERTALOT, H. & WERUM, M. (2013): *Diatomeen im*
 404 *Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa*. – Koeltz Scientific Books, Königstein. 908 pp.
 405
- 406 KALE, A.; LEVKOV, Z. & KARTHICK, B. (2017): Typification of two species of
 407 *Luticola* (Bacillariophyta) from aerophilic habitats of the Western Ghats, India. –
 408 *Phytotaxa*, 298(1): 29-42. <https://doi:10.11646/phytotaxa.298.1.3>
 409

- 410 KOCHMAN-KĘDZIORA, N.; NOGA, T.; ZIDAROVA, R.; KOPALOVA, K. & VAN
 411 DE VIJVER, B. (2016): *Humidophila komarekiana* sp. nov. (Bacillariophyta), a new
 412 limnoterrestrial diatom species from King George Island (Maritime Antarctica). –
 413 Phytotaxa 272(3): 184-190. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.272.3.2>
 414
- 415 KOPALOVÁ, K.; KOCIOLEK, J.; LOWE, R.; ZIDAROVA, R. & VAN DE VIJVER,
 416 B. (2015): Five new species of the genus *Humidophila* (Bacillariophyta) from the
 417 Maritime Antarctic Region. – Diatom Research 30(2): 117-131.
 418 <https://doi.org/10.1080/0269249X.2014.998714>
 419
- 420 KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. (1986): BACILLARIOPHYCEAE:
 421 NAVICULACEAE. In: ETLL, H.; GERLOFF, J.; HEYNING, H. & MOLLENHAUER,
 422 D. Sübwasserflora von Mitteleuropa. – G. Fischer Stuttgart & New York 2(1). 876 pp.
 423
- 424 LANGE-BERTALOT, H. & GENKAL, S. (1999): Diatoms from Siberia I - Islands in
 425 the Arctic Ocean (Yugorsky-Shar Strait). – Iconographia Diatomologica 6: 1-292.
 426
- 427 LANGE-BERTALOT, H. & WERUM, M. (2001): *Diadesmis fukushimae* sp. nov. and
 428 some other new or rarely observed taxa of the subgenus *Paradiadesmis* Lange-Bertalot
 429 & Le Cohu. – Diatom 17: 3–19
 430
- 431 LE COHU, R. & VAN DE VIJVER, B. (2002): Le genre *Diadesmis* (Bacillariophyta)
 432 dans les archipels de Crozet et de Kerguelen avec la description de cinq espèces

nouvelles. – *Annales de Limnologie* 38(2): 119-132.

<https://doi.org/10.1051/limn/2002010>

LOBO, E.A.; CALLEGARO, V.L.M.; HERMANY, C.; BES, D.; WETZEL, C.E. & OLIVEIRA, M.A. (2004): Use of epilithic diatoms as bioindicators from lotic systems in southern Brazil, with special emphasis on eutrophication. – *Acta Limnologica Brasiliensia* 16(1): 25-40.

LOBO, E.A.; HEINRICH, C.G.; SCHUCH, M.; DUPONT, A.; COSTA, A.B.; WETZEL, C.E. & ECTOR, L. (2016): Índice trófico de qualidade da água: guia ilustrado para sistemas lóticos subtropicais e temperados brasileiros. – EDUNISC 1. 56pp.

LOBO, E.A.; SCHUCH, M.; HEINRICH, C.G.; COSTA, A.B.; DUPONT, A.; WETZEL, C.E. & ECTOR, L. (2015): Development of the Trophic Water Quality Index (TWQI) for subtropical temperate Brazilian lotic systems. – *Environmental Monitoring and Assessment* 187(354): 1-13. [https://doi.org/ 10.1007/s10661-015-4586-3](https://doi.org/10.1007/s10661-015-4586-3)

LOBO, E.A.; WETZEL, C.E.; ECTOR, L.; KATOH, K.; BLANCO, S. & MAYAMA, S. (2010): Response of epilithic diatom communities to environmental gradients in subtropical temperate Brazilian rivers. – *Limnetica* 29(2): 323-340. <https://doi.org/10.23818/limn.29.27>

- 457 LOWE, R.L.; KOCIOLEK, P.; JOHANSEN, J.R.; VAN DE VIJVER, B.; LANGE-
 458 BERTALOT, H. & KOPALOVÁ K. (2014): *Humidophila* gen. nov. a new genus for a
 459 group of diatoms (Bacillariophyta) formerly within the genus *Diademsis*: species from
 460 Hawaii including one new species. – *Diatom Research* 29(4): 351-360.
 461 <https://doi.org/10.1080/0269249X.2014.889039>
 462
- 463 LOWE, R.; KOCIOLEK, J.P.; YOU, Q.; WANG, Q. & STEPANEK, J. (2017):
 464 Diversity of the diatom genus *Humidophila* in karst areas of Guizhou, China. –
 465 *Phytotaxa* 305(4): 269-284. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.305.4.3269>
 466
- 467 MANANCAIS DA SERRA. – Available in: [http://mananciaisdaserrapr.blogspot.com.](http://mananciaisdaserrapr.blogspot.com.br)
 468 br. [accessed: 19 December de 2021].
 469
- 470 MARQUARDT, G.C.; BICUDO, C.E.M.; LUDWIG, T.A.V.; ECTOR, L. & WETZEL,
 471 C.E. (2018): Diatom assemblages (Bacillariophyta) in six tropical reservoirs from
 472 southeast Brazil: species composition and spatial and temporal variation patterns. –
 473 *Acta Limnologica Brasiliensia* 30: e201. <https://doi.org/10.1590/S2179-975X6417>
 474
- 475 MARQUARDT, G.C.; FURSTENBERGER, C.B.; CHAOUICHE, T.E.; CAPARICA,
 476 R. & CARAPUNARLA, L. (2005): Periphytic diatoms (Bacillariophyceae) in natural
 477 substrates from the rio das Pedras, located in Guarapuava, state of Paraná, Brazil. –
 478 *Terra Plural* 4(2): 217-240. <https://doi.org/10.5212/TerraPlural.v.4i2.0005>
 479

- 480 MARRA, R.C.; TREMARIN, P.I.; ALGARTE, V.M. & LUDWIG, T.A.V. (2016):
481 Epiphytic diatoms (Diatomeae) from Piraquara II urban reservoir, Paraná state. – Biota
482 Neotropica 16(4): 1-20. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2016-0200>
483
- 484 METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H. & GARCÍA-RODRÍGUEZ, F. (2005):
485 Diatoms of Uruguay: compared with other taxa from South America and elsewhere.–
486 Iconographia Diatomologica 15: 1-736.
487
- 488 MOREIRA-FILHO, H. & VALENTE-MOREIRA, I.M. (1981): Avaliação taxonômica
489 e ecológica das diatomáceas (Bacillariophyceae) epífitas em algas pluricelulares obtidas
490 nos litorais dos Estados do Paraná Santa Catarina e São Paulo. – Boletim do Museu
491 Botânico Municipal 47: 1-17.
492
- 493 MORESCO, C. & RODRIGUES, L. (2016): Checklist of periphytic diatoms in streams
494 of the Piarapó River basin, Paraná state, Brazil. – Check List 12(1):1-7.
495 <https://doi.org/10.15560/12.1.1823>
496
- 497 MOSER, G.; LANGE-BERTALOT, H. & METZELTIN, D. (1998): Insel der
498 Endemiten. Geobotanisches Phänomen Neukaledonien (Island of endemics New
499 Caledonia - a geobotanical phenomenon). – Bibliotheca Diatomologica 38. 464 pp.
500
- 501 NIKOLIĆ, N.; POPOVIĆ, S.; VIDAKOVIĆ, D.; SIMIĆ, G.S. & KRIZMANIĆ, J.
502 (2020): Genus *Humidophila* from caves in Serbia with an improved detailed description

- 503 of rare *H. brekkaenoides*. – Archives of Biological Sciences 72(2): 279-289.
504 <https://doi.org/10.2298/ABS200228022N>
505
- 506 OLIVEIRA, M.A.; TORGAN, L.C. & RODRIGUES, L. (2002): Diatomáceas
507 perifíticas dos arroios Sampaio e Sampaio Rio Grande do Sul Brasil. – Acta Botanica
508 Brasilica 16(2): 151-160. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062002000200003>
509
- 510 POULÍČKOVÁ, A. & HAŠLER, P. (2007): Aerophytic diatoms from caves in central
511 Moravia (Czech Republic). – Preslia 79(2): 185-204.
512
- 513 PROCOPIAK, L.K.; FERNANDES, L.F. & MOREIRA-FILHO, H. (2006): Marine and
514 estuarine diatoms (Bacillariophyta) from Paraná, southern Brazil: check-list with
515 emphasis on harmful species. – Biota Neotropica 6(3): 1-28.
516 <https://doi.org/10.1590/S1676-06032006000300013>
517
- 518 ROUND, F.E.; CRAWFORD, R.M. & MANN, D.G. (1990): The Diatoms. Biology and
519 Morphology of the Genera. – Cambridge University Press, Cambridge, 747 pp.
520
- 521 RODRIGUES, L. & BICUDO, D.C. (2001:) Similarity among periphyton algal
522 communities in a lentic-lotic gradient of the upper Paraná river floodplain, Brazil. –
523 Revista Brasileira de Botânica 24(3): 235-248. [https://doi.org/10.1590/S0100-](https://doi.org/10.1590/S0100-84042001000300001)
524 [84042001000300001](https://doi.org/10.1590/S0100-84042001000300001)
525

- 526 ROSA, V.C. & GARCIA, M. (2015): Ecological guilds of epiphytic diatoms
 527 (Bacillariophyta) on *Acrostichum danaeifolium* Längst. & Fisch in a subtropical
 528 wetland in southern Brazil. – *Acta Limnologica Brasiliensia* 27(3): 311-321.
 529 <https://doi.org/10.1590/S2179-975X4214>
 530
- 531 RUMRICH, U.; LANGE-BERTALOT, H. & RUMRICH, M. (2000): Diatoms of the
 532 Andes. From Venezuela to Patagonia/Tierra del Fuego and two additional
 533 contributions. – *Iconographia Diatomologica* 9: 1-649.
 534
- 535 RUWER, D.T.; BERNARDES, M.C. & RODRIGUES, L. (2018): Diatom responses to
 536 environmental changes in the Upper Paraná River floodplain (Brazil) during the last ~
 537 1000 years. – *Journal of Paleolimnology* 60(4):543-551. [https://doi.org/10.1007/s10933-](https://doi.org/10.1007/s10933-018-0039-7)
 538 [018-0039-7](https://doi.org/10.1007/s10933-018-0039-7)
 539
- 540 RUWER, D.T. & RODRIGUES, L. (2018): Subfossil and periphytic diatoms from the
 541 upper Paraná river, Brazil: last ~1000 years of a transition period. – *Hoehnea* 45(3):
 542 431-449. <https://doi.org/10.1590/2236-8906-89/2017>
 543
- 544 SALOMONI, S.E.; ROCHA, O.; CALLEGARO, V.L. & LOBO, E.A. (2006): Epilithic
 545 diatoms as indicators of water quality in the Gravataí river, Rio Grande do Sul, Brazil. –
 546 *Hydrobiologia* 559: 233-246. <https://doi.org/10.1007/s10750-005-9012-3>
 547
- 548 SALOMONI, S.E.; ROCHA, O.; HERMANY, O. & LOBO, E.A. (2011): Application
 549 of water quality biological indices using diatoms as bioindicators in the Gravataí river,

- 550 RS, Brazil. – Brazilian Journal of Biology 71(4): 949-959.
551 <https://doi.org/10.1590/S1519-69842011000500015>
552
- 553 SANTOS, E.M.; TREMARIN, P.I. & LUDWIG, T.A.V. (2011): Diatomáceas
554 perifíticas em *Potamogeton polygonus* Cham. And Schltdl.: citações pioneiras para o
555 estado do Paraná. – Biota Neotropica 11(3): 303-315. [https://doi.org/10.1590/S1676-](https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000300025)
556 06032011000300025
557
- 558 SCHUCH, M.; OLIVEIRA, M.A. & LOBO, E.A. (2015): Spatial Response of Epilithic
559 Diatom Communities to Downstream Nutrient Increases. – Water Environment
560 Research 87(6). <https://doi.org/10.2175/106143014X14062131178196>
561
- 562 SCHOEMAN, F.R. & ARCHIBALD, R.E.M. (1978): The diatom flora of Southern
563 Africa. – CSIR Special Report WAT 50.
564
- 565 SILVA, A.M.; LUDWIG, T.A.V.; TREMARIN, P.I. & VERCELLINO, I.S. (2010):
566 Diatomáceas perifíticas em um sistema eutrófico brasileiro (Reservatório do Iraí estado
567 do Paraná). – Acta Botanica Brasilica 24(4): 997-1016. [https://doi.org/10.1590/S0102-](https://doi.org/10.1590/S0102-33062010000400015)
568 33062010000400015
569
- 570 SILVA, W.J.; NOGUEIRA, I.S.; & SOUZA, M.G.M. (2011): Catálogo de diatomáceas
571 da região Centro-Oeste brasileira. – Iheringia Série Botânica 66(1): 61–86.
572

- 573 SILVA, J.F.; SALOMONI, S.E.; OLIVEIRA, M.A. & MACHADO, S.L.O. (2017):
574 Diatomáceas epilíticas de sistemas lóticos na sub-bacia hidrográfica do Arroio Grande,
575 Rio Grande do Sul, Brasil. – *Iheringia Série Botânica* 72(2): 201-219.
576
- 577 SILVA-LEHMKUHL, A.M.; TREMARIN, P.I.; VERCELLINO, I.S. & LUDWIG,
578 T.A.V. (2019): Periphytic diatoms from an oligotrophic lentic system, Piraquara I
579 reservoir, Paraná state, Brazil. – *Biota Neotropica* 19(2): 1-25.
580 <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2018-0568>
581
- 582 SIMONSEN, R. (1974): The diatom plankton of the Indian Ocean Expedition of R/V
583 “Meteor”, 1964-65 Meteor. – *Forschungsergebnisse Reihe D-Biologie* 19: 1-66.
584
- 585 TAYLOR, J.C. & COCQUYT, C. (2016): Diatoms from the Congo and Zambezi Basins
586 – Methodologies and identification of the genera. – *African Journal of Aquatic Science*
587 44(3). 302 pp.
588
- 589 TORGAN, L.C. & BIANCAMANO, M.I. (1991): Catálogo das Diatomáceas
590 (Bacillariophyceae) referidas para o estado do Rio Grande do Sul, Brasil, no período de
591 1973 a 1990. – *Caderno de Pesquisa, Série Botânica* 3(1): 1-201.
592
- 593 TREMARIN, P.; FREIRE, E.; BERTOLLI, L. & LUDWIG, T.A.V. (2009): Catálogo
594 das diatomáceas (Ochrophyta-Diatomeae) continentais do estado do Paraná. – *Iheringia*
595 *Série Botânica* 64(2): 79-107.
596

- 597 TUNDISI, J.G. & MATSUMURA-TUNDISI, T. (2008): Limnologia. – Oficina de
598 textos. 631 pp.
599
- 600 TYLER P.A. (1996): Endemism in freshwater algae, with special reference to the
601 Australian region. – Hydrobiologia 336: 127-135. <https://doi.org/10.1007/BF00010826>
602
- 603 VALENTE-MOREIRA, I.T.; MOREIRA-FILHO, H. & CUNHA, J.A, (1994):
604 Diatomáceas (Chrysophyta, Bacillariophyceae) em biótopo do manguezal do rio
605 Perequê, em Pontal do Sul, Paranaguá, Estado do Paraná, Brasil. – Acta Biologica
606 Paranaense 23: 55-72. <http://dx.doi.org/10.5380/abpr.v23i0.712>
607
- 608 VAN DAM, H.; MERTENS, A. & SINKELDAM, J.A. (1994): Code check list and
609 ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. – Netherlands
610 Journal of Aquatic Ecology 28 (1): 117-133. <https://doi.org/10.1007/BF02334251>
611
- 612 VAN DE VIJVER, B.; LEDEGANCK, P. & BEYENS, L. (2002): Three new species of
613 *Diadesmis* from soils of le de la Possession (Crozet Archipelago, Subantarctic). –
614 Cryptogamie, Algologie 23: 333–341.
615
- 616 VAN DE VIJVER, B. & COCQUYT, C. (2009): Four new diatom species from La
617 Calera hot spring in the peruvian andes (Colca Canyon). – Diatom Research 24(1): 209–
618 223. <https://doi.org/10.1080/0269249x.2009.9705792>
619

- 620 WERUM, M. & LANGE-BERTALOT, H. (2004): Diatoms in springs from central
621 Europe and elsewhere under the influence of hydrogeology and anthropogenic impacts.
622 – *Iconographia Diatomologica* 13: 1-417.
- 623
- 624 WOJTAL, A.Z. (2001): Species composition and distribution of diatom assemblages in
625 spring Waters from various geological formations in Southern Poland. – *Bibliotheca*
626 *Diatomologica* 59. 436 pp.
- 627
- 628 ZORZAL-ALMEIDA, S.; SOININEN, J.; BINI, L.M. & BICUDO, D.C. (2017): Local
629 environment and connectivity are the main drivers of diatom species composition and
630 trait variation in a set of tropical reservoirs. – *Freshwater Biology* 62(9): 1551–1563.
631 <https://doi.org/10.1111/fwb.12966>

632 Table 1: Data of samples in which *Humidophila* species was found.

UPCB	Data of collected	pH	Conductivity (µS/cm)	Temperature (°C)	Altitude (m)	Sample	Habitat	Coordinates
76004	2013/09/29	7,2	14,5	13,5	998	Epiphytic	Bryophyte	25°29'47"S 48°58'53"O
76005	2013/09/29	7,2	13,4	11,6	1055	Epilythic	Pebble	25°29'37"S 48°58'41"W
76056	2014/04/30	6,7	14,3	14,8	895	Epiphytic	Moss	25°29'36,8"S 8°58'41,4"W
76059	2014/04/30	6,5	14,3	14,8	1001	Epiphytic	Moss	25°30'19"S 48°58'57"W
76066	2014/04/30	7,1	17,4	15,8	-	Episamic	Sand	25°29'13"S 48°59'34"W
76074	2014/04/30	6,3	-	-	-	Epiphytic	Moss	25°29'42"S 48°59'08"W
78123	2014/10/24	6,8	18,3	16,2	1065	Phytoplankton	Phytoplankton	25°29'41,7"S 8°58'54,3"W
78127	2014/10/24	6,7	20,65	16,1	1050	Epiphytic	Bryophyte	25°29'41,7"S 8°58'54,3"W
78128	2014/10/24	6,7	20,65	16,1	1050	Epiphytic	wet walls	25°29'41,7"S 8°58'54,3"W

633

634

635

636

637

638

639

640 Table 2: Occurrence of *Humidophila* in Brazil.

	Goiás	Paraná	Rio de Janeiro	Rio Grande do Sul	São Paulo
<i>H. arcuata</i>		as <i>D. arcuata</i> : Tremarin et al. 2009			
<i>H. biscutella</i>		as <i>H. contenta</i> : Ruwer & Rodrigues 2018, Silva-Lehmkuhl et al. 2019	as <i>N. contenta</i> : Costa 1995 (fig.186)		as <i>H. biscutella</i> : Marquardt et al., 2018; as <i>H. brekkaensis</i> : Marquardt et al. 2018 (figs. 65-69)
<i>H. brekkaensis</i>		as <i>D. langebertalotii</i> and <i>D. pseudolangebertalotii</i> (figs. 27-29): Santos et al. 2011		as <i>D. brekkaensis</i> : Oliveira et al. 2002 (fig.13)	as <i>H. contenta</i> : Marquardt et al. 2018 (figs. 111-112)
<i>H. contenta</i>	as <i>D. contenta</i> : Silva et al. 2011	as <i>N. contenta</i> : Rodrigues & Bicudo 2001; as <i>D.contenta</i> : Valente-Moreira et al. 1994, Marquardt et al. 2005, Procopiak et al. 2006, Tremarin et al. 2009, Bertolli et al. 2010, Silva-Lehmkuhl et al. 2010, Santos et al. 2011, Bartozek et al. 2013, Marra et al. 2016, Moresco & Rodrigues, 2016; as <i>H. contenta</i> : Ruwer et al. 2018, Ruwer & Rodrigues 2018, Faria et al. 2019	as <i>N. contenta</i> : Costa 1995 (fig.187)	As <i>N. contenta</i> : Torgan & Biancamano 1991; as <i>D. contenta</i> : Oliveira et al. 2002 (fig.14), Lobo et al. 2004, Salomoni et al. 2006, Dupont et al. 2007, Lobo et al. 2010, 2014; Salomoni et al. 2011, Bes et al. 2012; as <i>H. subropica</i> : Heinrich et al. 2014, Rosa & Garcia, 2015, Schuch et al. 2015, Lobo et al. 2015, Lobo et al. 2016	as <i>D. contenta</i> : Bere & Tundisi 2011a, Bere & Tundisi 2011b, Bere & Tundisi 2011c, Bere 2014; as <i>H. contenta</i> : Fontana & Bicudo 2012, Zorzal-Almeida et al. 2017, Bartozek et al. 2018
<i>H. dissimilis</i>		as <i>D. dissimilis</i> : Tremarin et al. 2009			as <i>D. dissimilis</i> : Bere & Tundisi 2011a, Bere & Tundisi 2011b, Bere & Tundisi 2011c, Bere 2014;

<i>H. implicata</i>	as <i>D. implicata</i> : Tremarin et al. 2009		
<i>H. lacunosa</i>	as <i>D. contenta</i> : Marquardt et al. 2005; as <i>D. lacunosa</i> : Tremarin et al. 2009		as <i>H. subtropica</i> : Heinrich et al. 2014, Lobo et al. 2015, Lobo et al. 2016
<i>H. nienta</i>	as <i>D. implicata</i> : Santos et al. 2011	as <i>N. contenta</i> : Costa 1995 (fig.184)	
<i>H. paracontenta</i>	as <i>D. contenta</i> : Silva et al. 2010 (fig.: 126)	as <i>N. contenta</i> : Costa 1995 (fig.185)	
<i>H. perpusilla</i>	as <i>D. perpusilla</i> : Tremarin et al. 2009		
<i>H. pyrenaica</i>	as <i>H. implicata</i> : Marra et al. 2016		
<i>H. subtropica</i>	as <i>D. subtropica</i> : Tremarin et al. 2009, Bertolli et al. 2010	as <i>N. contenta</i> : Costa 1995 (fig.183)	as <i>D. subtropica</i> : Bes et al. 2012; as <i>H. subtropica</i> : Heinrich et al. 2014, Lobo et al. 2015, Lobo et al. 2016, Silva et al. 2017

641

642

643

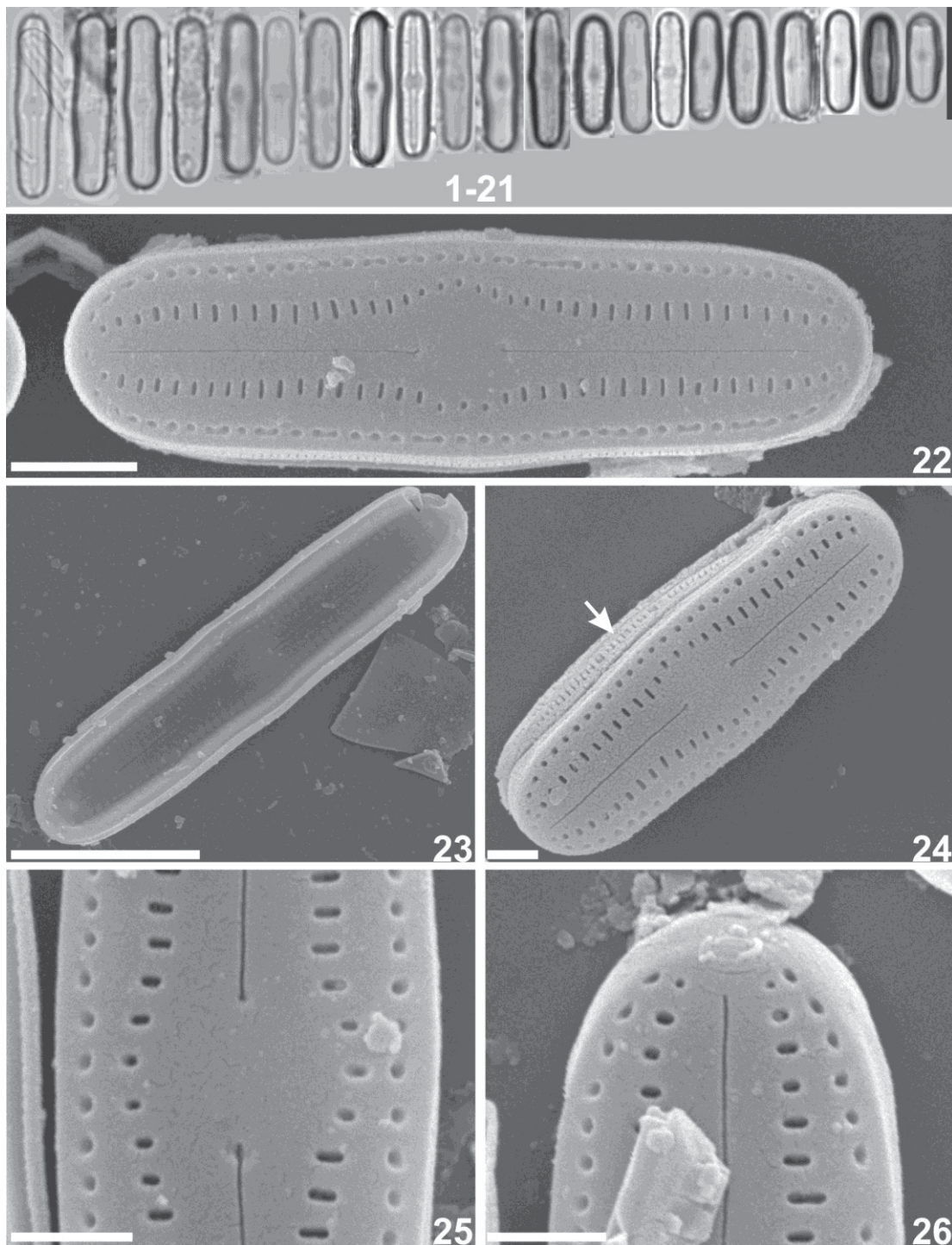
644

645

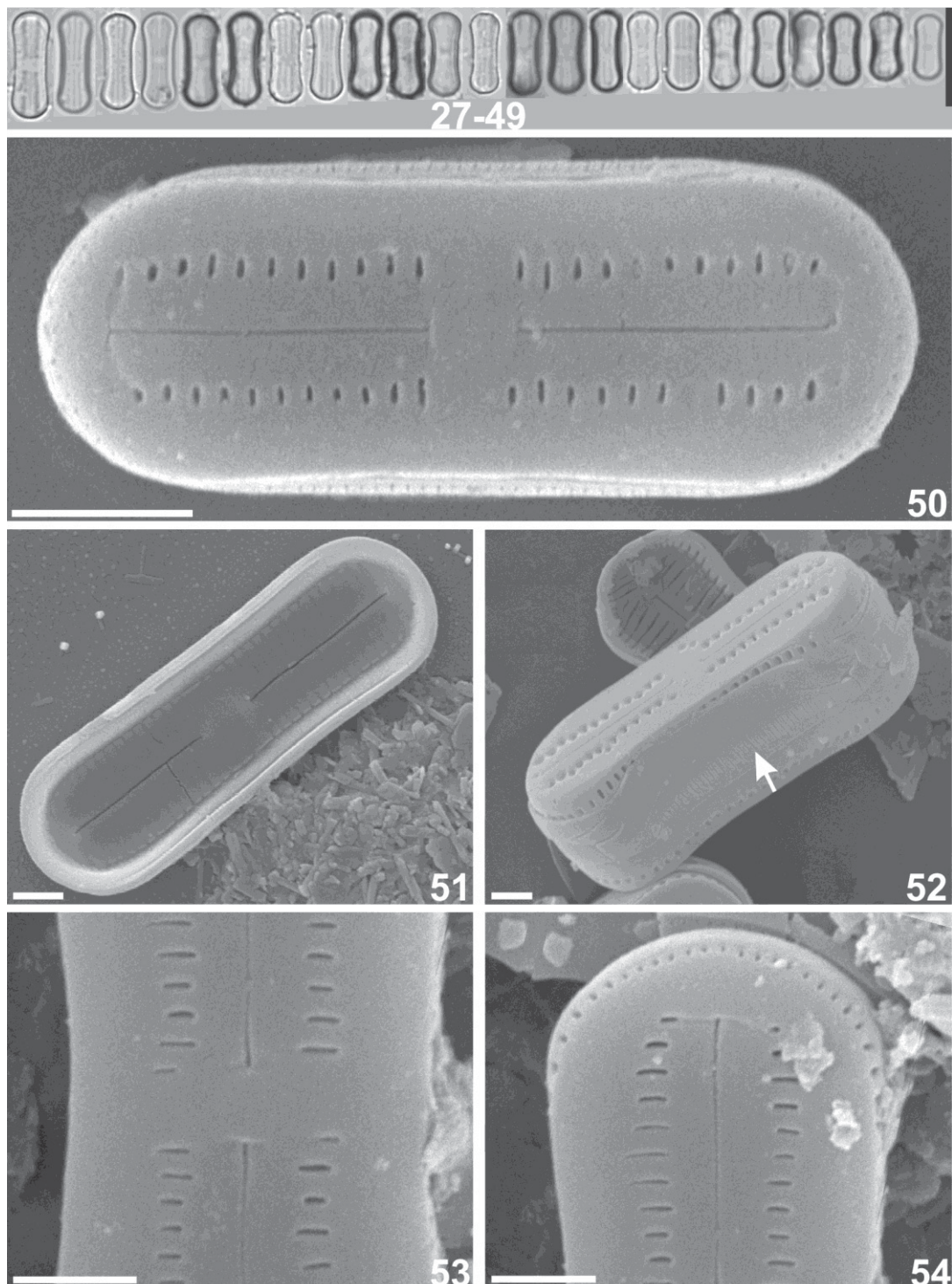
646 Table 3: Comparison of *Humidophila piraquarae* PC Ferreira & TV Ludwig, *sp. nov.* with similar species.

Species/Feature	<i>H. nienta</i> (Carter) Lowe et al.	<i>H. undulata</i> Lowe, Kociolek et Johansen	<i>Humidophila. sp.</i>
References	LOWE et al. 2014	LOWE al. 2014	This paper
Valve Length (µm)	8-20 8.4-16.3 (this study)	6.5-15.2	8.9-14.7
Valve Width (µm) (constricted center)	2-3 2.6-3.1 (this study)	2-2.3	2.6-3.2
Undulation width/Median constriction width	1,0-1,1 (n=28)	1,3-1,9 (n=10)	1,0-1,3 (n=30)
Ends width/ Median constriction width	0,6-0,9	0,8-1,2	0,6-0,8
Valve shape	Linear, with undulate margins, slightly constricted in the middle	Distinctly undulate with a relatively deep constriction in the middle	Undulate margins, constricted in the middle
Apice	Subcapitate	Weakly rostrate to cuneately rounded	Broadly rostrate-rounded
Raphe	Central and distal ends laterally expanded in anchor-shaped depressions	Central ends laterally expanded in T-shaped depressions and distal ends terminating in T- to anchor-shaped depressions	Central and distal endings laterally expanded in anchor-shaped depressions.

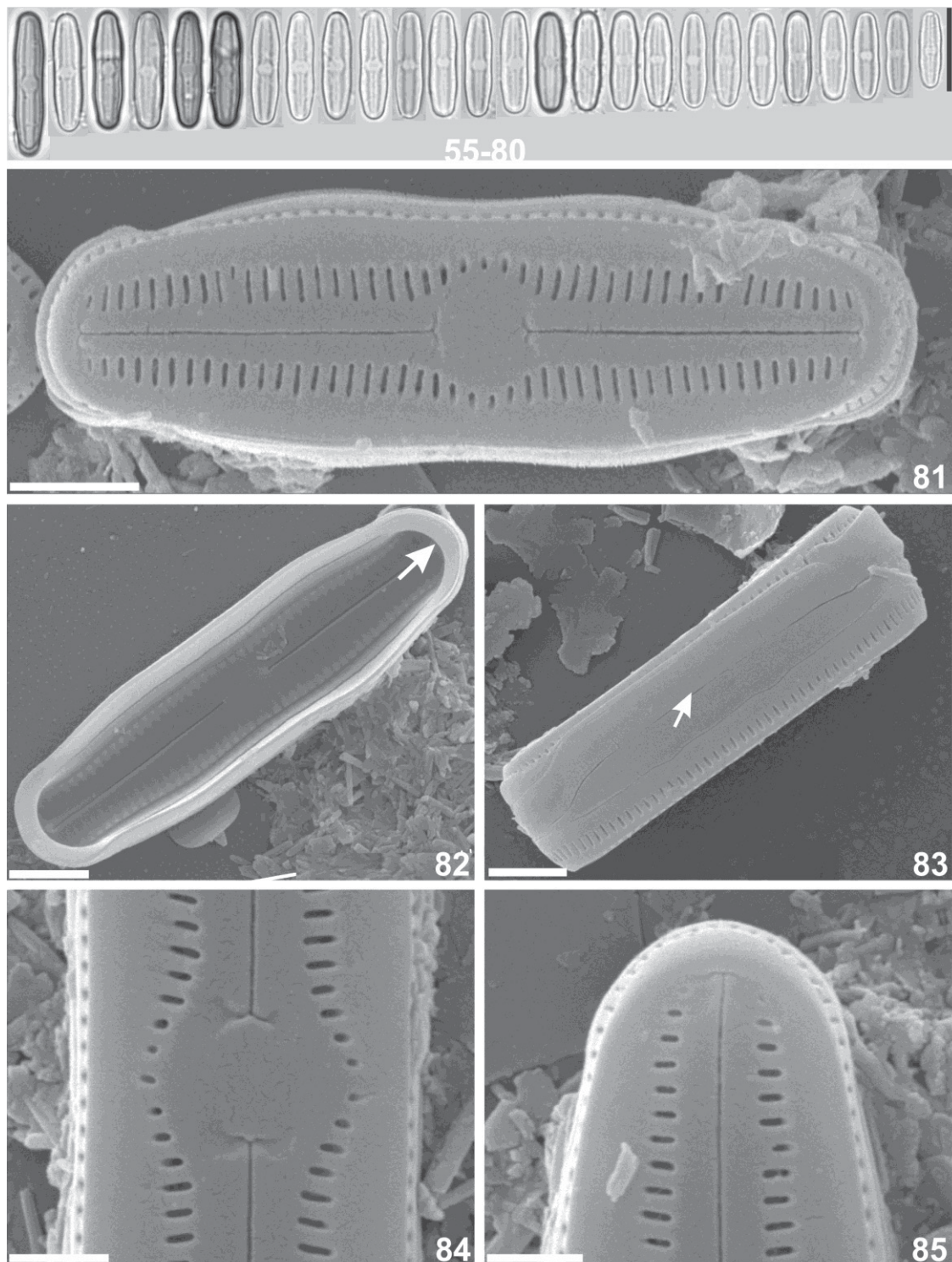
Axial area	Narrow, linear to weakly lanceolate	Linear to slightly lanceolate, gradually tapering toward the apices	Lanceolate, gradually tapering towards the apices, raised longitudinal siliceous thickening, restricted to distal raphe
Central area	Circular, enlarged due to shortening of the central striae	Almost circular, slightly enlarged due to the shorter central striae	Transapically elliptic to almost circular, delimited by shorter central striae
Areolae	Transapically elongated, smaller and almost circular near the central area	Transapically elongated, smaller and almost circular near the central area	Transapically elongated, smaller and almost circular near the central area and near the apices
Striae (10 µm)	36-40 35-40 (this study)	29-31	30-40 slightly radiate near the rounded central area
Mantle areolae	Continuing around the valve apices without any interruption near the apices	Continuing around the valve apices without any interruption near the apices	Continuing around the valve apices without any interruption near the apices
Mantle areolae (10 µm)	40 (this study)	-	30-35
Pseudoseptum	Internally, clearly present	Internally, small, presente at both apices	Internally, small, presente at both apices
Silicification	Ápices often heavily silicified, forming a raised rim around the apices	Ausent	Raphe distal ends heavily silicified



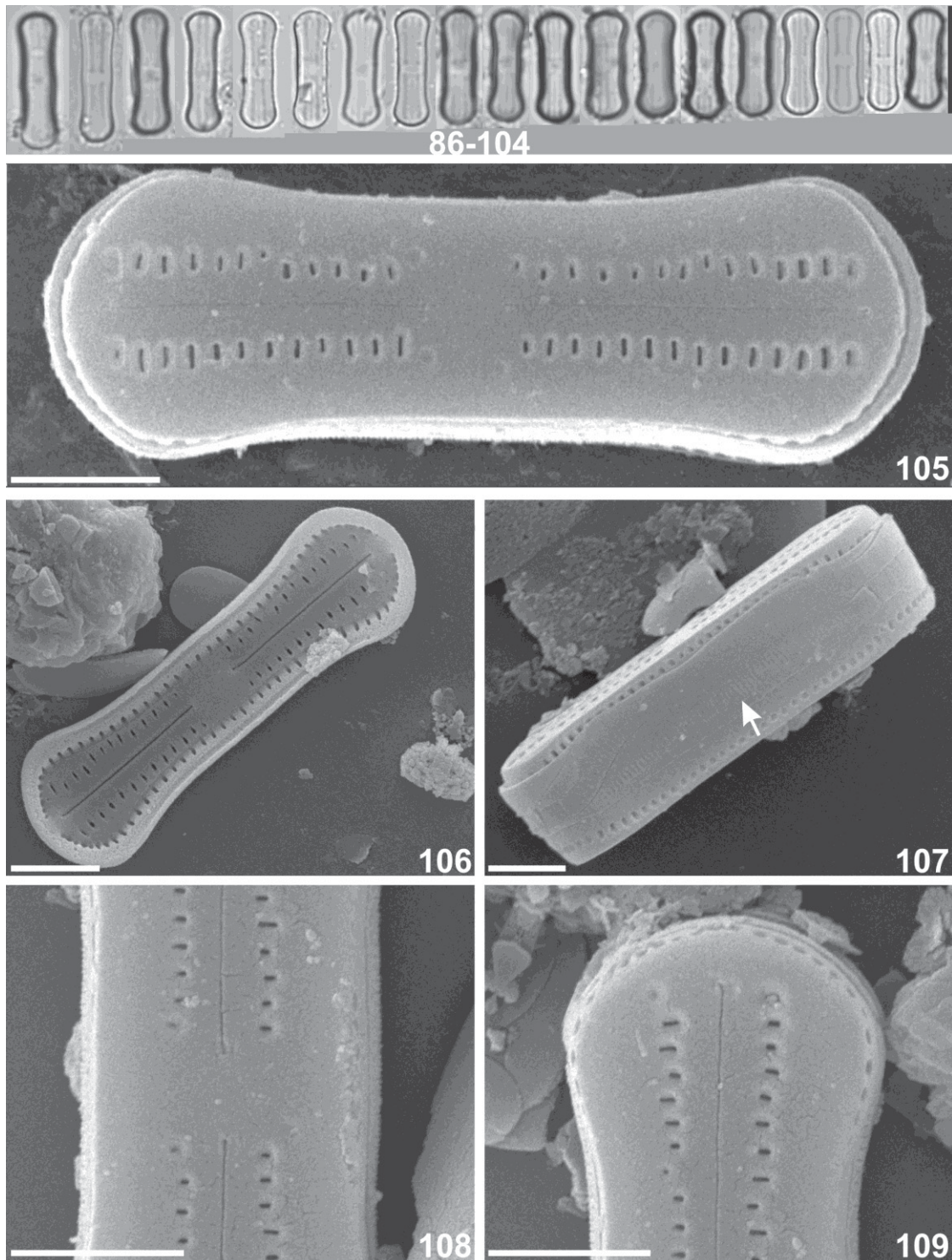
Figures 1-26. *Humidophila brekkaensis*. (1-21) LM valves view, showing morphological variability. (22-26) SEM: (22) external view of the valve; (23) internal view of the valve; (24) lateral valve view showing the row of elongated mantle areolae, interrupted around the apices, and copulae perforated by elongated slits (arrow); (25) external valve detail of the central region, raphe ends straight; (26) external view, detail of the apice, raphe ends straight. Scale bars 10 µm (1-21), 2 µm (22), 5 µm (23) and 1 µm (24-26).



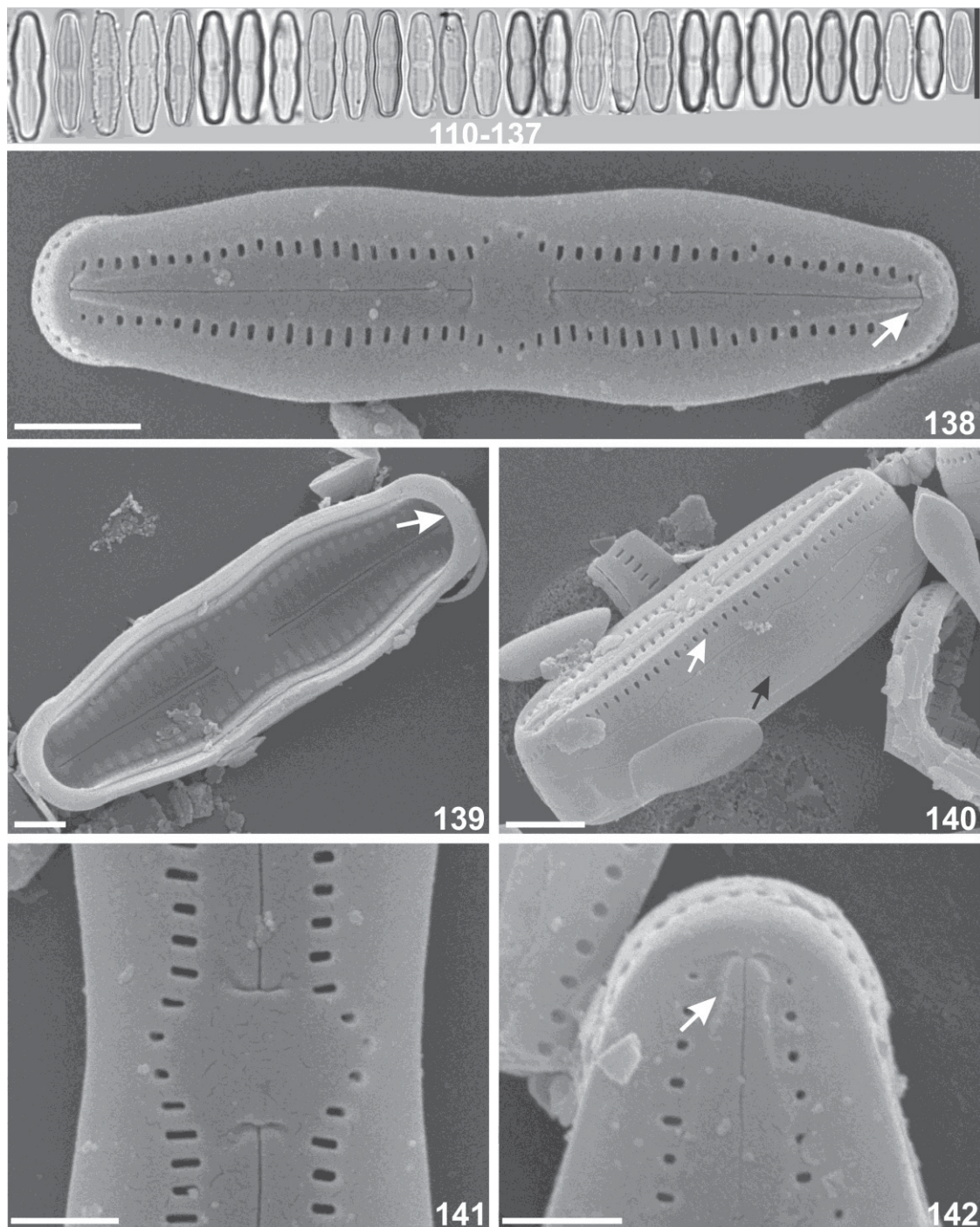
Figures 27-54. *Humidophila contenta*. (27-49) LM valves view, showing morphological variability. (50-54) SEM: (50) external view of the valve; (51) internal view of the valve; (52) lateral valve view showing the row of elongated mantle areolae, uninterrupted around the apices, and copulae perforated by delicate elongated slits (arrow); (53) external valve detail of the central region, raphe ends laterally expanded in T-shaped; (54) external view, detail of the apice, raphe ends laterally expanded in T-shaped. Scale bars 10 μ m (27-49), 2 μ m (50) and 1 μ m (51-54).



Figures 55-85. *Humidophila nienta*. (55-80) LM valves view, showing morphological variability. (81-85) SEM: (81) external view of the valve; (82) internal view of the valve, pseudoseptum (arrow); (83) lateral valve view showing the row of elongated mantle areolae, uninterrupted around the apices, and copulae perforated by delicate elongated slits (arrow); (84) external valve detail of the central region, raphe ends laterally expanded in anchor-shaped depressions; (85) external view, detail of the apice, raphe ends laterally expanded in anchor-shaped depressions. Scale bars 10 μ m (55-80), 2 μ m (81-83, 85) and 1 μ m (84).



Figures 86-109. *Humidophila paracontenta*. (86-104) LM valves view, showing morphological variability. (105-109) SEM: (105) external view of the valve; (106) internal view of the valve; (107) lateral valve view showing the row of elongated mantle areolae, uninterrupted around the apices, and copulae perforated by elongated slits (arrow); (108) external valve detail of the central region, raphe ends straight; (109) external view, detail of the apex, raphe ends in small pore-shaped. Scale bars 10µm (86-104) and 2µm (105-109).



677 Figures 110-142. *Humidophila* sp., (110-137) LM valves view, showing morphological
 678 variability: (110) holotype specimen. (138-142) SEM: (138) external view of the valve,
 679 indicating raised longitudinal siliceous thickening (arrow); (139) internal valve view,
 680 pseudoseptum (arrow); (140) lateral valve view, row of elongated areolae in the mantle (white
 681 arrow) uninterrupted around the apices, copulae perforated by delicate slits (black arrow); (141)
 682 external view, detail of the central region, raphe endings laterally expanded in anchor-shaped
 683 depressions; (142) external view, apical raised longitudinal siliceous thickening (arrow). Scale
 684 bars 10 μ m (109-136), 2 μ m (137, 139) and 1 μ m (138, 140-142).

3.2 CAPÍTULO 2

***Frustulia* Rabenhorst (Bacillariophyceae) em ambientes continentais e estuarinos do leste do Paraná, Brasil.**

RESUMO

Diatomáceas do gênero *Frustulia* Rabenhorst caracterizam-se por possuir estrias transapicais e longitudinais formadas por aréolas muito delicadas e costelas que margeiam os ramos da rafe, fundindo-se nas extremidades em uma helictoglossa em forma de "porte-crayon". *Frustulia* é um gênero cosmopolita, com representantes encontrados em todos os continentes do mundo. Diversas floras diatomológicas foram desenvolvidas no Paraná nos últimos 20 anos, entretanto poucas foram publicadas na íntegra ou resultaram em publicações específicas de *Frustulia*. Portanto, realizamos o estudo taxonômico das espécies do gênero encontradas nas bacias Litorânea, Alto Iguaçu e Ribeira do estado do Paraná, providenciando ilustrações, medidas e quadros comparativos. As amostras foram coletadas durante excursões realizadas entre os anos de 1984 a 2020 abrangendo os diferentes corpos d'água (nascentes, riachos, encharcados, reservatórios) e diferentes substratos (rochas úmidas, briófitas ao longo de trilhas). O levantamento taxonômico foi feito a partir da análise detalhada das populações encontradas em microscopia de luz e eletrônica de varredura. Um total de 25 táxons infragenéricos foram determinados. Foram analisadas 329 amostras, entre as quais 134 possuíam exemplares de *Frustulia*. *Frustulia crassinervia* foi a mais frequente, registrada em 48,5% das amostras. *Frustulia capitata* Graeff & Kociolek, *Frustulia neofrenguelli* Lange-Bertalot & Rumrich e *Frustulia pangea* Metzeltin & Lange-Bertalot são registradas pela primeira vez para o Brasil. *Frustulia crassipunctatoides* Metzeltin & Lange-Bertalot, *Frustulia crassiundosa* Metzeltin & Lange-Bertalot, *Frustulia erifuga* Lange-Bertalot & Krammer, *Frustulia pseudomagaliesmontana* Camburn & Charles e *Frustulia zizkae* Lange-Bertalot constituem novas citações para o Paraná.

INTRODUÇÃO

O gênero *Frustulia* foi proposto por Rabenhorst (1853), compreendendo diatomáceas com contorno valvar rombo-lanceolado a lanceolado, estrias transapicais e longitudinais formadas por aréolas muito delicadas. O externo possui espessamento interno, no qual costelas longitudinais margeiam da rafe. Nas extremidades distais da valva, as costelas fundem-se com a helictoglossa constituindo o “porte-crayon” e medianamente fundem-se com o nódulo central, frequentemente formando constrições (ROUND, CRAWFORD; MANN, 1990; LANGE-BERTALOT, 2001). Análises em microscopia de luz (MO) e eletrônica de varredura (MEV) revelaram que o porte-crayon e o nódulo central possuem variações morfológicas e métricas, espécie-específicas, mostrando-se um confiável recurso de identificação e diferenciação de espécies deste gênero. Além disso, o formato e as dimensões dessas estruturas variam muito pouco com a redução do tamanho da valva (MORALES, 2020).

Estudos florísticos mais antigos, como os de Hustedt (1959) e Patrick e Reimer (1966) apresentam um pequeno número de táxons para o gênero, oito e três espécies respectivamente, não expressando a real diversidade encontrada atualmente de *Frustulia* (CASA et al., 2018). Lange-Bertalot (2001) publicou o primeiro estudo específico e aprofundado sobre o gênero, reconhecendo 21 novos táxons infragenéricos. Nas duas últimas décadas mais de 50 novas espécies foram descritas (CASA et al., 2018). Atualmente, *Frustulia* possui 243 espécies registradas, sendo 113 aceitas taxonomicamente (GUIRY; GUIRY, 2021).

Frustulia é considerado um gênero cosmopolita, com representantes encontrados em todos os continentes do mundo (KOCIOLEK, 2018). Destacam-se os estudos taxonômicos realizados por Metzeltin e Lange-Bertalot (1998; 2007) e Rumrich et al. (2000) para América do Sul, Graeff e Kociolek (2011) para a América do Norte, Moser et al. (1995, 1998) para a região da Nova Caledônia, Lange-Bertalot (2001) e Urbankova et al. (2015) para a Europa, Van de Vijver (2002; 2006) para a região Antártica, Blanco et al. (2012) para a Ásia e Urbankova et al. (2015) para Nova Zelândia.

No Brasil, o conhecimento sobre a diversidade de *Frustulia* é encontrado, principalmente, em levantamentos florísticos e abrange

principalmente as regiões sul (BRASSAC; LUDWIG, 2005; SOARES et al., 2011) e sudeste do país (COSTA et al., 2017a). Levantamentos florísticos realizados na região nordeste, que registram espécies do gênero, incluem Patrick (1940), Eskinazi-Leça e Sato (1966) e Moreira-Filho et al. (1996). Na região centro-oeste, o catálogo de diatomáceas de Silva, Nogueira e Souza (2011) registra a ocorrência de 15 espécies deste gênero. Para a região Norte, destacam-se as contribuições em floras de Souza-Mosimann, Tavares e Freitas (1997) e Diaz-Castro et al. (2003), além do trabalho específico de Graeff, Kociolek e Burliga (2012). No projeto Flora do Brasil 2020 (REFLORA, 2021), estão registrados 16 táxons de *Frustulia* distribuídos entre as regiões sul, sudeste e centro-oeste do país.

Trabalhos específicos para o gênero são escassos no Brasil. Destacam-se os estudos de Brassac e Ludwig (2005) e Soares et al. (2011) sobre a família Amphipleuraceae Grunow no estado do Paraná e o estudo específico de *Frustulia* realizado por Graeff, Kociolek e Burliga (2012), que inclui a análise de uma amostra do estado do Pará.

Apesar do número considerável de estudos com diatomáceas no estado do Paraná, até o ano de 2009, 20 táxons de *Frustulia* haviam sido registrados para o Estado, sendo 13 citados em artigos científicos e sete em dissertações de mestrado, segundo o catálogo de Tremarin et al. (2009). Desde então, quatro novas espécies foram registrados para o Estado: *F. acidophilissima* Wydrzycka e Lange-Bertalot, *F. guayanensis* Metzeltin e Lange-Bertalot e *F. quadrisinuata* Lange-Bertalot, (MARRA et al. 2016) e *F. australocrassinervia* Casa, Mataloni e Van de Vijver (SILVA-LEHMKUHL et al. (2019). Portanto, com base nesta revisão de literatura, já foram registradas 24 diferentes táxons infra-genéricos para o Paraná. Morales (2020) comentou que, embora o gênero *Frustulia* seja comumente citado para a América do Sul, a taxonomia das espécies do gênero não foi revisada com profundidade para o continente. Assim, novas amostragens ou revisões taxonômicas sobre o grupo representam uma grande chance de render a proposição de novas espécies para a ciência.

Estudos unindo a taxonomia clássica e a biologia molecular de *Frustulia* já foram desenvolvidos por Veselá et al. (2012), Urbanková e Veselá (2013) e Urbanková et al. (2016), com base em sequências do DNA das regiões LSU,

SSU, ITS, rbcL e COI-59. Para diatomáceas, as sequências mais utilizadas para identificação molecular de espécies são rbcL (ribulose-bisphosphate carboxylase), SSU (small subunit ribosomal) e LSU (large subunit ribosomal) (MACGILLIVARY; KACZMARSKA, 2011, LUDDINGTON et al., 2012).

Levando-se em consideração a considerável riqueza e diversidade de espécies de *Frustulia*, a evolução nas ferramentas taxonômicas e a escassez de estudos exclusivos de *Frustulia* no Brasil, propõe-se uma revisão taxonômica do gênero com base em amostras com conhecida biodiversidade, uma conferência das identificações existentes para o leste do estado, discutindo-se a taxonomia das espécies.

Foi realizada uma revisão na taxonomia das espécies do gênero *Frustulia* do leste do estado do Paraná que constam em monografias, dissertações e artigos, visando à harmonização taxonômica das espécies encontradas nesta região adequando os aspectos subjetivos da identificação e complementado as informações morfológicas inexistentes em alguns materiais. Com isso, nosso objetivo foi efetuar o estudo taxonômico das espécies do gênero *Frustulia*, com base em amostras depositadas no Herbário da UFPR, relacionadas a estudos já desenvolvidos e a inclusão de novas amostras da região dos Mananciais da Serra, Piraquara.

METODOLOGIA

Amostragem

Amostras foram coletadas durante excursões realizadas entre os anos de 1984 a 2020 abrangendo os diferentes corpos d'água (nascentes, riachos, encharcados, reservatórios) e diferentes substratos (rochas úmidas, briófitas ao longo de trilhas) existentes na região Leste do estado (IMAGEM 1) (Licenças de coleta IBAMA nº 6474930 e SISBIO/MMA nº 74503-1). As amostras foram coletadas contemplando principalmente a comunidade perifítica, (APÊNDICE).

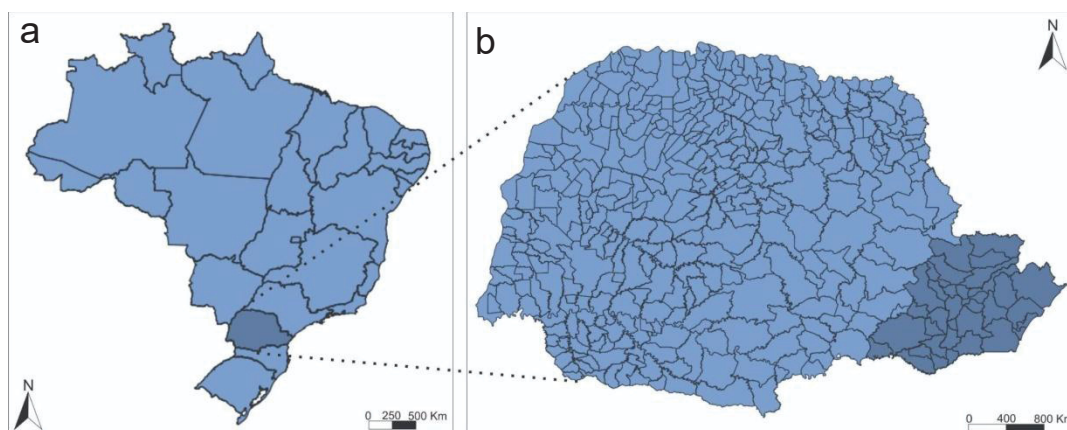


Figura 1: a) localização do Paraná no Brasil; b) porção leste do estado evidenciada em azul mais escuro.

Preparo de amostras

O material foi oxidado segundo a técnica de Simonsen (1974) modificado por Moreira-Filho e Valente-Moreira (1981) nesta técnica a matéria orgânica foi removida pela adição de KMnO_4 e HCl . Lâminas permanentes foram montadas com resina Naphrax® (R.I.1.74) e analisadas em microscópio óptico Olympus BX40. As imagens foram obtidas com câmera de captura Olympus DP-071 acoplada ao microscópio. Lâminas permanentes das amostras foram depositadas no herbário do Departamento de Botânica da UFPR (UPCB) (APÊNDICE).

Para observações em microscopia eletrônica de varredura (MEV), o material oxidado foi depositado sobre suportes de alumínio, metalizado com

ouro em aparelho Balzers Union SCD 030 e analisado em microscópio eletrônico de varredura JEOL JSM 6360, localizados no Centro de Microscopia Eletrônica da UFPR.

Estudo taxonômico

As identificações foram realizadas com auxílio de literatura clássica e atual de regiões tropicais, temperadas e subtropicais, tais como: Patrick e Reimer (1966), Krammer e Lange-Bertalot (1986), Lange-Bertalot (2001), Metzeltin e Lange-Bertalot (1998, 2007), Metzeltin et al. (2005). As descrições basearam-se em observações das populações em microscopia de luz, complementadas pelas análises de espécimes em microscopia eletrônica de varredura.

Para análise da ultra-estrutura das espécies usou-se como base o estudo de Bouchardt et al. (2020), que define como devem ser mensuradas as dimensões das larguras máxima (Lmax) e mínima (Lmin) do nódulo central, da helictoglossa (Helic) e do porte-crayon (P.C.) (IMAGEM 2).

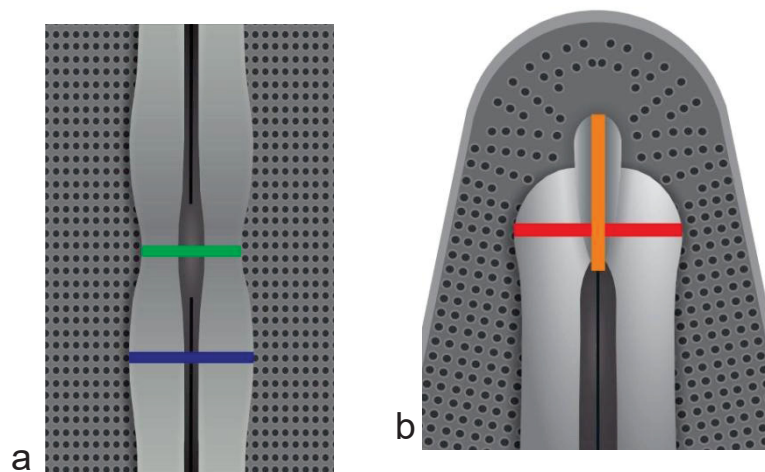


Figura 2: a) região mediana da valva, ilustrando como foram realizadas as medidas da largura máxima (em azul) e mínima (em verde) do nódulo central; b) região apical da valva, ilustrando como foram realizadas as medidas da helictoglossa (em laranja) e do porte-crayon (em vermelho). Fonte: a autora.

RESULTADOS

Um total de 25 táxons, sendo 22 infragenéricos e três em nível de gênero, de *Frustulia* foram registrados neste estudo, dos quais 16 já haviam sido descritos anteriormente para o Brasil e 15 para o estado do Paraná. Não foram possíveis de identificar três táxons com base na literatura disponível, podendo ser novidades taxonômicas. Dentre os táxons identificados, seis são primeiros registros para o Brasil: *F. capitata* Graeff & Kociolek, *F. crassiundosa* Metzeltin & Lange-Bertalot, *F. erifuga* Lange-Bertalot & Krammer, *F. neofrenguelli* Lange-Bertalot & Rumrich, *F. pangaea* Metzeltin & Lange-Bertalot e *F. soror* Graeff & Kociolek, além destas, *F. crassipunctatoides* Metzeltin & Lange-Bertalot configura-se como registro pioneiro para o estado do Paraná.

De acordo com a literatura consultada (VAN DAM; MERTENS; SINKELDAM, 1994; HOFMANN, 1994; LANGE-BERTALOT, 2001; HOFMANN et al. 2013), pôde-se constatar que as espécies que apresentaram maior riqueza são mais características de ambientes oligo-mesotróficos, com águas ácidas e com baixa condutividade específica. Dentre todas as espécies, *F. guayanensis* ssp. *ecuadoriana* Lange-Bertalot e Rumrich, *F. saxonica* Rabenhorst e *F. vulgaris* De Toni, foram registradas em ambientes mais diversos, de oligotróficos a eutróficos. Van Dam, Mertens e Sinkeldam (1994) relatam que *F. vulgaris* é encontrada em ambientes com águas alcalinas (pH > 7,0). *F. capitata*, *F. crassipunctatoides*, *F. crassiundosa*, *F. neofrenguelli*, *F. neomundana*, *F. pangaea* e *F. zizkae* não possuem referência na literatura consultada sobre preferências ambientais em que são encontradas.

Os espécimes de *Frustulia* deste trabalho foram encontrados em ambientes submersos e em ambientes subaéreos, sendo encontrados em maior frequência em seixos, pedras, musgos e hepáticas.

Frustulia asymmetrica (Cleve) Hustedt

Neue und wenig bekannte Diatomeen, Bericht der Deutschen Botanischen Gesellschaft, v. 67, n. 8, p. 269, fig. 1, 1954.

Basiônimo: *Frustulia vulgaris* var. *asymmetrica* Cleve

Sinônimo: *Frustulia vulgaris* var. *asymmetrica* Cleve, 1894

Figs.: 3-10

Valvas elíptico-lanceoladas. Ápices arredondados. Área axial linear, estreita. Área central reduzida elíptica com constrição mediana. Rafe excêntrica, arqueada, com terminações proximais, assimétricas em forma de Y, com o lado mais curto espatulado, terminações distais em forma de T. Costelas longitudinais arqueadas, com nódulo central moderadamente linear e não se unindo, distalmente com a helictoglossa. Estrias transapicais e longitudinais paralelas. Aréolas arredondadas, muito delicadas.

Compr. 55,6-70 μm ; Larg. 16,2-18,2 μm ; C/L. 3,4-3,9; 29 estrias transapicais em 10 μm ; 30 estrias longitudinais em 10 μm ; Helict.: 2,6 μm ; Lmax.: 2,0 μm ; Lmin.: 1,8 μm .

Comentários: *Frustulia asymmetrica* é uma espécie com rafe excêntrica, arqueada e com as terminações proximais assimétricas, não apresentando dificuldade na identificação taxonômica da espécie. Dentro do gênero, o complexo *Frustulia weinholdii*, que é constituído por algumas espécies de *Frustulia* com terminações proximais da rafe fortemente fletidas unilateralmente e que não formam o porte-crayon, aparentam em MO ter os ramos da rafe arqueados, semelhantes aos de *F. asymmetrica*. Contudo, quando analisamos a ultraestrutura do complexo *F. weinholdii* observamos que os ramos da rafe são lineares, retos, e a assimetria observada na região central deve-se à assimetria da região mediana das costelas longitudinais (GRAEFF; KOCIOLEK, 2011).

Frustulia assymetrica foi descrita por Cleve (1984), que registrou a ocorrência da espécie para o continente africano (Serra Leoa, e Camarões), para a Oceania (Tasmânia) e para a América do Norte (Newark e New Jersey). Novos registros da espécie foram realizados por Patrick e Reimer (1966), Sullivan (1981) e Kociolek (2005) para os EUA e López-Fuerte e Siqueiros-Beltrones (2016) para o México. No Brasil a espécie possui registros apenas para os estados do Paraná (OLIVEIRA, 1984; MOREIRA-FILHO et al., 1990; PROCOPIAK, 2004; BIGUNAS, 2005; TREMARIN et al., 2009 e LEHMKUHL, 2009) e Santa Catarina (FERNANDES et al., 1990, MOREIRA-FILHO, et al., 1990; FELÍCIO-FERNANDES; SOUZA-MOSIMANN, 1994).

Ecologia: ambientes salobros (PATRICK; REIMER, 1966).

Ocorrência UPCH: 12024, 12058, 12061, 12068, 12073, 12075-12077, 12079, 12081, 12082, 12084, 12086, 12087, 47501, 47520, 47526, 61813, 61814, 62822.

Frustulia australocrassinervia Casa, Mataloni & Van de Vijver
Fottea, v. 18, n. 1, p. 57, figs. 10-20, 2018.

Figs.: 11-22

Valvas elíptico a rombo-lanceoladas, margens levemente onduladas. Ápices rostrados. Área axial linear, estreita. Área central reduzida elíptica com constrição mediana. Rafe linear com terminações distais simples e terminações proximais em forma de T. Costelas longitudinais lineares, com nódulo central moderadamente constrito e unindo-se, distalmente, à helictoglossa, formando um porte-crayon robusto. Estrias transapicais paralelas tornando-se convergentes próximo aos ápices, estrias longitudinais paralelas. Aréolas arredondadas, ocluídas internamente por himenes.

Compr. 34,7-43,9 µm; Larg. 9,1-10,2 µm; C/L. 3,8-4,1; 35 estrias transapicais em 10 µm; 38-40 estrias longitudinais em 10 µm; P.C.: 0,9 µm; Helict.: 1,4 µm; Lmax.: 1,3 µm; Lmin.: 1,1 µm.

Comentários: a população estudada está de acordo com o material tipo descrito para a Argentina (TABELA 1), possuindo apenas maior densidade de estrias transapicais. A população tipo de *Frustulia australocrassinervia* possui valvas lanceoladas, ápices rostrados estreitos e prolongados, 30–60 µm comprimento e 8,5–11,5 µm largura valvar, relação comprimento/largura 3,5–5,5 e terminação proximal da rafe em T. A espécie é semelhante à *Frustulia crassinervia* (Brébisson in W Smith) Lange-Bertalot e Krammer, distinguindo-se, principalmente, por possuir menores limites métricos de largura valvar, menor densidade de estrias transapicais, terminação da rafe em T, além de possuir ápices rostrados mais alongados do que os de *F. crassinervia* (CASA et al., 2018). Outra espécie semelhante é *Frustulia pseudoundosa* Flower (TABELA 1), também, assemelha-se a *F. austrolacrassinervia*, entretanto, esta possui maiores limites métricos de largura valvar, maior densidade de estrias transapicais, ápices rostrados a subcapitados mais curtos, além de uma subfáscia, característica incomum para o gênero (FLOWER, 2005; CASA et al., 2018).

O primeiro registro da espécie para o estado do Paraná foi realizado por Silva-Lehmkuhl (2019). Analisando-se as populações de *Frustulia* da região leste do Paraná considerou-se que *Frustulia rhomboides* var. *capitata* (Mayer) Patrick (SHIRATA, fig. 62, 1986), *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* f. *capitata* (Mayer) Hustedt (LUDWIG, pl. 10, fig. 2, 1987; CONTIN, fig. 95, 1990) e *F. crassinervia* (KLAK-SANTOS, ap. 2, fig. 80, ap. 3, fig. 67, 2019) enquadram-se na circunscrição de *F. australocrassinervia*.

Tabela 1. Variação das características morfológicas e métricas de *F. australocrassinervia* e de espécies semelhantes.

	<i>F. australocrassinervia</i>		<i>F. crassinervia</i>	<i>F. pseudoundosa</i>
	neste estudo	Casa et al., 2018	Casa et al., 2018	Flower, 2005
Largura (µm)	9,1-10,2	8,5-11,5	11,5-12,5	10-12
Estrias transapicais /10 µm	35	30-32	32-34	38
Terminação da rafe	T	T	Lunada	T

Ecologia: ambientes oligotróficos com águas ácidas (pH 3,6-6,8) e com baixa condutividade específica ($<50\mu\text{S.cm}^{-1}$) (CASA et al., 2018; SILVA-LEHMKUHL et al., 2019).

Ocorrência UPCB: 11981-12019, 12291-12299, 12301, 12302, 12305-12313, 12315-12318, 12320-12338, 12340-12343, 12345-12348, 12350-12353, 12403, 12415, 12419, 12423, 12427, 12431, 12435, 12443, 12447, 12451, 78328, 78332, 96150, 96152.

Frustulia capitata Graeff & Kociolek

Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia , v. 161, n. 1, p. 50, figs. 29-56, 2011.

Figs.: 23-29

Valvas linear-lanceoladas. Ápices subcapitados. Área axial linear, estreita. Área central reduzida elíptica com constrição mediana. Rafe linear com terminações distais em T e terminações proximais unilateralmente defletidas. Costelas longitudinais lineares, com nódulo central assimétrico, levemente constricto de um lado e do outro sem silicificação e distalmente terminando antes de encontrar com a helictoglossa, não formando um porte-crayon. Estrias transapicais e longitudinais paralelas, circundando os ápices. Aréolas arredondadas em toda extensão valvar tornando-se alongadas na fileira central.

Compr. 33,5-43,3 μm ; Larg. 7,8-9 μm ; C/L.: 4,1-4,8; 35 estrias transapicais em 10 μm ; 35-40 estrias longitudinais em 10 μm ; Helict.: 2,3 μm ; Lmax.: 1,7 μm ; Lmin.: 1,6 μm .

Comentários: *Frustulia capitata* pertence ao complexo *F. weinholdii* que une espécies que possuem um conjunto de costelas longitudinais incompletas, podendo em alguns casos, não se fundirem à helictoglossa e as terminações proximais da rafe são fletidas unilateralmente (GRAEFF; KOCIOLEK, 2011). Graeff e Kociolek (2011) reanalisaram o material de J.H. Wallace, encontrando

representativa riqueza de indivíduos de *F. weinholdii*, a fim de entender melhor a diversidade encontrada dentro da espécie. Os autores também investigaram amostras do Havaí, resultando na descrição de três novas espécies, dentre elas *F. capitata*. *Frustulia capitata* difere das outras espécies do complexo, principalmente, pelo formato subcapitado a capitado do ápice, distinto dos ápices sub-rostrados ou rostrados observados nas outras espécies do complexo. Dentre as espécies do complexo, *Frustulia neomundana* é a que mais se assemelha à *F. capitata* (TABELA 2), diferindo pelo ápice rostrado e pela menor densidade de estrias no centro e nos ápices da valva, quando comparada com *F. capitata* (GRAEFF; KOCIOLEK, 2011).

O primeiro registro desta espécie para o estado do Paraná é realizado formalmente neste trabalho, entretanto Shirata (fig. 64, 1986), em sua dissertação de mestrado, apresenta um exemplar identificado como *Frustulia vulgaris* De Toni, que se enquadra na circunscrição de *F. capitata*.

Tabela 2. Variação das características morfológicas e métricas de *F. capitata* e de espécies semelhantes.

	<i>F. capitata</i>		<i>F. neomundana</i>	<i>F. weinholdii</i>
	neste estudo	Graeff e Kociolek, 2011	Lange-Bertalot e Rumrich, 2000; Graeff e Kociolek, 2011	Graeff e Kociolek, 2011
Comprimento (µm)	33,5-43,3	26-43	33-60	41,3-43,5
Largura (µm)	7,8-9	7-8,5	6,5-8,6	8-8,5
Ápice	Subcapitado	Subcapitado a capitado	Rostrado	Muito levemente constrito
Densidade de estrias no centro da valva/10 µm	35	34-36	31-32	30-33
Densidade de estrias nos ápices/10 µm	38-40	36-38	32-34	36-38

Ecologia: não há dados na literatura.

Ocorrência UPCB: 96150.

Frustulia crassinervia (Brébisson ex W. Smith) Lange-Bertalot & Krammer
Iconographia Diatomologica, v. 2, p. 57-58, pl. 38, fig. 7-9, 1996.

Basiônimo: *Navicula crassinervia* Brébisson ex W. Smith

Sinônimos: *Navicula crassinervia* Brébisson ex W. Smith, 1853.

Navicula rhomboides var. *crassinervia* (Brébisson) Grunow, 1880.

Frustulia rhomboides f. *undulata* Hustedt, 1930.

Frustulia rhomboides var. *crassinervia* (Brébisson ex W. Smith) Ross, 1947.

Figs.: 30-40

Valvas elíptico-lanceoladas, margens levemente onduladas. Ápices amplamente rostrados a sub-rostrados. Área axial linear, estreita. Área central reduzida elíptica com constrição mediana. Rafe linear com terminações distais simples e terminações proximais em forma de T. Costelas longitudinais lineares, com nódulo central levemente constrito e unindo-se, distalmente, a helictoglossa, formando um porte-crayon curto. Estrias transapicais paralelas circundando os ápices, estrias longitudinais paralelas e distintamente onduladas. Aréolas arredondadas, ocluídas internamente por himenes. Compr. 44,1-56,9 µm; Larg. 11,5-14,6 µm; C/L.: 3,6-4,2; 30-32 estrias transapicais em 10 µm; 30-34 estrias longitudinais em 10 µm; Helict.: 1,2-1,8 µm; P.C.: 1,1-1,5 µm; Lmax.: 1,8-2,2 µm; Lmin.: 1,6-2,0 µm.

Comentários: Smith (1852) descreveu *F. crassinervia* como *Navicula crassinervia* com base no material de Brebisson coletado na França e a principal característica da espécie era a valva elíptico-lanceolada, presença de margens onduladas e ápices rostrados. Ao ser transferida para *Frustulia* por

Ross (1947), permaneceu por 49 anos como uma variedade de *Frustulia rhomboides*, até que foram elevadas à espécie por Metzeltin e Lange-Bertalot (1996).

Recentemente, o complexo *F. rhomboides*, principalmente a relação *F. crassinervia* e *F. saxonica*, foi alvo de alguns estudos (VESELÁ et al. 2012; URBANKOVA; VESELÁ, 2013; URBANKOVA et al. 2016) utilizando além de métodos morfológicos, métodos morfométricos e moleculares para tentar delimitar as duas espécies. Entretanto não foi possível separar as duas espécies com os dados que haviam disponíveis até aquele momento e os autores optaram por agrupar estas duas espécies dentro de um novo complexo denominado *Frustulia crassinervia-saxonica*. Lange-Bertalot e Jahn (2000) analisaram o material tipo de *F. saxonica*, mas, somente foram feitas análises em microscopia óptica. Casa et al. (2018) realizaram a análise do material tipo de *F. crassinervia* realizando análises em microscopia óptica e eletrônica de varredura, delimitando, bem a espécie e tornando possível uma melhor separação entre *F. crassinervia* e *F. saxonica*.

Casa et al. (2018) compararam *F. crassinervia* com os dois morfotipos de *F. saxonica* apresentados por Lange-Bertalot e Jahn (2000). O morfotipo I possui valvas tipicamente rômbricas e maiores medidas de comprimento valvar (65-105 µm) do que *F. crassinervia* (comprimento 44-51 µm, largura 11,5-12,5). O morfotipo II, por outro lado, possui dimensões valvares (comprimento 35-76 µm, largura 10,5-14 µm) e formato valvar semelhantes a *F. crassinervia*, embora, tenha um aspecto mais rômbrico, entretanto, as margens do morfotipo II não são onduladas, característica essa, típica em *F. crassinervia*. Com base nessas características, tornou-se possível identificar essas espécies.

Na região leste do Paraná, a espécie foi citada como: *F. rhomboides* var. *saxonica* f. *undulata* por Shirata (fig. 63, 1986), *F. rhomboides* var. *saxonica* f. *saxonica* por Ludwig (pl. 9, fig. 3a, 1987) e *F. crassinervia* por Bigunas (fig. 631, 2005), Neiva (figs. 236-238, 246-248, 2005), Faria (fig. 110, 2010), Garbuio (figs. 65-67, 2014), Marra et al. (figs. 133-134, 2016), Klak-Santos (ap. 1, fig. 78, ap. 3, fig. 68, 2017) e Maciel (figs. 31-32, 2017).

Ecologia: ambientes oligo-mesotróficos com águas ácidas (pH <5,5-6,9) e baixa condutividade específica (VAN DAM; MERTENS; SINKELDAM, 1994; HOFMANN et al., 2013; MARRA et al., 2016).

Ocorrência UICN: 76002, 76003, 76004, 76005, 76006, 76007, 76008, 76009, 76010, 76011, 76012, 76013, 76014, 76015, 76016, 76017, 76018, 76019, 76056, 76057, 76058, 76059, 76060, 76061, 76062, 76063, 76064, 76065, 76066, 76067, 76068, 76069, 76070, 76071, 76072, 76073.

Frustulia crassipunctatoides Metzeltin & Lange-Bertalot

Iconographia Diatomologica, v. 18, p. 138-139, pl. 136, figs. 1-3, 2007.

Figs.: 41-47

Valvas elíptico-lanceoladas. Ápices amplamente rostrados. Área axial linear, estreita. Área central reduzida elíptica com constrição mediana. Rafe linear com terminações distais simples e terminações proximais em forma de Y. Costelas longitudinais lineares, com nódulo central constrito e unindo-se, distalmente, a helictoglossa, formando um porte-crayon robusto. Estrias transapicais e longitudinais paralelas. Aréolas arredondadas, delicadas, ocluídas internamente por himenes.

C.: 91,3-96,5 µm; L.: 21,5-22,1 µm; C/L.: 4,0-4,3; 28-30 estrias transapicais em 10 µm; 25-26 estrias longitudinais em 10 µm; Helict.: 2,2-3 µm; P.C.: 3,2-3,4; Lmax.: 4,4-4,5 µm; Lmin.: 3,3-3,9 µm.

Comentários: Metzeltin e Lange-Bertalot (2007) propuseram *F. crassipunctatoides*, baseados em um material proveniente do estado da Bahia. Na ocasião, evidenciaram a semelhança entre *F. crassipunctatoides* e *F. crassipunctata*, com relação aos caracteres morfológicos e métricos. A principal diferença entre as duas espécies é o comprimento da helictoglossa, mais alongada e visível (MO) em *F. crassipunctatoides* e inconspícua em *F. crassipunctata* em ilustrações sob microscopia de luz. Por ocasião da proposta de *F. crassipunctata* por Metzeltin e Lange-Bertalot (1998), com base em materiais de vários locais da América do Sul, essa diferença no comprimento

da helictoglossa não foi mencionada e a população tipo apresenta-se com duas morfoespécies. Análises posteriores (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 2007) revelaram que apenas o exemplar das Cataratas de Kaieteur (I.D.5, pl.112, fig. 5, 1998), região central da Guyana, pertence à *F. crassipunctata*, os demais representavam outro táxon, muito provavelmente, parte destes indivíduos pertencem à *F. crassipunctatoides* (I.D. 5, pl. 112, figs. 1-4, 1998).

Os exemplares aqui estudados, enquadram-se na população tipo de *F. crassipunctatoides* (TABELA 3), diferindo pelos maiores limites métricos de comprimento e largura valvar, de relação comprimento/largura e maior densidade de estrias transapicais.

Na região leste do Paraná não há registros da espécie, sendo esta uma citação pioneira para o estado.

Tabela 3. Variação das características morfológicas e métricas de *F. crassipunctatoides* e de espécies semelhantes.

	<i>F. crassipunctatoides</i>		<i>F. crassipunctata</i>
	neste estudo	Metzeltin e Lange-Bertalot, 2007	Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998
Comprimento (µm)	91,3-96,5	(77) 93-115	88,6
Largura (µm)	21,5-22,1	(17) 20-23	18
C/L	4,0-4,3	4,3-5,4	4,9
Estrias transapicais	28-30	26-27	26
Helictoglossa	Alongada	Alongada	Não visível em MO

Ecologia: não há dados na literatura.

Ocorrência UPCB: 76058

***Frustulia crassiundosa* Metzeltin & Lange-Bertalot**

Iconographia Diatomologica, v. 11, p.28-29, pl. 48, figs. 6-8, 2002.

Figs.: 48-51

Valvas rombo-lanceoladas, margens onduladas. Ápices sub-rostrados. Área axial linear, estreita. Rafe linear com terminações distais e proximais em forma de T. Estrias transapicais paralelas na região mediana tornando-se convergentes próximo aos ápices. Estrias longitudinais paralelas. Aréolas arredondadas, tornando-se menores em direção às áreas axial e central, uma fileira de aréolas nos ápices.

C.: 57,6-63,9 μm ; L.: 14,7-15,1 μm ; C/L.: 3,9-4,2; 27 estrias transapicais em 10 μm ; 28-30 estrias longitudinais em 10 μm .

Comentários: *Frustulia crassiundosa* e *Frustulia quadrisinuata* Lange-Bertalot assemelham-se em relação às medidas de comprimento, relação comprimento/largura e ao formato rombo-lanceolado das valvas. Entretanto, *F. crassiundosa* possui maior limite métrico de largura valvar e densidade de estrias transapicais um pouco inferior. As margens trionduladas de *F. crassiundosa* diferem das tetraonduladas de *F. quadrisinuata* (TABELA 4) (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 2002).

Ludwig (pl. 10, figs 1a-b, 1987) e Contin (pl. 7, fig. 93, 1990) ilustraram exemplares (pl. 7, fig. 93) identificados como *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* f. *undulata*, espécie aceita (Algaebase, DiatomBase), muito semelhantes à *F. crassiundosa*. *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* f. *undulata* e *F. crassiundosa* são espécies idênticas e de acordo com o princípio da prioridade, estabelecido pelo Código Internacional de Nomenclatura Botânica (CINB), *F. rhomboides* var. *saxonica* f. *undulata* seria o nome válido da espécie e *F. crassiundosa* tornaria um sinônimo. No entanto, este caso teria que ser melhor revisado, pois, o complexo *F. rhomboides* tem sido desmembrado ao longo do tempo e suas variações são elevadas a espécie, no caso de *F. rhomboides* var. *saxonica* f. *undulata*, provavelmente a espécie passaria a se chamar *Frustulia undulata*. O binômio *Frustulia undulata* já está sendo usado por outra espécie do gênero e apesar de ainda não ser aceito, já possui

registro no banco de dados (GUIRY; GUIRY, 2021). Diante disto, uma alternativa seria adotar *F. crassiundosa* como o nome aceito para a espécie. Além destes registros, Marra et al. (fig.136, 2016) ilustraram um exemplar identificado como *F. undosa*, com todas as características morfológicas e métricas de *F. crassiundosa*.

Tabela 4. Variação das características morfológicas e métricas de *F. crassiundosa* e de espécies semelhantes.

	<i>F. crassiundosa</i>		<i>F. quadrisinuata</i>
	neste estudo	Metzeltin e Lange-Bertalot, 2002	Lange-Bertalot, 1996
Largura (µm)	14,7-15,1	12-16	14-16
Estrias transapicais	27	26-27	28-30
Margem	Triondulada	Triondulada	Tetraondulada

Ecologia: não há dados na literatura.

Ocorrência UPCB: 76016.

Frustulia creuzburgensis (Krasske) Hustedt

Archiv für Hydrobiologie, v. 18, p. 271, pl. 10, figs. 10-11, 1927

Basiônimo: *Navicula creuzburgensis* (Krasske) Hustedt

Sinônimos: *Navicula creuzburgensis* Krasske, 1927.

Caloneis lanceolata Østrup, 1910

Frustulia hawaiiensis Hustedt, 1942

Navicula creuzburgensis var. *multistriata* R.M.Patrick, 1959

Figs.: 52-55

Valvas rombo-lanceoladas. Ápices amplamente arredondados. Área axial linear, estreita. Área central reduzida elíptica. Rafe filiforme, levemente arqueada, com terminações proximais unilateralmente defletidas. Costelas ausentes. Estrias transapicais paralelas tornando-se convergentes próximo aos ápices, estrias longitudinais paralelas. Aréolas visíveis na região mediana e de difícil visualização no restante da valva.

Compr. 29,7-37,8 µm; Larg. 6,2-6,7 µm; C/L.: 4,7-5,6; 18-22 estrias transapicais em 10 µm; 24 estrias longitudinais em 10 µm.

Comentários: *Frustulia creuzburgensis*, originalmente proposta como espécie de *Navicula*, foi transferida para *Frustulia* devido às terminações externas proximais da rafe serem unilateralmente defletidas, tal como as espécies do complexo *F. weinholdii*. A espécie não possui costelas longitudinais margeando o canal da rafe, e por consequência, o porte-crayon está ausente, características diagnósticas das espécies de *Frustulia* (KOCIOLEK et al., 2011). Kociolek et al. (2011) comentam que indivíduos de *F. creuzburgensis* de riachos costeiros na Califórnia indicam a presença de um "porte-crayon" em torno das extremidades distais externas da rafe, pois na face valvar externa existe uma área hialina, formada pelo porte-crayon internamente. Entretanto, internamente, não há a formação de um porte-crayon, devido à ausência das costelas. A falta desses caracteres coloca em dúvida a verdadeira posição taxonômica de *F. creuzburgensis*, porém, *Frustulia* ainda é o gênero que possui o maior número de caracteres semelhantes aos de *F. creuzburgensis*. Análises moleculares podem ser decisivos para a determinação taxonômica da espécie.

Além das diferenças morfológicas, *F. creuzburgensis* é encontrada em ambientes salinos, diferente da maioria das espécies de *Frustulia* (KOCIOLEK et al., 2011). Na região leste do Paraná, a espécie foi registrada em um ambiente estuarino por Bigunas (2005).

Ecologia: ambientes com águas salobras (KOCIOLEK et al., 2011).

Ocorrência UPCB: 47501, 47518, 47520, 47525.

Frustulia erifuga Lange-Bertalot & Krammer

Iconographia Diatomologica, v. 2, p. 58, pl. 39, fig. 1-4, 1996.

Sinônimos: *Colletonema viridulum* Brébisson ex Kützing, 1849.

Schizonema viridulum (Brébisson) Rabenhorst, 1864.

Vanheurckia viridula (Brébisson) Brébisson, 1869.

Frustulia viridula (Brébisson) Schaarschmidt, 1881.

Frustulia viridula (Brébisson) De Toni, 1891.

Frustulia rhomboides var. *viridula* (Brébisson ex Kützing) Cleve, 1894.

Navicula rhomboides var. *viridula* (Brébisson) F.W. Mills, 1934.

Vanheurckia rhomboides var. *viridula* (Brébisson) F.W. Mills, 1935.

Frustulia rhomboides f. *hustedtii* H. Germain, 1981.

Figs.: 56-64

Valvas lanceoladas. Ápices sub-rostrados. Área axial linear, estreita. Área central reduzida elíptica com constrição mediana. Rafe linear com terminações distais simples e terminações proximais em forma de T. Costelas longitudinais lineares, com nódulo central levemente constrito e unindo-se, distalmente, a helictoglossa, formando porte-crayon. Estrias transapicais e longitudinais paralelas. Aréolas delicadas diminuindo seu diâmetro em direção às áreas axial e central.

Compr. 64-82,9 µm; Larg. 15,6-16,7 µm; C/L.: 4,1-5,2; 22-28 estrias transapicais em 10 µm; 23-30 estrias longitudinais em 10 µm, Helict.: 2,4 µm; P.C.: 2,0; Lmax.: 2,7 µm; Lmin.: 2,3 µm.

Comentários: a população ilustrada está de acordo com o material tipo, mas possui maior comprimento valvar e densidade de estrias. *Frustulia erifuga* é similar à *Frustulia altimontana* Metzeltin e Lange-Bertalot, pelo formato valvar elíptico-lanceolado e pela área central da valva convexa. Porém, *F. altimontana* possui maiores dimensões valvares, menor densidade de estrias e ápices protraídos, diferente de *F. erifuga* que possui ápices sub-rostrados (TABELA 5) (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998).

Para o estado não há registros de *F. erifuga*, configurando-se este como registro pioneiro.

Tabela 5. Variação das características morfológicas e métricas de *F. erifuga* e de espécies semelhantes.

	<i>F. erifuga</i>		<i>F. altimontana</i>
	neste estudo	Lange-Bertalot, 2001	Lange-Bertalot, 1998
Comprimento (µm)	64-82,9	70-120	115-145
Largura (µm)	15,6-16,7	13-19	22-27
Estrias transapicais/10 µm	22-28	24-28	22-24
Estrias longitudinais/10 µm	23-30	24-26	15-19
Ápice	Sub-rostrados	Sub-rostrados	Protraídos

Ecologia: ambientes oligotróficos com águas ácidas e baixa condutividade específica (LANGE-BERTALOT; METZELTIN, 1996; LANGE-BERTALOT, 2001; HOFMANN et al., 2013).

Ocorrência UPCB: 76005, 76058.

Frustulia guayanensis Metzeltin & Lange-Bertalot

Iconographia Diatomologica, v. 5, p. 95, pl. 115, figs 10-11, 1998.

Figs.: 65-70

Valvas linear-lanceoladas a elíptico-lanceoladas, margens onduladas. Ápices rostrados. Área axial linear, estreita. Área central reduzida elíptica com constrição mediana. Rafe linear com terminações distais e proximais em forma

de T. Estrias transapicais e longitudinais paralelas. Aréolas delicadas e diferenciadas na fileira que margeia o canal da rafe.

Compr. 45,8-55,9 μm ; Larg. 9,8-10,3 μm ; C/L.: 4,5-4,9; 26-28 estrias transapicais em 10 μm ; 24-28 estrias longitudinais em 10 μm .

Comentários: *Frustulia guayanensis* assemelha-se à *F. guayanensis* ssp. *ecuadoriana* Lange-Bertalot & Rumrich, diferindo apenas com relação ao número de estrias transapicais (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998; RUMRICH; LANGE-BERTALOT; RUMRICH, 2000). *Frustulia guayanensis* possui menores dimensões de comprimento e largura valvar quando comparada com *F. guayanensis* ssp. *ecuadoriana* (TABELA 6). Contudo, as diferenças morfológicas entre os táxons são muito pequenas, e talvez seja uma população com maiores limites métricos de *F. guayanensis*. *Frustulia guayanensis* ssp. *ecuadoriana* foi proposta no ano de 2000 e ainda está com o status de espécie sob verificação (GUIRY; GUIRY, 2021).

A população analisada possui maiores limites métricos de comprimento e largura valvar, assim como, possui maior densidade de estrias transapicais, ampliando-se, assim, os limites métricos da espécie.

No leste do Paraná a espécie foi registrada por Garbuio (figs. 75-76, 2004) e Marra et al. (fig. 137, 2016). Além destes registros, Klak-Santos (ap. 3, fig.66, 2017), estudando amostras paranaenses em sua dissertação de mestrado, ilustrou e descreveu *Frustulia* sp., cujas características morfológicas e métricas conferem com *F. guayanensis*.

Tabela 6. Variação das características métricas de *F. guayanensis* e de espécies semelhantes.

	<i>F. guayanensis</i>		<i>F. guayanensis</i> ssp. <i>ecuadoriana</i>	
	neste estudo	Lange-Bertalot, 2001	neste estudo	Lange-Bertalot, 1998
Comprimento (μm)	45,8-55,9	40-50	56,5-61,6	37-50
Largura (μm)	9,8-10,3	8-10	13,3-14,2	9,5-12
Estrias transapicais/10 μm	26-28	26,5-27,5	32-40	29-31

Ecologia: ambientes mesotróficos com águas levemente ácidas (pH 6,8) (MARRA et al., 2016).

Ocorrência UPGB: 76016, 76017, 76058.

Frustulia guayanensis* ssp. *ecuadoriana Lange-Bertalot & Rumrich ,
Iconographia Diatomologica, v. 9, p. 133, pl. 99, figs. 9-14, 2000.

Figs.: 71-75

Valvas linear-lanceoladas a elíptico-lanceoladas, margens onduladas. Ápices rostrados. Área axial linear, estreita. Área central reduzida elíptica com constrição mediana. Costelas longitudinais lineares, com nódulo central levemente constricto e unindo-se, distalmente, a helictoglossa, formando um porte-crayon curto. Estrias transapicais e longitudinais paralelas. Aréolas ocluídas internamente por himenes.

Compr. 56,5-61,6 µm; Larg. 13,3-14,2 µm; C/L.: 4,2-4,3; 32-40 estrias transapicais em 10 µm; 30-35 estrias longitudinais em 10 µm, Helict.: 1,0-1,1 µm; P.C.:1,0; Lmax.: 1,5 µm; Lmin.: 1,4 µm.

Comentários: a população analisada possui maiores dimensões de comprimento e largura valvar, assim como, maior densidade de estrias quando comparada com as características métricas descritas na proposta de *F. guayanensis* ssp. *ecuadoriana*: possui 37-50 µm de comprimento e 9,5-12 µm de largura valvar e 29-31 estrias transapicais em 10 µm (referência, ano). Entretanto, Bes et al. (2012) descrevem e ilustram uma população determinada como *F. guayanensis* ssp. *ecuadoriana*, em amostras do Rio Grande do Sul, com 30-64 µm de comprimento. Nossa população amplia os limites de largura valvar e de densidade de estrias transapicais da espécie.

Ecologia: ambientes eutróficos (LOBO et al., 2016).

Ocorrência UPGB: 76016, 76056.

Frustulia interposita (Lewis) De Toni

Sylloge Bacillariearum, v. 2, sect. 1, p. 278, 1891.

Basiônimo: *Navicula interposita* Lewis, 1865.

Figs.: 76-80

Valvas elíptico-lanceoladas. Ápices amplamente arredondados. Área axial linear. Área central reduzida. Rafe linear com terminações distais em forma de T. Costelas longitudinais lineares, com nódulo central linear e unindo-se, distalmente, a helictoglossa, formando porte-crayon. Estrias transapicais e longitudinais paralelas. Aréolas arredondadas, delicadas.

Compr. 133,1-134 µm; Larg. 27,3-28,6 µm; C/L.: 4,6-4,9; 18-27 estrias transapicais em 10 µm; 19-30 estrias longitudinais em 10 µm, Lmax.: 2,7 µm; Lmin.: 2,7 µm.

Comentários: *Frustulia interposita* é uma espécie que possui características bem próprias, que a distingue com facilidade das outras espécies de *Frustulia*, não possuindo assim grande dificuldade na identificação taxonômica desta espécie. Contudo, ao longo do tempo algumas confusões taxonômicas ocorreram. No DiatomBase (KOCIOLEK et al., 2021), estão registradas, além da espécie tipo três formas e cinco variedades de *F. interposita*, enquanto no AlgaeBase (GUIRY; GUIRY, 2021) temos o registro da espécie tipo e uma variedade. Contudo, atualmente, somente a espécie tipo é considerada válida taxonomicamente, as demais espécies são consideradas sinônimos de espécies dentro do gênero *Frustulia*. como é o caso de *Frustulia interposita* f. *elliptica* (Hustedt) Cleve-Euler que atualmente é considerada sinônimo de *Frustulia rhomboides* var. *elliptica* Hustedt. No gênero *Vanherckia* Brébisson, *Frustulia interposita* var. *incomperta* (Lewis) Cleve é atualmente considerada sinônimo de *Vanherckia interposita* var. *incomperta* (Lewis) Frenguelli, e no gênero *Navicula* Bory, *Frustulia interposita* var. *labuensis* (Cleve) Cleve é considerada sinônimo de *Navicula o'mearii* var. *labuensis* Cleve e *Frustulia interposita* var. *jullieni* (Heribaud e Brun) Cleve que é considerado sinônimo de *Navicula jullieni* Hérubaud e Brun (KOCIOLEK et al. 2021).

Frustulia interposita f. *minor* Cleve-Euler possui valvas pequenas (31-40 µm de comprimento e 6,5-8,5 µm de largura valvar) quando comparada às outras variações e formas de *F. interposita*, além disso, sua morfologia valvar assemelha-se com as dos indivíduos do gênero *Navicula* e não com os indivíduos do gênero *Frustulia*, assim, provavelmente, *Frustulia interposita* f. *minor* será transferida para o gênero *Navicula* (CLEVE-EULER, 1939).

Frustulia interposita var. *dispar* Liu e Chin e *Frustulia interposita* var. *stigmata* Tynni, possuem características semelhantes à população tipo de *F. interposita*. *Frustulia interposita* var. *dispar* é idêntica a *F. interposita*, podendo, talvez, ser considerado sinônimo da espécie tipo (LIU; CHIN, 1980). *Frustulia interposita* var. *stigmata* diferencia-se da população tipo por possuir valvas mais lanceoladas e ápices que não são amplamente arredondados (TYNNI, 1986).

Para região leste do estado *F. interposita* foi registrada por Moreira-Filho e Kutner (fig. 32, 1962), Oliveira (fig. 136, 1964), Bigunas (fig. 630, 2005) e por Lehmkuhl (fig. 429, 2009).

Ecologia: não há dados na literatura.

Ocorrência UCPB: 12042, 12059, 12060, 12068, 12070, 12075, 12076, 12081, 12082, 12084, 12086, 12088, 12093, 12099, 12106, 47502, 47506, 47509, 47526, 61717, 61816, 61819, 61822.

Frustulia krammeri Lange-Bertalot & Metzeltin

Iconographia Diatomologica, v. 5, p. 96, pl. 37, figs. 1-3, pl. 120, fig. 4, 1998.

Figs.: 81-89

Valvas lanceoladas. Ápices arredondados. Área axial linear, estreita. Rafe linear com terminações distais simples e terminações proximais em forma de T. Costelas longitudinais lineares, com nódulo central moderadamente constrito e unindo-se, distalmente, a helictoglossa, formando um porte-crayon robusto. Estrias transapicais e longitudinais paralelas. Aréolas delicadas, arredondadas.

C.: 92,7-94,8 µm; L.: 17,3-17,9 µm; C/L.: 5,1-5,4; 24-26 estrias transapicais 10 µm; 30 estrias longitudinais 10 µm; Helict.: 2,1 µm; P.C.: 2,6; Lmax.: 3,5 µm; Lmin.: 3,0 µm.

Comentários: Lange-Bertalot e Jahn (2000) realizaram o estudo da espécie tipo do gênero *Frustulia*, que até aquele momento era *Frustulia rhomboides* (Ehrenberg) de Toni. , Durante as análises, os autores verificaram que a espécie descrita por Ehrenberg (1843) e posteriormente reclassificada por de Toni (1891), não se tratava de um exemplar de *Frustulia* mas sim de *Navicula* Bory, tornando o nome *Frustulia rhomboides* ilegítimo (SIVER; HAMILTON, 2004) o, sendo necessária uma revisão das populações descritas com este nome e a recolocação delas em uma espécie. Mesmo antes desta descoberta algumas re-adequações já vinham sendo realizadas, Metzeltin e Lange-Bertalot (1998), a partir da população de *F. rhomboides* sensu Hustedt, descreveram uma nova espécie, *Frustulia krammeri* Lange-Bertalot e Metzeltin, tornando, também, a população de *F. rhomboides* ilustrada por Patrick e Reimer (1966), uma população de *F. krammeri* (SIVER; HAMILTON, 2004). A população aqui ilustrada está de acordo com o material tipo para a espécie.

No leste do Paraná a espécie foi citada por Caetano (fig. 24, 1984) como *F. rhomboides* e por Neiva (fig. 243, 2005).

Ecologia: águas com pH 7,8 e baixa condutividade específica (LANGE-BERTALOT, 2001; SANTOS et al., 2012).

Ocorrência UPGB: 12471, 12481, 12486, 12491, 12511, 12515, 12522, 48152, 48153, 76016, 76018, 76056.

Frustulia neofrenguelli Lange-Bertalot & Rumrich

Iconographia Diatomologica, v. 9, p. 230, pl. 94, figs. 1-7, 2000.

Figs.: 90-96

Valvas elíptico-lanceoladas. Ápices largamente atenuado-arredondados, levemente destacado. Área axial linear, estreita. Área central reduzida elíptica

com constrição mediana. Rafe linear. Costelas longitudinais lineares, com nódulo central moderadamente constrito e assimétrico e unindo-se, distalmente, a uma pequena helictoglossa, formando porte-crayon. Estrias transapicais paralelas tornando-se convergentes próximo aos ápices, estrias longitudinais paralelas. Aréolas arredondadas, ocluídas internamente por himenes.

Compr. 65,8-67,1 μm ; Larg. 18-18,5 μm ; C/L.: 3,6-3,7; 34-35 estrias transapicais em 10 μm ; 28-30 estrias longitudinais em 10 μm , Helict.: 1,4-1,5 μm ; P.C.: 1,9-2,0; Lmax.: 2,3-2,4 μm ; Lmin.: 2,1 μm .

Comentários: *Frustulia neofrenguelli* assemelha-se com *F. neofrenguelli* var. *adamensis* Flower com relação ao formato elíptico-lanceolado da valva e com relação ao formato do ápice. Porém, *F. neofrenguelli* var. *adamensis* possui ápices sub-rostrados mais destacados da valva, menor limite de comprimento valvar e menores medidas de largura valvar (TABELA 7) (RUMRICH; LANGE-BERTALOT; RUMRICH, 2000; FLOWER, 2005). Nossa população, diferencia-se da população tipo por possuir maior densidade de estrias transapicais e longitudinais (TABELA 7). Essas variações de medidas, que por vezes se sobrepõe, como é o caso da largura valvar observada entre as nossas populações, levanta a questão de até que ponto devemos considerar uma maior amplitude dos caracteres dentro de uma espécie para caracterizar ou para separar espécies, principalmente em casos de espécies pouco conhecidas. Por vezes, apenas maiores limites métricos já são considerados bons caracteres para a proposição de novas espécies, contudo, pequenas diferenças nesses limites, como observamos aqui, talvez, não sejam caracteres suficientes para a separação em duas espécies ou em uma variação. Neste contexto, talvez, *F. neofrenguelli* var. *adamensis* represente apenas uma população de *F. neofrenguelli* com diferentes limites métricos, ampliando, assim, os limites métricos da espécie.

F. neofrenguelli ainda não foi citada para o estado do Paraná, sendo esta uma citação pioneira.

Tabela 7. Variação das características morfológicas e métricas de *F. neofrenguelli* e de espécies semelhantes.

	<i>F. neofrenguelli</i>		<i>F. neofrenguelli</i> var. <i>adamensis</i>
	neste estudo	Rumrich, Lange-Bertalot & Rumrich, 2000	Flower, 2005
Comprimento (µm)	65,8-67,1	55-80	50-63
Largura (µm)	18-18,5	16-18	12-15
Estrias transapicais/10 µm	34-35	24-26	-
Estrias longitudinais/10 µm	28-30	24-26	26-28
Ápice	Arredondado	Arredondado	Sub-rostrado

Ecologia: não há dados na literatura.

Ocorrência UPGB: 76016, 76017, 76056.

Frustulia neomundana Lange-Bertalot & Rumrich

Iconographia Diatomologica, v. 9, p. 135, pl. 97, figs. 1-12, 2000.

Figs.: 97-100

Valvas linear-lanceoladas. Ápices rostrados. Área axial linear, estreita. Área central reduzida elíptica com constrição mediana. Rafe linear com terminações distais em T e terminações proximais unilateralmente defletidas. Costelas longitudinais lineares, com nódulo central assimétrico, levemente constricto de um lado e do outro sem silicificação e distalmente terminando antes de encontrar com a helictoglossa, não formando um porte-crayon. Estrias

transapicais e longitudinais paralelas, circundando os ápices. Aréolas arredondadas em toda extensão valvar.

Compr. 39,1-39,7 μm ; Larg. 7,5-8,2 μm ; C/L.: 4,7-5,4; 43 estrias transapicais em 10 μm ; 31 estrias longitudinais em 10 μm , Helict.: 2,2 μm ; Lmax.: 1,7 μm ; Lmin.: 1,7 μm .

Comentários: *Frustulia neomundana* faz parte do complexo *F. weinholdii*, assim como *F. capitata*. Apesar dessas espécies serem próximas morfologicamente, a espécie que mais se assemelha a *F. neomundana* é *Frustulia soror* Graeff e Kociolek. *Frustulia soror* e *F. neomundana* possuem valvas linear-lanceoladas, contudo, *F. neomundana* possui valvas mais lineares, ápices rostrados e menor densidade de estrias na região central da valva e nos ápices (TABELA 8) (GRAEFF; KOCIOLEK, 2011).

No leste do Paraná a espécie foi citada por Bigunas (fig. 642, 2005) como *F. vulgares*, por Ludwig et al. (fig. 73, 2005) e Bertolli (fig. 204, 2010).

Tabela 8. Variação das características morfológicas e métricas de *F. neomundana* e de espécies semelhantes.

	<i>F. neomundana</i>		<i>F. soror</i>
	neste estudo	Lange-Bertalot e Rumrich, 2000; Graeff e Kociolek, 2011	Graeff e Kociolek, 2011
Ápice	Rostrado	Rostrado	Levemente rostrado
Densidade de estrias no centro da valva/10 μm	31	31-32	34-36
Densidade de estrias nos ápices/10 μm	34	32-34	35-37

Ecologia: águas com pH 6 (GRAEFF; KOCIOLEK, 2011).

Ocorrência UPCB: 96152.

***Frustulia pangaea* Metzeltin & Lange-Bertalot**

Iconographia Diatomologica, v. 5, p. 101-102, pl. 111, figs 1-4, 1998.

Figs.: 103-111

Valvas elíptico-lanceoladas. Ápices sub-rostrados. Área axial linear, estreita. Área central reduzida, elíptica, com constrição mediana. Rafe linear, com terminações distais simples e terminações proximais em forma de T. Costelas longitudinais lineares, com nódulo central constricto e unindo-se, distalmente, a helictoglossa, formando um porte-crayon robusto. Estrias transversais e longitudinais paralelas. Aréolas delicadas, arredondadas, ocluídas internamente por himenes.

Compr. 55,4-69 µm; Larg. 13,8-15,5 µm; C/L.: 4,0-4,5; 28-29 estrias transversais em 10 µm; 24-30 estrias longitudinais em 10 µm; Helict.: 2,5 µm; P.C.: 1,6 µm; Lmax.: 2,5 µm; Lmin.: 2,1 µm.

Comentários: *Frustulia pangaea* e *F. pangaeopsis* Lange-Bertalot, são espécies com morfologia valvar muito semelhante. Metzeltin e Lange-Bertalot (1998) ao proporem *F. pangaea*, já foi possível observar pelas imagens em MO, que um indivíduo (pl 111, fig. 3) possuía uma helictoglossa bem evidente, enquanto os demais (pl. 111, figs. 1-2, 4) possuíam uma helictoglossa pouco evidente em MO. Lange-Bertalot (2001) separou esses dois morfotipos em duas espécies, o indivíduo com a helictoglossa bem evidente continuou sendo *F. pangaea* e os demais foram colocados dentro de uma nova espécie, *F. pangaeopsis*. Além disso, *F. pangaea* possui maior limite métrico de comprimento e menores medidas de largura valvar (55-90 µm de comprimento e 13-17 µm de largura valvar) (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998, LANGE-BERTALOT, 2001).

Não há registros de *F. pangaea* para o estado do Paraná, sendo esta uma citação pioneira.

Ecologia: não há dados na literatura.

Ocorrência UPCB: 76016

Frustulia cf. pseudomagaliesmontana Camburn e Charles

Academy of Natural Sciences of Philadelphia, v. 18, p. 23, pl. 18, figs. 12-16, pl. 37, figs. 2-3, 2000.

Figs.: 101-102

Valvas linear-lanceoladas. Ápices rostrados. Área axial linear, estreita. Área central reduzida elíptica sem constrição mediana. Nódulo terminal longo, nódulo central linear. Rafe e costelas longitudinais lineares. Costelas lineares no nódulo central. Estrias transapicais e longitudinais paralelas. Aréolas de difícil visualização em MO.

Compr. 50,9 µm; Larg. 9,6 µm; C/L.: 5,2; 30 estrias transapicais em 10 µm; 32 estrias longitudinais em 10 µm.

Comentários: o espécime aqui estudado assemelha-se morfologicamente com *F. pseudomagaliesmontana*, a qual possui maiores dimensões: 35-44 µm de comprimento e 5,5-6,5 µm de largura valvar e 41-44 estrias longitudinais em 10 µm (CAMBURN; CHARLES, 2000; SIVER; BASKET, 2004).

Ecología: não há dados na literatura

Ocorrência UPGB: 76017.

Frustulia quadrisinuata Lange-Bertalot

Iconographia Diatomologica, v. 2, p. 59-60, pl. 38, figs 10-12, pl. 119, figs 1-2, 1996.

Figs.: 112-121

Valvas elíptico-lanceoladas a rombo-lanceoladas, margens onduladas. Ápices amplamente rostrados a sub-rostrados. Área axial linear, estreita. Área central reduzida elíptica com constrição mediana. Rafe linear com terminações distais simples e terminações proximais em forma de T. Costelas longitudinais lineares, com nódulo central constrito e unindo-se, distalmente, a helictoglossa,

formando porte-crayon. Estrias transapicais paralelas na região mediana tornando-se convergentes próximo aos ápices, estrias longitudinais paralelas. Aréolas delicadas, arredondadas, ocluídas internamente por himenes.

Compr. 55,9-71,1 μm ; Larg. 13-15,6 μm ; C/L.: 4,2-4,7; 25-33 estrias transapicais em 10 μm ; 24-28 estrias longitudinais em 10 μm ; Helict.: 2,4 μm ; P.C.: 1,6 μm ; Lmax.: 2,4 μm ; Lmin.: 1,9 μm .

Comentários: *Frustulia quadrisinuata* caracteriza-se, principalmente, por possuir margens valvares tetraonduladas e ápices mais amplos quando comparados aos ápices dos outros táxons de *Frustulia* (LANGE-BERTALOT; METZELTIN, 1996). *Frustulia quadrisinuata* ssp. *meridiana* Metzeltin e Lange-Bertalot é similar a *Frustulia quadrisinuata* compartilhando muitas características, diferindo apenas com relação ao formato valvar e a menor densidade de estrias transapicais observadas em *F. quadrisinuata* ssp. *meridiana*. *Frustulia quadrisinuata* ssp. *meridiana* possui valvas estritamente elíptico-lanceladas enquanto na espécie tipo observa-se a variação de valvas elíptico-lanceoladas a rombo-lanceoladas (TABELA 9) (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998).

A população aqui analisada assemelha-se morfologicamente e meristicamente com o material tipo apresentado por Metzeltin e Lange-Bertalot (1998) para a Finlândia. Contudo, nossa população apresenta maior limite métrico com relação à largura valvar e ao número de estrias transapicais e longitudinais (TABELA 9).

No leste do Paraná, a espécie foi citada por Shirata (fig. 61, 1986) como *F. rhomboides* var. *saxonica*, por Garbuio (fig. 64, 2015) como *F. crassinervia*, por Klak-Santos (fig. 76, 2017) como *Frustulia* sp. e por Marra et al. (2016).

Tabela 9. Variação das características morfológicas e métricas de *F. quadrisinuata* e de espécies semelhantes.

	<i>F. quadrisinuata</i>		<i>F. quadrisinuata</i> <i>ssp. meridiana</i>
	neste estudo	Lange-Bertalot, 1996	Metzeltin e Lange- Bertalot, 1998
Largura (µm)	13-15,6	14-16	16,6
Estrias transapicais / 10 µm	25-33	28-30	19-20
Estrias longitudinais / 10 µm	24-28	27-28	-
Valva	Elíptico- lanceoladas a rombo-lanceoladas	Linear-elíptico- lanceolada a rombo-lanceolada	Elíptico-lanceolada

Ecologia: ambientes oligo-mesotróficos com águas levemente ácidas (pH 6,8) (LANGE-BERTALOT; METZELTIN, 1996; MARRA et al., 2016).

Ocorrência UPCB: 76003, 76010, 76016, 76017.

Frustulia saxonica Rabenhorst

Die Algen Sachsens, p.50, pl. 7, fig. 1, 1853.

Sinônimos: *Navicula saxonica* (Rabenhorst) Lagerstedt, 1873

Frustulia rhomboides var. *saxonica* (Rabenhorst) De Toni, 1891

Vanheurckia rhomboides var. *saxonica* (Rabenhorst) Holmboe, 1899

Navicula rhomboides var. *saxonica* (Rabenhorst) Budde, 1928

Figs.: 122-130

Valvas lanceoladas. Ápices sub-rostrados. Área axial linear, estreita. Área central reduzida elíptica com constrição mediana. Rafe linear com terminações distais simples e terminações proximais em forma de T. Costelas longitudinais lineares, com nódulo central fortemente constrito e unindo-se,

distalmente, a helictoglossa, formando porte-crayon. Estrias transapicais e longitudinais paralelas. Aréolas delicadas, arredondadas, ocluídas internamente por himenes.

Compr. 70,2-80,4 μm ; Larg. 14,1-16,7 μm ; C/L.: 4,5-4,9; 28-30 estrias transapicais em 10 μm ; 26-28 estrias longitudinais em 10 μm ; Helict.: 2,8 μm ; P.C.: 1,9 μm ; Lmax.: 3,2 μm ; Lmin.: 2,0 μm .

Comentários: *Frustulia saxonica* foi descrita por Rabenhorst (1853) com base no material coletado na Suíça. A espécie sofreu várias alterações nomenclaturais, estando incluída por muito tempo dentro do complexo *Frustulia rhomboides*. Lange-Bertalot e Jahn (2000) realizaram o estudo desta espécie, considerada a espécie tipo do gênero, descobrindo que a espécie descrita por Ehrenberg (1843) e, posteriormente reclassificada por de Toni (1891), não se tratava de um exemplar de *Frustulia* mas sim de uma espécie do gênero *Navicula* Bory, tornando o nome *Frustulia rhomboides* ilegítimo. Com a ilegitimização do *F. rhomboides* uma nova espécie tipo precisava ser designada e para isso foi escolhida *F. saxonica* como nova espécie tipo para o gênero, a escolha deveu-se por que *F. saxonica* foi uma das seis primeiras espécies descritas, originalmente, para o gênero. Neste mesmo trabalho foi realizado o estudo, em MO, da população tipo de *F. saxonica* e nessas análises foram encontrados dois morfotipos dentro da espécie. O morfotipo I possui valvas tipicamente rômbricas e maiores medidas de comprimento valvar (65-105 μm), enquanto o morfotipo II possui menores dimensões valvares (comprimento 35-76 μm , largura 10,5-14 μm) e formato valvar elíptico-lanceolado, que por vezes aparenta ser rombóide (SIVER; HAMILTON, 2004).

No leste do Paraná a espécie foi citada como *F. rhomboides* var. *saxonica* por Caetano (fig. 27, 1984), Costin (fig. 96, 1990) e Furstenberger e Valente-Moreira (figs. 33-38, 2000), como *F. saxonica* por Costin (fig. 76, 2007) e como *Frustulia bahlsii* por Neiva (fig. 231, 2005).

Ecologia: ambientes oligo-eutróficos com águas ácidas (pH<5,5) (VAN DAM; MERTENS; SINKELDAM, 1994; HOFMANN et al., 2013; FAUSTINO et al., 2016).

Ocorrência UPGB: 12468, 12475, 12477, 12486, 12491, 12492, 12494, 12501, 12506, 12511, 12516, 25152-25177, 49409, 56160, 56161, 56162, 56163, 56164, 56165, 56166, 56167, 56168, 56169, 56170, 56171.

Frustulia soror Graeff & Kociolek

Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, v. 161, n. 1, p. 54, figs., 71-77, 2011.

Figs.: 131-137

Valvas linear-lanceoladas. Ápices levemente rostrados. Área axial linear, estreita. Área central reduzida elíptica com constrição mediana. Rafe linear com terminações distais em T e terminações proximais unilateralmente defletidas. Costelas longitudinais lineares, com nódulo central assimétrico, levemente constricto de um lado e do outro sem silicificação e distalmente terminando antes de encontrar com a helictoglossa, não formando um porte-crayon. Estrias transapicais e longitudinais paralelas, circundando os ápices. Aréolas arredondadas em toda extensão valvar.

Compr. 35-46,6 µm; Larg. 8,3-10,4 µm; C/L.: 4,1-4,4; 32-34 estrias transversais 10 µm; 36 estrias longitudinais em 10 µm, Helict.: 1,9 µm; Lmax.: 1,6 µm; Lmin.: 1,0 µm.

Comentários: *Frustulia soror*, como já citado anteriormente, faz parte do complexo *F. weinholdii*, e dentre as espécies do complexo *F. neomundana* é a espécie morfológicamente que mais se assemelha a *F. soror*. Quando comparamos nossa população com a população tipo de *F. soror*, observamos que nossa população possui maiores medidas de largura valvar e maior densidade de estrias transapicais. *Frustulia soror* possui 7,5-9,5 µm de largura valvar e possui 34-36 estrias transapicais em 10 µm (GRAEFF; KOCIOLEK, 2011).

No leste do Paraná, a espécie foi citada por Bigunas (figs. 625-626, 2005) como *F. weinholdii* e por Costin (fig. 79, 2007) como *F. neomundana*.

Ecologia: não há dados na literatura.

Ocorrência UPGB: 47525

Frustulia undosa Metzeltin & Lange-Bertalot

Iconographia Diatomologica, v. 5, p. 105-106, pl. 116, figs 14-18, pl. 117, figs 1-7, 1998.

Figs.: 138-147

Valvas rombo-lanceoladas, margens fortemente onduladas. Ápices rostrados a sub-rostrados. Área axial linear, estreita. Área central reduzida elíptica com constrição mediana. Rafe linear com terminações distais simples e terminações proximais em forma de T. Costelas longitudinais lineares, com nódulo central fortemente constrito e unindo-se, distalmente, a helictoglossa, formando porte-crayon. Estrias transapicais e longitudinais paralelas. Aréolas delicadas, arredondadas, ocluídas internamente por himenes.

Compr. 43,3-46 µm; Larg. 9,4-10,2 µm; C/L.: 4,3-4,7; 30 estrias transapicais 10 µm; 30 estrias longitudinais em 10 µm; Helict.: 1,4 µm; P.C.: 1,1; Lmax.: 1,6 µm; Lmin.: 1,5 µm.

Comentários: *Frustulia undosa* assemelha-se a *F. crassinervia*, por possuir ondulações evidentes na margem, ápice rostrado a sub-rostrado, alguns espécimes com formato valvar lanceolado e ambas possuem a área central constrita. As medidas de comprimento de *F. crassinervia* (30-55 µm) incluem-se no intervalo de medidas de *F. undosa* (28-70 µm). Entretanto, a relação comprimento largura (C/L) de *F. undosa* permanece entre 3,4-7,9, enquanto a de *F. crassinervia* entre 3,5-4,8, refletindo as populações mais estreitas de *F. undosa*. Com relação às medidas de largura valvar, ambas possuem 8 µm como a menor largura valvar, mas diferem com relação à maior medida de largura, que em *F. crassinervia* é de 12,5 µm e em *F. undosa* é de 10,5 µm. Em *F. undosa*, são observadas 31-33 estrias em 10 µm, ficando dentro do intervalo de número de estrias de *F. crassinervia* que é de 30- 35 estrias em 10 µm. Com relação ao formato valvar, alguns espécimes de *F. undosa* são rombo-lanceoladas e *F. crassinervia* possui formato elíptico-lanceolado. Além disso, as estrias transapicais são paralelas tornando-se ligeiramente convergentes

próximas ao ápice, irradiando-se ao redor da área central em *F. crassinervia* e em *F. undosa* as estrias transapicais são paralelas somente na região mediana e nas demais regiões tendem a ser convergentes (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998; CASA et al., 2018).

No leste do Paraná a espécie foi citada por Costin (fig. 77, 2007) como *F. crassinervia*, por Neiva (figs. 252-253, 2005) como *Frustulia* sp. 2 e por Marra et al. (fig. 135, 2016), Klak-Santos (fig 77, 2017) e Silva-Lehmkuhl et al. (2019) como *F. undosa*.

Ecologia: ambientes oligo-mesotróficos com águas ácidas (pH 6,0-6,7) e baixa condutividade específica (22,5-24,5 $\mu\text{S.cm}^{-1}$) (MARRA ET AL., 2016; SILVA-LEHMKUHL ET AL., 2019)

Ocorrência UPGB: 49409, 56160, 56161, 56162, 56163, 56164, 56165, 56166, 56167, 56168, 56169, 56170, 56171, 63373, 63374, 63376, 63377, 76002, 76005, 76008, 76009, 76010, 76015, 76056, 76057, 76058, 78033, 78034, 78049.

Frustulia vulgaris (Thwaites) De Toni

Sylloge Bacillariearum, p. 280, 1891.

Basiônimo: *Schizonema vulgare* Thwaites

Sinônimos: *Schizonema vulgare* Thwaites, 1848

Colletonema vulgare (Thwaites) W.Smith, 1856

Navicula vulgaris (Thwaites) Heiberg, 1863

Vanheurckia vulgaris (Thwaites) Van Heurck, 1885

Brebissonia vulgaris (Thwaites) Kuntze, 1898

Figs.: 148-156

Valvas linear-lanceoladas, margens onduladas. Ápices rostrados a sub-rostrados. Área axial linear, estreita. Área central reduzida elíptica com constrição mediana. Rafe linear com terminações distais em forma de Y e

terminações proximais em forma de T. Costelas longitudinais lineares, não unindo-se na região central e unindo-se, distalmente, a helictoglossa, formando porte-crayon. Estrias transapicais e longitudinais paralelas. Aréolas delicadas, arredondadas, ocluídas internamente por himenes.

Compr. 37,9-48,5 μm ; Larg 9,4-9,9 μm ; C/L.: 4,3-4,8; 30 estrias transapicais em 10 μm ; 30 estrias longitudinais em 10 μm ; Helict.: 1,5 μm ; P.C.: 1,4.

Comentários: Apesar da morfologia semelhante às espécies do complexo *F. weinholdii*, *F. vulgaris* não se enquadra no complexo por possuir as terminações proximais da rafe em Y ao invés de fortemente desviada unilateralmente como no complexo *F. weinholdii* e por possuir as costelas se fundindo com a helictoglossa e formando um porte-crayon, estrutura essa, ausente no complexo *F. weinholdii* (DE TONI, 1891; GRAEFF; KOCIOLEK, 2011).

No leste do Paraná a espécie foi citada por Costin (fig. 78, 2007) e Bertolli (fig. 205, 2010).

Ecologia: ambientes oligo-eutróficos com águas ácidas a alcalinas (VAN DAM; MERTENS; SINKELDAM, 1994; HOFMANN, 1994; LANGE-BERTALOT, 2001; HOFMANN et al., 2013).

Ocorrência UPCB: 56160, 56161, 56162, 56163, 56164, 56165, 56166, 56167, 56168, 56169, 56170, 56171, 65802, 65805, 65806, 65807, 96150, 96152.

Frustulia zizkae Lange-Bertalot

Iconographia Diatomologica, v. 5, p. 106-107, pl. 116, figs 7-13, 1998.

Figs.: 157-163

Valvas linear-lanceoladas. Ápices rostrados. Área axial linear, estreita. Área central reduzida elíptica com constrição mediana. Rafe linear com terminações distais simples e terminações proximais em forma de T. Costelas longitudinais lineares, com nódulo central fortemente constricto e unindo-se,

distalmente, a helictoglossa, formando porte-crayon. Estrias transapicais e longitudinais paralelas. Aréolas arredondadas.

Compr. 30,3-45,8 μm ; Larg. 8,9-11,3 μm ; C/L.: 3,4-4; 40 estrias transapicais em 10 μm ; 35 estrias longitudinais em 10 μm ; Helict.: 1,1 μm ; P.C.: 0,8; Lmax.: 1,2 μm ; Lmin.: 1,1 μm .

Comentários: *Frustulia zizkae* assemelha-se a *Frustulia magaliesmontana* Cholnoky

ssp. *americana* com relação ao formato linear a linear-elíptico da valva, aos ápices cuneados atenuados a levemente rostrados e a área central constrita. Contudo, diferem com relação às medidas de comprimento e largura valvar. *F. magaliesmontana* ssp. *americana* possui 45-64 μm de comprimento e 6,5-7,5 μm de largura valvar (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998).

Ecologia: não há dados na literatura.

Ocorrência UPGB: 76013

***Frustulia* sp. 1**

Figs.: 164-169

Valvas elíptico-lanceoladas, margens levemente onduladas. Ápices rostrados. Área axial linear, estreita. Área central reduzida elíptica com constrição mediana. Nódulo terminal curto, nódulo central constrito. Rafe e costelas longitudinais lineares. Costelas levemente constritas no nódulo central. Estrias transapicais e longitudinais paralelas, circundando os ápices. Aréolas ocluídas internamente por himenes.

C.: 36,7-46,3 μm ; L.: 11,5-12,2 μm ; C/L.: 3,1-3,7; 35 estrias transapicais em 10 μm ; 35 estrias longitudinais em 10 μm ; P.C.: 0,8 μm ; Helict.: 1,0 μm ; Lmax.: 1,2 μm ; Lmin.: 1,1 μm .

Comentários: *Frustulia* sp. 1 assemelha-se a algumas populações de *F. crassinervia* (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998; LANGE-BERTALOT,

2001, CANTONATI et al., 2017) descritas antes de Casa et al. (2018) realizar a análise do material tipo de *F. crassinervia*, mostrando a real circunscrição da espécie. Contudo, análises acerca das antigas populações de *F. crassinervia* ainda não foram realizadas.

Marra et al. (2016) ilustraram um exemplar (fig. 156) identificado como *Frustulia acidophilissima* Wydrzycka e Lange-Bertalot, porém, com menores dimensões de comprimento e largura valvar (31,8 µm x 10,8 µm) e ápices rostrados. *Frustulia acidophilissima* possui 45-60 µm de comprimento e 11,5-14 µm de largura valvar e ápices levemente protraídos (WYDRZYCKA; LANGE-BERTALOT, 2001). O exemplar de Marra e *Frustulia* sp. 1 são semelhantes morfologicamente, diferindo apenas por *Frustulia* sp. 1 possuir maiores limites métricos. *Frustulia* sp. 1 e o exemplar de Marra et al. (2016) assemelham-se, também, com *Frustulia* spec. (pl. 109, fig. 13) ilustrada por Metzeltin, Lange-Bertalot e Garcia-Rodriguez (2005), com valva elíptico-lanceolada, ápices rostrados, 48 µm de comprimento e 14 µm de largura valvar, área axial linear e área central levemente constrita. Essas três populações e as semelhantes, consideradas como *F. crassinervia*, necessitam de mais análises taxonômicas, certamente com auxílio da biologia molecular, para delimitar melhor as possíveis espécies novas ou refutar esta hipótese e nos mostrar que tudo se trata de uma mesma espécie.

Ocorrência UPCB: 76016, 76017, 78033, 78047, 78049.

***Frustulia* sp. 2**

Figs.: 180-190

Valvas linear-lanceoladas. Ápices rostrados. Área axial linear, estreita. Área central reduzida elíptica com constrição mediana. Nódulo terminal curto, nódulo central constrito. Rafe e costelas longitudinais lineares. Costelas moderadamente constritas no nódulo central. Estrias inconspícuas em MO. Aréolas de difícil visualização em MO.

C.: 22,9-27,5 μm ; L.: 5,3-6,3 μm ; C/L.: 3,7-4,5; 40 estrias transapicais em 10 μm ; 40-44 estrias longitudinais em 10 μm , Helict.: 0,8 μm ; P.C.: 0,9-1,0; Lmax.: 1,4-1,5 μm ; Lmin.: 1,3-1,4 μm .

Comentários: *Frustulia marginata* é uma espécie pouco conhecida. Lange-Bertalot (2001) discute, brevemente, sobre a falta de informações acerca da espécie e comenta a semelhança da mesma com algumas populações de *F. crassinervia*, contudo, comenta ser prematuro sinonimizar *F. marginata* com *F. crassinervia*. Depois do trabalho de Casa et al. (2018) ficou evidente que *F. marginata* não se enquadra em *F. crassinervia*, pois *F. marginata* possui menores medidas de comprimento e largura valvar (37 μm de comprimento e 10 μm de largura), além de Amossé descrever a presença de uma linha longitudinal submarginal na face valvar. Lange-Bertalot (2001) ilustra uma população de *F. marginata*, oriunda dos Países Baixos e da Alemanha, na qual não é possível observar a presença desta linha marginal. Também não observamos a presença desta linha em nosso material e nos exemplares ilustrados por Bigunas (figs. 623-624, 2005). Delgado (2006), em sua dissertação de mestrado, ilustra um indivíduo de *F. marginata* que possui a linha marginal descrita no material tipo por Amossé. A população de Lange-Bertalot (2001), a população aqui ilustrada e os indivíduos de Bigunas (2005) não correspondem a *F. marginata* e são necessários mais estudos acerca da espécie para chegarmos a uma conclusão final sobre a verdadeira circunscrição de *F. marginata*.

Frustulia saxonica f. *indica* é uma espécie diminuta e pouco conhecida, sendo registrada apenas para a sua localidade tipo no Índia. Quando comparamos *F. saxonica* f. *indica* com *Frustulia* sp. 2 observamos que elas são semelhantes morfológicamente, porém, diferem com relação a todas as características métricas. *Frustulia* sp. 2 possui valvas maiores e mais largas e maior densidade de estrias longitudinais (TABELA 10). Essas diferenças, podem, talvez, significar apenas um aumento na variação métrica da espécie, contudo, no trabalho de Sarode e Kamat (1984) apenas uma ilustração está disponível, sem muitos detalhes. Para sabermos se estamos trabalhando aqui com uma espécie nova ou com um novo registro de *F. saxonica* var. *indica* será necessário tentar observar o material tipo da espécie.

Tabela 10. Variação das características morfológicas e métricas de *Frustulia* sp. 2 e de espécies semelhantes.

	<i>Frustulia</i> sp. 2	<i>F. marginata</i>	<i>F. saxonica</i> f. <i>indica</i>
	neste estudo	Amosse, 1932	Sarode & Kamat, 1984
Comprimento (µm)	22,9-27,5	37	18,4-20,5
Largura (µm)	9,8-10,3	10	4,3-4,5
Estrias longitudinais/10 µm	40-44	32	35
Valva	Linear-lanceolada	Elíptica	Linear-lanceolada

Ocorrência UPGB: 76016, 76017, 76056.

***Frustulia* sp. 3**

Figs.: 170-179

Valvas elíptico-lanceoladas. Ápices sub-rostrados. Área axial linear, estreita. Área central elíptica com constrição mediana. Nódulo terminal amplo e longo, nódulo central constrito. Rafe e costelas longitudinais linear. Costelas constritas no nódulo central. Estrias transapicais e longitudinais paralelas. Aréolas arredondadas.

C.: 184,3-201 µm; L.: 43,1-44,6 µm; C/L.: 4,2-4,5; 18-20 estrias transapicais em 10 µm; 16-18 estrias longitudinais em 10 µm; Helict.: 3,6 µm; P.C.: 4,8-5,6 µm; Lmax.: 6-7,4 µm; Lmin.: 4,1-5,6 µm.

Comentários: *Frustulia* sp. 3 é uma das maiores espécies do gênero *Frustulia*, quando comparadas às existentes na ampla literatura consultada. Apenas algumas outras espécies do gênero possuem limite de comprimento valvar ≥ 200 µm, sendo *F. aotearoa*, *F. bahlsii*, *F. rhomboides* f. *occidentalis* e *F.*

sanctaerosae as espécies que mais se assemelham com *Frustulia* sp.3. Entretanto, *Frustulia* sp. 3 difere destas espécies e das demais espécies estabelecidas de *Frustulia*, principalmente, por possuir maiores medidas de largura valvar.

Frustulia aotearoa e *F. rhomboides* f. *occidentalis* são as espécies que mais se assemelham com *Frustulia* sp. 3 por possuírem comprimento valvar elevado, entretanto, diferem com relação a outras características. *Frustulia aotearoa* possui ápices obtuso arredondados não destacados do corpo valvar, menores medidas de largura valvar, estrias transapicais paralelas tornando-se convergentes próximo aos ápices, maior densidade de estrias transapicais e longitudinais, porte-crayon ligeiramente menor, maior comprimento de helictoglossa e menor largura máxima das costelas na área central (TABELA 11) (BEIER, 2007).

Frustulia sp. 3 possui medidas de comprimento valvar e densidade de estrias semelhantes a *F. rhomboides* f. *occidentalis*, diferindo com relação ao formato valvar e às medidas de largura valvar (TABELA 11) (Sovereign, 1963). Entretanto, a comparação entre as duas espécies torna-se limitada, pois a descrição de *F. rhomboides* f. *occidentalis* é bem sucinta e o autor não inclui ilustrações dos exemplares analisados. Além disso, não foi possível encontrar ilustrações da f. *occidentalis* na literatura especializada até o presente momento, apenas Patrick e Reimer (1966) e Kociolek (2005) fazem uma citação de ocorrência da espécie para o estado do Oregon, EUA.

Outra espécie similar é *F. bahlsii*, a qual se diferencia, principalmente, pelo formato espatulado do porte-crayon e por seu porte-crayon possuir medidas menores do que o porte-crayon de *Frustulia* sp.3. Também, *F. bahlsii* possui medidas menores de comprimento e largura valvar, maior número de estrias transapicais, valores maiores na relação comprimento/largura, menor comprimento de helictoglossa e largura máxima das costelas na área central com menores dimensões (TABELA 11) (EDLUND; BRANDT, 1997; BOUCHARDT et al., 2019).

Frustulia sanctaerosae distingue-se-se, por possuir maior densidade de estrias transapicais e menor densidade de estrias longitudinais, além de medidas menores de comprimento e largura valvar e menores medidas de

porte-crayon (TABELA 11) (LANGE-BERTALOT; STERRENBURG, 2004; METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 2007).

Frustulia sp.3, provavelmente, consiste em uma nova espécie para a ciência.

Ocorrência UPCB: 49409.

Tabela 11. Variação das características morfológicas e métricas de *Frustulia* sp. 3 e de espécies semelhantes.

	<i>Frustulia</i> sp. 3	<i>F. aotearoa</i>	<i>F. bahlsii</i>	<i>F. rhomboides</i> f. <i>occidentalis</i>	<i>F. sanctaerosae</i>
	Neste estudo	Beier, 2007	Edlund e Brant, 1997; Bouchard et al., 2019	Sovereign, 1963	Lange-Bertalot e Sterrenburg, 2004; Metzeltin e Lange- Bertalot, 2007
Valva	Elíptico-lanceolada	Lanceolada ou rombo- lanceolada	Lanceolada a rombo- lanceolada	Rombo-lanceolada	Rombo-lanceolada mais comumente romboides
Ápice	Sub-rostrados	Obtuso arredondados	Arredondados a levemente rostrados	-	Abruptamente arredondados
Comprimento (µm)	184,3-210,7	110-210	98-201,5	176-245	140-200
Largura (µm)	43,1-45	25-38	24-34	30-32	29-31
C/L	4,2-4,6	4,2-4,9	4,8-5,6	-	4,4-5,4
Estrias transapicais (/10 µm)	16-24, paralelas	25-26, paralelas tornando-se convergentes próximo aos ápices	20-26, paralelas a levemente sinuosas	20-24	25-28, paralelas a subparalelas
Estrias longitudinais (/10 µm)	16-19, paralelas	22-24, paralelas	16-23, paralelas a levemente sinuosas	18-22	12-14, paralelas
Aréolas	Internamente ocluídas por himenes	-	Internamente ocluídas por himenes	-	-

Tabela 11. Variação das características morfológicas e métricas de *Frustulia* sp. 3 e de espécies semelhantes.

	<i>Frustulia</i> sp. 3	<i>F. aotearoa</i>	<i>F. bahlsii</i>	<i>F. rhomboides</i> f. <i>occidentalis</i>	<i>F. sanctaerosae</i>
Área axial	Linear	Linear	Terminando em uma área hialina levemente expandida, espatulada	-	Linear
Área central	Constrito	Convexo	Não diferenciada da área axial	-	Constrito
Terminação distal da rafe	T	T	T	-	T
Terminação proximal da rafe	T	T	T	-	T
Porte-crayon	4,8-5,6	4,2-4,3	2,9-4,1	-	3,3-4,1
Helictoglossa (µm)	3,6	5	2,9-3,5	-	-
Largura máxima das costelas na área central (µm)	6-7,4	5	5,4-5,8	-	5-6,6
Largura mínima das costelas na área central (µm)	4,1-5,6	4,5	4,7-5	-	4,1-5

(conclusão)

DISCUSSÃO

Round et al. (1990) descreve *Frustulia*, caracterizando o gênero pela face valvar plana, um manto valvar curto, estrias unisseriadas compostas por aréolas arredondadas, ovais ou lanceoladas em forma de fenda e costelas longitudinais completas que se fundem distalmente com a helictoglossa para formar o porte-crayon e, centralmente, formando o nódulo central. Estas características incluem quase todas as espécies de *Frustulia*, exceto *F. creuzburgensis*, que não possui costela margeando a rafe, e as espécies do complexo *F. weinholdii*, que não formam o porte-crayon, porém, ainda permanecem em *Frustulia* por que os demais caracteres das espécies se enquadram no gênero.

O uso da estrutura “porte-crayon” como característica do gênero e como critério para diferenciação entre espécies não é consenso entre os diatomólogos. Siver e Baskette (2004), Graeff e Kociolek (2011) e Graeff, Kociolek e Burliga (2012) argumentam que a estrutura não pode ser usada como um caráter diagnóstico em espécies típicas de *Frustulia*, apesar deste termo estar bem definido por Round et al. (1990). Siver e Baskette (2004), Graeff e Kociolek (2011) e Graeff, Kociolek e Burliga (2012) comentam que o porte-crayon é um caráter válido para diferenciação de espécies dentro de *Frustulia*, porém nem sempre a fusão das costelas com a helictoglossa forma uma estrutura em forma de porte-crayon (porta lápis), sendo considerado inadequado o uso termo porte-crayon para definir a estrutura. O porte-crayon possui um grande potencial para ser usado como um caráter diagnóstico dentro do gênero, já que conseguimos observar diferenças em suas medidas de largura, entretanto, uma dificuldade encontrada para o uso dessa característica é o fato de sua medição exata só poder ser realizada em imagens obtidas em MEV, inviabilizando comparações na falta dessas imagens.

Anteriormente a essas discussões, Edlund e Brant (1997), já haviam evitado o uso do termo porte-crayon, para a descrição, da então, espécie nova *F. bahlsii*, descrevendo a estrutura como uma “extremidade espatulada terminal da rafe”, os autores apontam que devido a aparência da estrutura não se assemelhar com um porte-crayon, eles iriam abdicar do uso do termo.

Siver e Baskette (2004), Graeff e Kociolek (2011) e Graeff, Kociolek e Burliga (2012), ainda, ressaltam a necessidade de definir como serão os graus de classificação para o uso dessa estrutura, como critério taxonômico. Bouchard et al. (2020), ao realizarem um estudo morfológico e molecular de nove espécies de *Frustulia*, utilizaram o porte-crayon e o nódulo central como caracteres taxonômicos para diferenciação entre espécies. Foram feitas as medidas de largura máxima e mínima do nódulo central, largura do porte-crayon e comprimento da helictoglossa. A utilização das medidas dessas duas estruturas mostrou-se eficaz para caracterizar e distinguir as espécies tratadas. Bouchard et al. (2020) salientam que *F. krammeri* e *Frustulia gibsonia* Bouchard, Hamilton, Starr e Savoie, quando comparadas, a forma da valva não foi um caráter significativo para a diferenciação, entretanto, as medidas do nódulo central, da helictoglossa e do porte-crayon foram capazes de delimitar cada espécie e diferenciá-las uma da outra.

Observou-se, neste estudo, que nem sempre a utilização destes caracteres, as medidas do nódulo central, da helictoglossa e do porte-crayon, foram suficientes para melhor delimitação ou diferenciação entre as espécies cujas demais características se sobrepõem, como por exemplo *F. crassinervia* e *F. undosa*. Na relação entre *F. crassinervia* e *F. undosa*, temos sobreposição nas medidas de todos os caracteres, não conseguindo diferenciar as espécies com a utilização dessas medidas. *F. australocrassinervia* apresentou medidas de largura máxima e mínima do nódulo central e a largura do porte-crayon menores do que as de *F. crassinervia* e *F. undosa*, podendo neste caso, estas estruturas serem usadas para a diagnose da espécie. Sugerem-se que sejam feitas estas medidas nas espécies de *Frustulia* para ampliar e fortalecer esta característica, como diagnóstica das espécies. Neste estudo, as essas medidas fazem parte das diagnoses das espécies, porém, como essas estruturas só são bem visíveis em MEV, tivemos em n muito baixo, conseguindo mensurar essas dimensões em apenas 1 ou 2 valvas.

Outra questão a ser levantada é a ausência de costelas ou a presença de costelas muito delicadas em algumas espécies de *Frustulia*. Em *F. creuzburgensis*, não se observa a formação de costelas, conseqüentemente, não há formação do porte-crayon e do nódulo central. Já no complexo *F. weinholdii* existem costelas longitudinais muito delicadas, que não se fundem

na região central e nem com a helictoglossa, não formando um porte-crayon. Graeff e Kociolek (2011) e Graeff, Kociolek e Burliga (2012), ressaltam que essa variabilidade morfológica, descaracteriza o gênero, já que a presença delas é uma das principais características diagnósticas de *Frustulia*, sendo necessário, adicionar este detalhe à descrição para o gênero.

A ausência das costelas longitudinais margeando o canal da rafe em *Frustulia creuzburgensis*, uma das principais características do gênero, coloca em dúvida a verdadeira posição taxonômica da espécie (KOCIOLEK et al., 2011), apesar disso, *Frustulia* ainda é o gênero que possui o maior número de caracteres semelhantes com *F. creuzburgensis*. Infelizmente, exemplares da espécie foram raros nas amostras estudadas, e não foram encontrados para realizar a caracterização em MEV. Em MO, os indivíduos aparentam possuir costelas e possuem refringência na região central e na terminação apical da rafe, como as outras espécies de *Frustulia* que possuem todas as estruturas. Essa refringência em *F. creuzburgensis*, possivelmente, resulta da presença de uma área hialina nas extremidades distais externas da rafe, a presença dessa área hialina é um fato muito curioso, já que essa área é formada pela presença interna do porte-crayon, estrutura essa, ausente em *F. creuzburgensis*.

A análise das estruturas das espécies de *Frustulia* em MEV é fundamental para a descrição e correta determinação das espécies do gênero. Estruturas, como detalhes da helictoglossa, o número de estrias e o padrão de estriação, geralmente não são visualizadas em MO (GRAEFF; KOCIOLEK; BURLIGA, 2012; BOUCHARD, 2020; MORALES, 2020) e podem ser decisivos para diferenciação interespecífica. Há necessidade de maior número de artigos com biologia molecular, para auxiliar na separação de espécies próximas. Embora comumente relatada na América do Sul, a confirmação das espécies *Frustulia* não foi revisada em profundidade para o continente. Dados mais antigos nem sempre refletem a identidade real das diatomáceas (VAN DE VIJVER; COCQUYT, 2009), em parte, pelo uso de guias de identificação europeus ou norte-americanos (TYLER, 1996) ou por identificações errôneas (VAN DE VIJVER; COCQUYT, 2009). No passado, acreditava-se que o número de espécies com distribuição geográfica restrita em outros continentes, que não o continente europeu, era bastante baixo, como consequência, atualmente,

sugere-se, que muitas formas, anteriormente agrupadas como uma única espécie, podem ser reconhecidas como espécies separadas ou consideradas espécies novas (VAN DE VIJVER; COCQUYT, 2009; MORALES, 2020).

Morales (2020) registrou a ocorrência de 26 espécies e 25 morfoespécies identificadas como sp. ou cf. de *Frustulia* para a América do Sul e sugeriu que as morfoespécies podem representar novas espécies. Comparando esses dados com os nossos achados, mesmo não abrangendo todo o estado do Paraná, constatou-se uma riqueza de espécies representativa em nosso estudo. Quando comparamos com levantamentos florísticos que incluem o gênero no Brasil, encontramos maior riqueza de espécies nos trabalhos de Soares et al. (2011) 8 espécies, Silva, Nogueira e Souza (2011) registram a ocorrência de 15 espécies e Tremarin et al. (2009), um catálogo das diatomáceas de águas doces do estado do Paraná, 20 espécies.

Registraram-se um total de 25 táxons, destes 22 foram identificados em nível de espécie e 3 em nível de gênero. Nenhuma das nossas espécies possui registros para a região antártica, 5 já foram registradas para o continente africano, 8 para a Ásia, 7 para a Oceania, 9 para a Europa e 20 para o continente americano. Com exceção da Antártida, *F. crassinervia*, *F. saxonica* e *F. vulgaris* possuem registros para todos os outros continentes. Na América do Sul, encontramos registros de 16 espécies, destas, 15 ocorrem no Brasil (GUIRY; GUIRY, 2021).

Frustulia sp. 2, assemelha-se com *F. marginata* e com *F. saxonica* f. *indica*, *Frustulia marginata* foi descrita originalmente para a França, atualmente, existem registros da espécie para a Alemanha (LANGE-BERTALOT, 2001; HOFMANN et al., 2018), Países Baixos (LANGE-BERTALOT, 2001), Holanda (VEEN et al., 2015), Japão (KIHARA et al., 2015) e Brasil (DELGADO, 2006). *F. saxonica* f. *indica* possui um único registro para a sua localidade tipo na Índia (SARODE; KAMAT, 1984).

Frustulia sp. 3, *F. amphipleuroides* e *F. krammeri* foram registradas para o estado do Paraná. *Frustulia amphipleuroides* foi registrada por Bigunas (2005) para o município de Pontal do Paraná, enquanto *F. krammeri* possui registros em várias localidades do Estado. Cetto et al. (2004) relataram a presença de *F. krammeri* no município de Tijucas do Sul, município de ocorrência de *Frustulia* sp. 3, porém, o estudo de Cetto et al. (2004) foi

realizado no reservatório do Iraí (25°25'10"S 049°06'49"W), que se localiza no município de Piraquara e não em Tijucas do Sul, sendo portanto equivocado o registro desta espécie para este município. *Frustulia sanctarosae* foi registrada para o Brasil por Metzeltin e Lange-Bertalot (2007) ao analisarem materiais da coleção de Hustedt, no Lago Jurucuí no estado do Pará. *Frustulia sanctarosae* possui como localidade tipo o estado da Flórida, EUA, e segundo os autores é considerada uma espécie fóssil (LANGE-BERTALOT; STERRENBURG, 2004). Os outros táxons relacionados à *Frustulia* sp. 3 são encontrados em diferentes localidades do mundo. *Frustulia aotearoa* possui registro para a Nova Zelândia, sua localidade tipo (BEIER, 2007), *F. bahlsii* possui uma distribuição mais ampla, possuindo registros para a Europa, América do Norte e América do Sul (EDLUND; BRANT, 1997; LANGE-BERTALOT, 2001; SIVER; BASKETTE, 2004; METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 2007; SIVER; HAMILTON, 2011; BOUCHARD et al., 2019), enquanto, *Frustulia rhomboides* f. *occidentalis* possui registro para os EUA (SOVEREIGN, 1963). Além das diferenças morfológicas e/ou merísticas já comentadas, *Frustulia* sp. 3 e as demais espécies relacionadas possuem, também, diferentes padrões biogeográficos.

Fazer interpretações biogeográficas acuradas é bastante complexo para *Frustulia*, pois, muitas vezes os táxons possuem apenas ilustrações feitas à mão ou em MO ou estão apenas citados em listas de ocorrência (MORALES, 2020), como ocorreu com *F. rhomboides* f. *occidentalis*, não sendo possível conhecer a real circunscrição de algumas espécies. As espécies apenas ilustradas à mão ou citadas em listas de ocorrência impedem uma reidentificação, tornando-se problemáticos em trabalhos de revisão. Estudos mais antigos, como Moreira-Filho e Momoli (1966), Moreira-Filho, Valente-Moreira e Cecy (1973) e Cecy (1986) possuem apenas listas de ocorrências ou algumas vezes apenas ilustrações das espécies mais abundantes nos ambientes estudados. Por outro lado, trabalhos como o de Contin (1990) ilustram todos os táxons observados, com desenhos elaborados com base nas ilustrações de obras clássicas como Patrick e Reimer (1966).

Muitas espécies de diatomáceas contêm várias entidades semicríticas sutilmente distintas que valem o reconhecimento taxonômico no nível de espécie, muitas destas eram anteriormente considerados parte de um continuum morfológico dentro de uma única espécie (VANORMELINGEN;

VERLEYEN; VYVERMAN, 2008). Por exemplo, em *F. rhomboides* e *F. vulgaris*, durante muito tempo, diferentes populações eram tratadas como uma variedade, forma ou variação-forma destas duas espécies. Nas últimas décadas, com a interrupção da tendência de agregação entre os "taxonomistas alfa" essa questão começou a ser revertida (VANORMELINGEN; VERLEYEN; VYVERMAN, 2008), e variedades ou formas que antes faziam parte do complexo *F. rhomboides* ou *F. vulgaris* começaram a ser elevadas a nível de espécie. *F. rhomboides* var. *crassinervia* que atualmente é conhecida como *F. crassinervia*, ou passaram a ser consideradas sinônimos de outras espécies, como é o caso de *F. vulgaris* var. *capitata* que atualmente é considerada sinônimo de *F. amosseana*. Contudo, ainda temos muitas variedades e formas aceitas taxonomicamente dentro de ambas as espécies, principalmente em *F. rhomboides*, que precisam ser avaliadas, taxonomicamente.

Em nossas análises encontramos um caso que pode causar algum tipo de confusão nomenclatural *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* f. *undulata* e *F. crassiundosa* são espécies idênticas, segundo avaliação neste estudo e seguindo o princípio da prioridade, estabelecido pelo CINB, *F. rhomboides* var. *saxonica* f. *undulata* seria o nome válido da espécie e *F. crassiundosa*, um sinônimo. No entanto, este caso teria que ser melhor analisado, pois, provavelmente esta espécie seria retirada do complexo *F. rhomboides*, passando a ser denominada *Frustulia undulata*. Entretanto, o binômio *Frustulia undulata* já está sendo usado por outra espécie do gênero, registrada no banco de dados Algaebase, apesar de ainda não estar marcada como aceita, (GUIRY; GUIRY, 2021). Diante disto, uma alternativa seria adotar *F. crassiundosa* como o nome novo aceito para a espécie. Até o presente momento, não encontramos confusões nomenclaturais causadas por essas espécies, isso deve-se, principalmente, por *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* f. *undulata* não ser uma espécie amplamente citada.

Durante as últimas décadas, no entanto, tornou-se claro que os padrões de variação morfológica sutis e descontínuos, que até então eram considerados sem significância taxonômica, como o porte-crayon, são geralmente correlacionados com a variação nos caracteres reprodutivos, moleculares, fisiológicos e ecológicos (MANN, 1999).

É importante ressaltar que ainda há muito trabalho a ser realizado, acerca de questões taxonômicas e nomenclaturais, em consequência disso, talvez, possamos observar um aumento significativo na quantidade de espécies de *Frustulia*.

REFERÊNCIAS

BEIER, T.; LANGE-BERTALOT, H. A synopsis of cosmopolitan, rare and new *Frustulia* species (Bacillariophyceae) from ombrotrophic peat bogs and minerotrophic swamps in New Zealand. **Nova Hedwigia**, v. 85, n. 1, p. 73-91, 2007.

BERTOLLI, L.M. **Diatomáceas perifíticas em substratos natural e artificial, reservatório do Rio passaúna, Região Metropolitana de Curitiba, Paraná.** 2010. 227f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Botânica. Defesa: Curitiba, 26/02/2010, Curitiba. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1884/23066>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

BIGUNAS, P.I.T. **Diatomáceas (Ochrophyta) do rio Guaraguaçu, litoral do Paraná, Brasil.** 2005. 2v. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Botânica. Defesa: Curitiba, 2005, Curitiba. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1884/21299>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

BLANCO, S.; ÁLVAREZ-BLANCO, I.; CEJUDO-FIGUEIRAS, C.; BÉCARES, E. Contribution to the diatom flora of Cambodia: five new recent freshwater taxa. **Journal of Systematics and Evolution**, v. 50, p. 258-266, 2012.

BOUCHARD, A.J.; HAMILTON, P.B.; SAVOIE, A.M. STARR, J.R. Molecular and morphological data reveal hidden diversity in common North American *Frustulia* species (Amphipleuraceae). **Diatom research**, v. 34, n. 4, p. 205-223, 2019.

BRASSAC, N.M.; LUDWIG, T.A.V. Amphipleuraceae e Diploneidaceae (Bacillariophyceae) da bacia do rio Iguaçu, PR. **Brasil Acta Bot Bras**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 359-368, 2005.

CAETANO, Z. **Diatomáceas (Bacillariophyta) dos lagos do Colégio Santa Maria, Município de Almirante Tamandaré, Estado do Paraná, Brasil.** 1984. 274 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Curso de Pós-Graduação em Botânica, Curitiba.

CAMBURN, K.E.; CHARLES, D.F. Diatoms of Low-Alkalinity Lakes in the Northeastern United States. **Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, Special Publication, v. 18, 2000. 152 pp

CANTONATI, M.; LANGE-BERTALOT, H. Diatom monitors of close-to-pristine, very-low alkalinity habitats: three new *Eunotia* species from springs in Nature Parks of the southeastern Alps. **Journal of Limnology**, v. 70, n. 2, p. 209-221, 2011.

CASA, V.; MATALONI, G.; VAN DE VIJVER, B. Six new Frustulia species (Bacillariophyta) in Tierra del Fuego peatbogs. Patagonia, Argentina *Fottea*, v. 18, n. 1, p. 55-71, 2018.

CECY, I.I.T. Estudo das algas microscópicas (Nostocophyta, Euglenophyta, Chrysophyta e Chlorophyta) do Lago do Parque Barigui, em Curitiba, Estado do Paraná, Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 29, n. 2, p. 383-405, 1986.

CETTO, J.M.; LEANDRINI, J.A.; FELISBERTO, S.A.; RODRIGUES, L. Comunidade de algas perifíticas no reservatório de Irai, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 26, n. 1, p. 1-7, 2004.

CLEVE-EULER, A. Bacillariaceen-Assoziationen im Nördlichsten Finnland. Acta Societatis Scientiarum Fennicae, Nova Series B. **Acta botanica fennica**, v. 2, n. 3, p. 1-41, 1939.

CONTIN, L.F. Contribuição ao estudo das diatomáceas (Chrysophyta, Bacillariophyceae) na região da barragem de captação d'água do rio Iguaçu

(SANEPAR), em Curitiba, Estado do Paraná, Brasil. **Estudos de Biologia**, n.24, p. 5-95, 1990.

COSTA, L.F.; WETZEL, C.E.; LANGE-BERTALOT, H.; ECTOR, L.; BICUDO, D.C. Taxonomy and ecology of *Eunotia* species (Bacillariophyta) in southeastern Brazilian reservoirs. *In*: LANGE-BERTALOT, H.; KOCIOLEK, J.P. **Bibliotheca Diatomologica**, J. Cramer, v. 64, 2017a.

COSTIN, J.C. **Diatomáceas (Ochrophyta) epilíticas do Rio Negro, Paraná**: estrutura da comunidade antes e após um derramamento de óleo diesel e vegetal. 2007. ix, 69f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Botânica. Defesa: Curitiba, 2007, Curitiba. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1884/16255>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

DELGADO, S.M. **Levantamento florístico das Naviculales (Bacillariophyceae) perifíticas do Rio Descoberto, Goiás e Distrito Federal**. 2006. 177f. Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, BOT-Programa de Pós-Graduação. Defesa: Curitiba, 05/2006, Brasília. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/2169>>. Acesso em: 21 fev. 2020.

DÍAZ-CASTRO, J.G.; SOUZA-MOSIMANN, R.M.; LAUDARES-SILVA. R.; FORSBERG, B.R. Composição da comunidade de diatomáceas perifíticas do Rio Jaú, Amazonas, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 33, n. 4, p. 583-606, 2003.

EDLUND, M.B.; BRANT, L.A. *Frustulia bahlsii* sp. nov., a freshwater diatom from the eastern U.S.A. **Diatom Research**, v.12, n. 2, p. 207-216, 1997.

ESKINAZI-LEÇA, E.E.; SATO, S. Contribuição ao estudo das diatomáceas da praia de Piedade (Pernambuco - Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 5/6, p. 73-114, 1966.

FARIA, D.M. **Diatomáceas perifíticas de um reservatório eutrófico do rio Itaqui**: aspectos qualitativos e quantitativos. 2010. 146f. Dissertação

(mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Botânica. Defesa: Curitiba, 25/02/2010, Curitiba. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1884/23956>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

FAUSTINO, S.B., FONTANA, L., BARTOZEK, E.C.R., BICUDO, C.E.M.; BICUDO, D.C. Composition and distribution of diatom assemblages from core and surface sediments of a water supply reservoir in Southeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 16, n. 2, 2016.

FELÍCIO-FERNANDES, G. SOUZA-MOSIMANN, R.M. Diatomáceas no sedimento do Manguezal de Itacorubi - Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Ínsula**, v. 23, p. 149-215, 1994.

FERNANDES, L.F.; SOUZA-MOSIMANN, R.M.; FELÍCIO-FERNANDES, G.F. Diatomáceas (Bacillariophyceae) do Rio Ratones, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Baixo Curso e Estuário. **Ínsula**, v. 20, p. 111-112, 1990.

FLOWER, R.J. A taxonomic and ecological study of diatoms from freshwater habitats in the Falkland Islands, South Atlantic. **Diatom Research**, v. 20, n. 1, p. 23-96, 2005.

FÜRSTENBERGER, C.B.; VALENTE-MOREIRA, I.M. Diatomáceas (Bacillariophyta) perifíticas da lagoa Tarumã, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Ínsula**, v. 29, p. 117-134, 2000.

GARBUIO, R. **Biodiversidade das diatomáceas perifíticas em ambientes de baixo impacto antrópico, na área dos mananciais da serra, Piraquara, Paraná**. 2014. 54 f. Monografia (Bacharelado) - Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Curso de Graduação em Ciências Biológicas, Curitiba. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1884/40343>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

GRAEFF, C.L.; KOCIOLEK, J.P. Investigations of the *Frustulia weinholdii* species complex with description of three new species, *F capitata*, *F latita*, and

F. soror from South Carolina and Hawaii. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, v.161, p. 43–59, 2011.

GRAEFF, C.L.; KOCIOLEK, J.P.; BURLIGA, A.L. Valve morphology of four species of *Frustulia* (Bacillariophyta), including two described as new. **Phytotaxa**, v. 42, p. 62–76, 2012.

GUIRY, M.D. *In*: Guiry, M.D.; Guiry, G.M.. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway, 2021. Disponível em: [<http://www.algaebase.org>]. Acesso em 15 de outubro de 2021.

HOFMANN, G. **Aufwuchs-Diatomeen in Seen und ihre Eignung als Indikatoren der Trophie.** *In*: LANGE-BERTALOT, H. Bibliotheca Diatomologica, v. 30, J. Cramer, 1994.

HOFMANN, G.; LANGE-BERTALOT, H.; WERUM, M. **Diatomeen im Süßwasser - Benthos von Mitteleuropa.** *In*: LANGE-BERTALOT, H. Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. In German, with Latin nomenclature and Latin species index, Koeltz Botanical Books, Alemanha, 2013.

HUSTEDT, F. **Die Kieselalgen Deutschland, Österreichs und der Schweiz Mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete.** *In*: Rabenhorst, L (ed): Kryptogamenflora von Deutschland, Österreichs und der Schweiz, Otto Koeltz, Koenigstein, Germany, 1959.

KIHARA, Y.; TSUDA, K.; ISHII, C.; ISHIZUMI, E.; OHTSUKA, T. Periphytic diatoms of Nakaikemi Wetland, an ancient peaty low moor in central Japan. **Diatom**, v. 31, p. 18-44, 2015.

KLAK-SANTOS, R. **Trajetória sucessional de diatomáceas perifíticas de substratos artificiais em reservatórios urbanos.** 2017. 76 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas,

Programa de Pós-Graduação em Botânica. Defesa: Curitiba, 11/09/2017.
Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1884/52560>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

KOCIOLEK, J.P. A Checklist and Preliminary Bibliography of the Recent, Freshwater Diatoms of Inland Environments of the Continental United States. **Proceedings of the California Academy of Sciences**, v. 56, p. 395-525, 2005.

KOCIOLEK, J.P. A worldwide listing and biogeography of freshwater diatom genera: a phylogenetic perspective. **Diatom Research**, v. 33, n. 4, p. 509-534, 2018.

KOCIOLEK, J.P.; GRAEFF, C L.; THOMAS, E.W. A description of the frustular morphology of *Frustulia creuzburgensis* (Krasske) Hustedt, with comments on its systematic position. **Diatom Research**, v. 26, n. 1, p. 29-41, 2011.

KOCIOLEK, J.P.; BLANCO, S.; COSTE, M.; ECTOR, L.; LIU, Y.; KARTHICK, B.; KULIKOVSKIY, M.; LUNDHOLM, N.; LUDWIG, T.; POTAPOVA, M.; RIMET, F.; SABBE, K.; SALA, S.; SAR, E.; TAYLOR, J.; VAN DE VIJVER, B.; WETZEL, C.E.; WILLIAMS, D.M.; WITKOWSKI, A.; WITKOWSKI, J. Diatom Base. Disponível em: <https://www.diatombase.org/aphia.php?p=taxdetails&id=959996>. Acesso em: 15 de julho de 2021

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. **Bacillariophyceae: Naviculaceae**. In: ETTL, H.; GERLOFF, J.; HEYNIG, H.; MOLLENHAUER, D. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart e New York: G. Fischer, v. 2, n. 1, 1986. 876 p.

LANGE-BERTALOT, H. *Navicula* sensu stricto, 10 genera separated from *Navicula* sensu lato, *Frustulia*. **Diatoms of Europe**, v. 2, p. 1–526, 2001.

LANGE-BERTALOT, H.; JAHN, R. On the identity of *Navicula* (*Frustulia*) *rhomboides* and *Frustulia saxonica* (Bacillariophyceae). **Systematics and Geography of Plants**, v. 70, p. 255–261, 2000.

LANGE-BERTALOT, H.; METZELTIN, D. **Indicators of oligotrophy 800 taxa representative of three ecologically distinct lake types**. In: LANGE-BERTALOT, H. *Iconographia diatomologica: annotated diatom micrographs*. Konigste In: KoeltzScientific, 1996. v. 2.

LANGE-BERTALOT, H.; STERRENBURG, F.A.S. New *Frustulia* species (Bacillariophyceae) from fossil freshwater deposits in Florida, U.S.A. **Nova Hedwigia**, v. 78, n. 3-4, p. 527-537, 2004.

LEHMKUHL, E.A. **Diatomáceas (Diatomeae) da baía de Guaratuba, estado do Paraná, Brasil**. 2009. 282f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Botânica. Defesa: Curitiba, 30/03/2009, Curitiba. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1884/21292>. Acesso em: 6 jan. 2022.

LIU, S.C.; CHIN, T.G. Notes on some new species and new records of diatoms from the Strait of Taiwan (Fujian Coast), China. IV. (*Mastogloia*, *Nitzschia*, *Frustulia*, *Pleurosigma*). **Acta Scientiarum**, v. 19, n. 2, p. 110-118, 1980.

LOBO, E.A. Índice trófico de qualidade da água: guia ilustrado para sistemas lóticos subtropicais e temperados brasileiros. Santa Cruz do Sul: **Edunisc**, 2016.

LÓPEZ-FUERTE, F.O.; SIQUEIROS-BELTRONES, D.A. A checklist of marine benthic diatoms (Bacillariophyta) from Mexico. **Phytotaxa**, v. 282, n. 3, p. 201-258, 2016.

LUDDINGTON, I. A.; KACZMARSKA, I.; LOVEJOY, C. Distance and Character-Based Evaluation of the V4 Region of the 18S rRNA Gene for the Identification of Diatoms (Bacillariophyceae). **PlosOne**, v. 7, 2012.

LUDWIG, T.A.V. **Diatomoflórula do Parque Regional do Iguaçu, Curitiba, Paraná**. 1987. 266 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Curso de Pós-Graduação em Botânica, Curitiba.

LUDWIG, T.A.V.; BIGUNAS, P.I.T.; NEIVA, T.F.; COQUEMALA, V.; PICCININI, C. Diatomáceas (Ochrophyta) dos lagos do Jardim Botânico. **Revista do Museu Nacional do Rio de Janeiro**, v. 10, p. 301-323, 2005.

MACIEL, T.A. **Diatomáceas epilíticas do Rio Morato, Guaraqueçaba, Paraná**. 2017. 44 f. Monografia (Bacharelado) - Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Curso de Graduação em Ciências Biológicas, Curitiba. Disponível em: < >. Acesso em:

MACGILLIVARY, M.L.; KACZMARSKA, I. Survey of the efficacy of a short fragment of the rbcL gene as a supplemental DNA barcoding for diatoms. **Journal of Eukaryotic Microbiology**, v. 58, p. 529-536, 2011.

MANN, D.G. The species concept in diatoms. **Phycologia**, v. 38, n. 6, p. 437-495, 1999.

MARRA, R.C.; TREMARIN, P.I.; ALGARTE, V.M.; LUDWIG, T.A.V. Epiphytic diatoms (Diatomeae) from Piraquara II urban reservoir Paraná state. **Biota Neotropica**, v. 16, n. 4, 2016.

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H. **Tropical Diatoms of South Americal**. In: LANGE-BERTALOT, H. Iconographia Diatomologica: annotated diatom micrographs. Konigste In: KoeltzScientific, 1998. v. 5.

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H. **Diatoms from the Island Continent Madagascar** In: LANGE-BERTALOT, H. Iconographia Diatomologica. Taxonomy, biogeography, diversity. A.R.G. Gantner Verlag K.G., 2002, v. 11.

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H. **Tropical Diatoms of South America II**. In: LANGE-BERTALOT, H. Iconographia Diatomologica: annotated diatom micrographs. A.R.G. Gantner Verlag K.G, 2007. v. 18.

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H.; GARCÍA-RODRÍGUEZ, F. **Diatoms of Uruguay. Compared with other taxa from South America and elsewhere**.

In: H. LANGE-BERTALOT, H. Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs. Taxonomy-Biogeography Diversity. A.R.G. Gantner Verlag K.G., 2005, v. 15.

MORALES, E.A. *Frustulia tunariensis* sp. nov. (Bacillariophyceae) from the Andes of Bolivia, South America. **Diversity**, v. 12, n. 9, p. 362, 2020.

MOREIRA-FILHO, H.; ESKINAZI-LEÇA, E.; VALENTE-MOREIRA, I.M.; CUNHA, J.A. Avaliação taxonômica e ecológica das Diatomáceas (Chrysophyta – Bacillariophyceae) marinhas e estuarinas nos estados do Espírito Santo, Bahia, Sergipe e Alagoas. **Acta Biologica Brasilica**, v.6, p.87-110,1996.

MOREIRA-FILHO, H.; KUTNER, M.B. Contribuições ao conhecimento das Diatomáceas do manguezal de Alexandra, Paraná. **Boletim da Universidade Federal do Paraná**, Botânica v. 4, p. 1-36, 1962.

MOREIRA-FILHO, H.; MOMOLI, D.M. Diatomáceas em alguns focos larvários de anofelinos de Curitiba (Paraná-Brasil). **Boletim da Universidade Federal do Paraná**, Botânica v. 15, p. 1-6, 1966.

MOREIRA-FILHO, H.; VALENTE-MOREIRA, I. M. 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**, v. 47, n. 1-2, p. 1-17, 1981.

MOREIRA-FILHO, H.; VALENTE-MOREIRA, I.M.; CECY, I.I.T. Diatomáceas na barragem de captação d'água (SANEPAR) do rio Iguaçu, em Curitiba, Estado do Paraná. **Acta Biológica Paranaense**, v. 2, n. 1-4, p. 133-145, 1973.

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

MOSER, G.; STEINDORF, A.; LANGE-BERTALOT, H. Neukaledonien Diatomeenflora einer Tropeninsel Revision der collection Maillard und Untersuchung neuen materials. *Bibliotheca Diatomologica*, 1995, v. 32.

NEIVA, T.F. **Diatomáceas briofíticas em *Sphagnum* L.spp. e *Rhacocarpus inermis* (C.Muell.) Lindb.** 2005. viii, 249f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Botânica. Defesa: Curitiba, 24/02/2005, Curitiba. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1884/19323>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

OLIVEIRA, R.J.M. **Contribuição ao conhecimento das diatomáceas (Bacillariophyceae) no plâncton estuarino do Rio Itibere, Município de Paranaguá, Estado do Paraná, Brasil.** 1984. 441 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Curso de Pós-Graduação em Botânica, Curitiba.

PATRICK, R.M. Diatoms of Northeastern Brazil. Part I. - Coscinodiscaceae, Fragilariceae and *Eunotiaceae*. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, v. 92, p. 191- 227, 1940.

PATRICK, R.; REIMER, C. W. **The diatoms of the United States:** exclusive of Alaska and Hawaii. Philadelphia, The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, v. 1, 1966.

PROCOPIAK, L.K. **Diatomáceas (Bacillariophyta) em águas de lastro de navios do porto de Paranaguá, e na Baía de Paranaguá, PR, com ênfase em espécies exóticas e nocivas.** 2004. 223f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Botânica. Defesa: Curitiba, 2004, Curitiba.

RABENHORST, L. Die Süßwasser-Diatomaceen (Bacillarien.): für Freunde der Mikroskopie. **Leipzig**, Eduard Kummer, 1853. 72 pp.

REFLORA - ESKINAZI-LEÇA, E.; CUNHA, M.G.G.S.; SANTIAGO, M.F.; BORGES, G.C.P.; LIMA, J.C.; SILVA, M.H.; FERREIRA, L.C.; AQUINO, E.; MENEZES, M. Bacillariophyceae *In*: Lista de Espécies da Flora do Brasil Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: [<http://reflorajbrjgovbr/jabot/floradobrasil/FB118907>].

ROSS, R. (1947). Freshwater Diatomeae (Bacillariophyta). *In*: Botany of the Canadian Eastern Arctic. Pt. II: Thallophyta and Bryophyta (Polunin, N. ed.). **National Museum of Canada Bulletin**, v. 97, p. 178-233, 1947.

ROUND, F.E.; CRAWFORD, R.M.; MANN, D.G. **The diatoms: biology and morphology of the genera**. New York: Cambridge University Press, 670p.; 1990.

RUMRICH, U.; LANGE-BERTALOT, H.; RUMRICH, M. **Diatomeen der Anden Von Venezuela bis Patagonien/TierradelFuego**. *In*: LANGE-BERTALOT, H. Iconographia Diatomologica: annotated diatom micrographs. Königstein, Koeltz Scientific, 2000. v. 9.

SANTOS, E.M. **Diatomáceas perifíticas (Ochromytha) em Potamogeton polygonus Chamess. & Schldl. (Potamogetonaceae): taxonomia e formas de fixação**. 2007. 263f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Botânica. Defesa: Curitiba, 2005, Curitiba. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1884/8028>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

SANTOS, K.R.S.; ROCHA, A.C.R.; SANT'ANNA, C.L. Diatoms from shallow lakes in the Pantanal of Nhecolândia, Brazilian wetland. **Oecologia Australis**, v. 16, n. 4, p. 756-769, 2012.

SARODE, P.T.; KAMAT, N.D. Freshwater diatoms of Maharashtra. Saikripa Prakashan, Aurangabad, India., 1984, 338 pp.

SHIRATA, M.T. **Contribuição ao estudo das Diatomáceas (Bacillariophyceae) no lago do Parque São Lourenço, Curitiba, Estado do Paraná, Brasil.** 1986. 273 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Curso de Pós-Graduação em Botânica, Curitiba.

SILVA, W.J.; NOGUEIRA, I.S.; SOUZA, M.G.M. Catálogo de diatomáceas da região Centro-Oeste brasileira. **Iheringia**, v. 66, n. 1, p. 61-86, 2011.

SILVA-LEHMKUHL, A.M.; TREMARIN, P.I.; VERCELLINO, I.S.; LUDWIG, T.A.V. Periphytic diatoms from an oligotrophic lentic system, Piraquara I reservoir, Paraná state, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 19, n. 2, 2019.

SIMONSEN, R. The diatom plankton of Indian Ocean Expedition of R/V "Meteor", 1964-65 Meteor Forschungsergebnisse. **Reihe D-Biologie**, v. 19, p. 1-66, 1974.

SIVER, P. A; HAMILTON, P. B. **Diatomsof North America.** In: LANGE-BERTALOT, H. Iconographia diatomologica: annotated diatom micrographs. Konigstein: Koeltz Scientific, 2011. v. 22.

SMITH, W. Notes on the Diatomaceae with descriptions of British species included in the genus Pleurosigma. **Annals and Magazine of Natural History**, v. 2, n. 9, p. 1-12, 1852.

SOARES, F.S.; KONOPLYA, B.I.B.; SILVA, J.F.M.; ANDRADE, C.G.T.J. Amphipleuraceae (Bacillariophyceae) do alto da bacia do Ribeirão Cambé, Londrina, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 34, n. 1, p. 39-49, 2011.

SOUZA-MOSIMANN, R.M.; TAVARES, A.S.; FREITAS, V.P. Contribuição ao conhecimento da diatomoflórula do conteúdo estomacal de algumas espécies de peixes da Amazônia I Myleus sp (Pacu) do Lago do Prato, AM, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 27, p. 9-26, 1997.

SOVEREIGN, H.E. New and rare diatoms from Oregon and Washington. **Proceedings of the California Academy of Sciences**, v. 31, n. 14, p. 349-368, 1963.

SULLIVAN, M.J. A preliminary checklist of marine benthic diatoms of Mississippi. **Gulf Research Reports**, v. 7, n. 1, p. 13-18, 1981.

TREMARIN, P.; FREIRE, E.; BERTOLLI, L.; LUDWIG, T.A.V. Catálogo das diatomáceas (Ochrophyta-Diatomeae) continentais do estado do Paraná. **Iheringia**, Série Botânica, v.64, n.2, p. 79-107, 2009.

TYLER P.A. Endemism in freshwater algae, with special reference to the Australian region. **Hydrobiologia**, v. 336, p. 127-135, 1996.

TYNNI, R. Observations of diatoms on the coast of the State of Washington. **Geological Survey of Finland Report of Investigation**, v. 75, p. 1-25, 1986.

URBÁNKOVÁ, P.; KULICHOVA, J.; KILROY, C. *Frustulia curvata* and *Frustulia paulii*, two diatom species new to science. **Diatom Research**, v. 30, p. 65–73, 2015.

URBÁNKOVA, P.; VESELÁ, J. DNA-barcoding: A case study in the diatom genus *Frustulia* (Bacillariophyceae). **Nova Hedwigia**, v. 142, p. 147-162, 2013.

URBÁNKOVA, P.; SCHARFEN, V.; KULICHOVÁ, J. Molecular and automated identification of the diatom genus *Frustulia* in northern Europe. **Diatom Research**, v. 31, n. 3, p. 217-229, 2016.

VAN DAM, H.; MERTENS, A.; SINKELDAM, J. A code check list and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. **Netherlands Journal of Aquatic Ecology**, v. 28, n. 1, p. 117-133, 1994.

VAN DE VIJVER, B.; COCQUYT, C. Four new diatom species from La Calera hot spring in the peruvian andes (Colca Canyon). **Diatom Research**, v. 24, n. 1, p. 209-223, 2009.

VAN DE VIJVER, B.; FRENOT, Y.; BEYENS, L. Freshwater diatoms from Ile de la Possession (Crozet Archipelago, Subantarctica). **Bibliotheca Diatomologica**, 2002, v. 46.

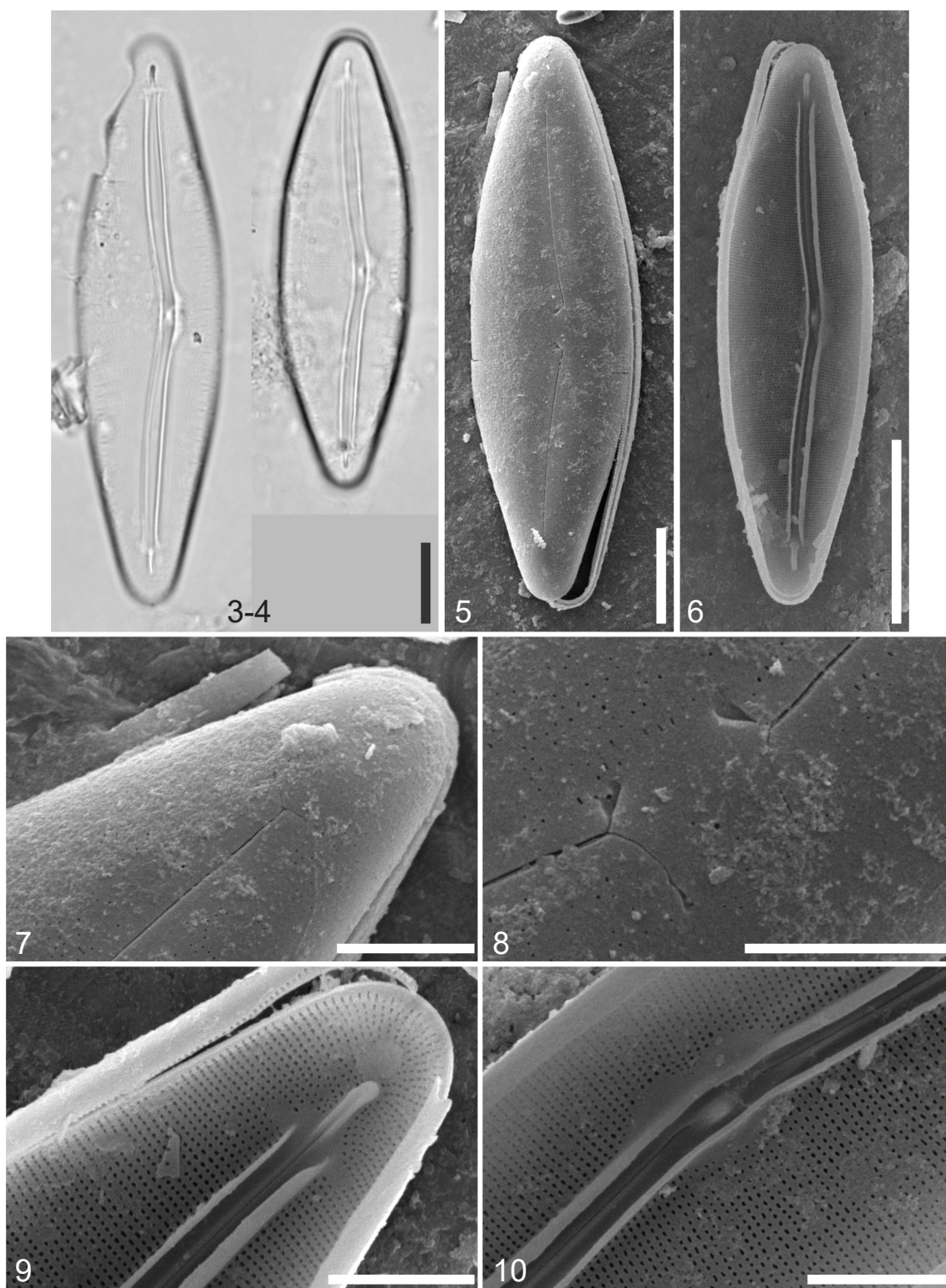
VAN DE VIJVER, B.; GREMMEN, N. Three new moss-inhabiting diatom species from sub-Antarctic Marion Island. **Diatom Research**, v. 21, p. 427-439, 2006.

VANORMELINGEN, P.; VERLEYEN, E.; VYVERMAN, W. The diversity and distribution of diatoms: from cosmopolitanism to narrow endemism. **Biodiversity and Conservation**, v. 17, n. 2, p. 393-405, 2007.

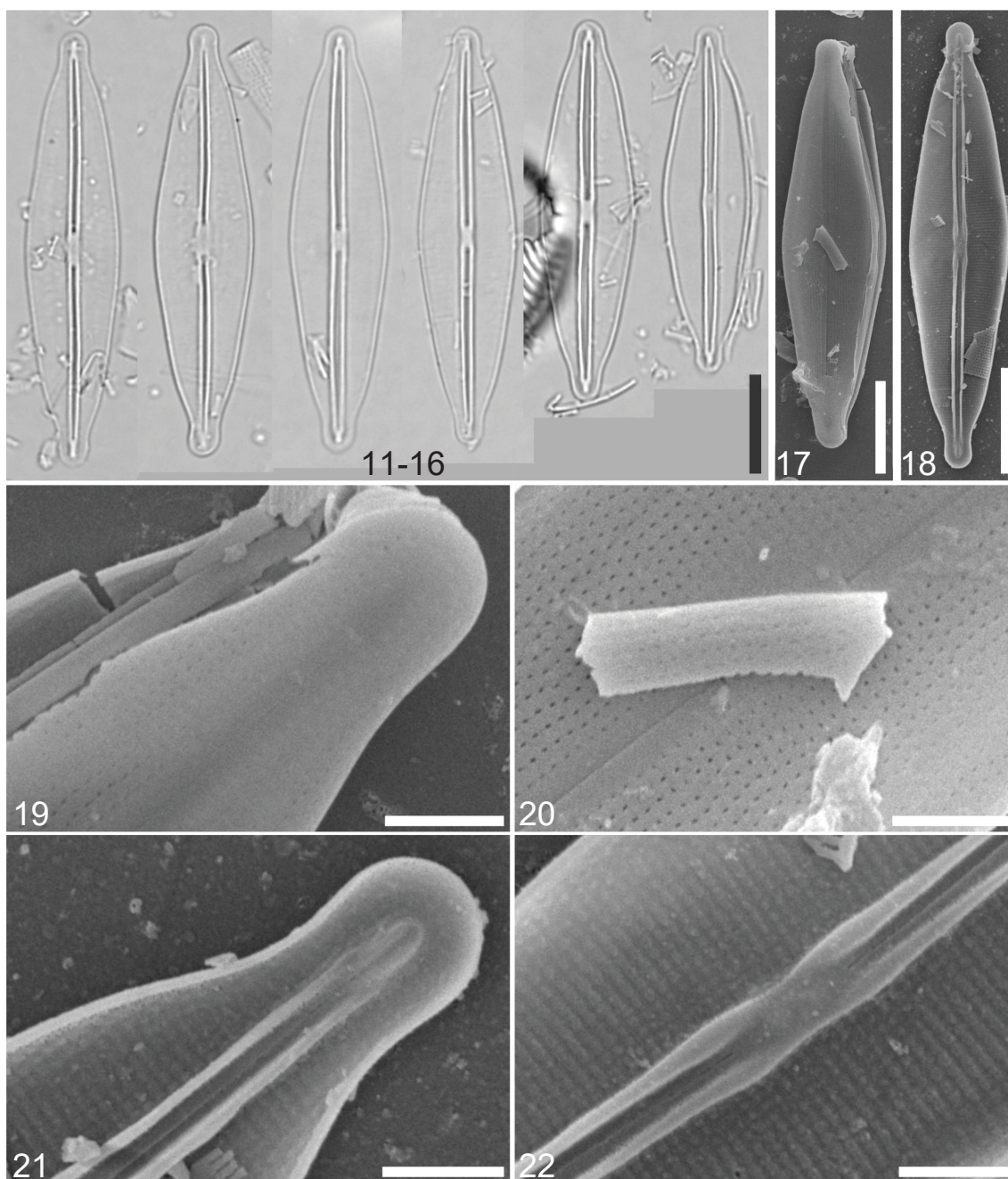
VEEN, A.; HOF, C.H.J.; KOUWETS, F.A.C.; BERKHOUT, T. Rijkswaterstaat Waterdienst, Informatiehuis, 2015. Disponível em: <http://ipt.nlbif.nl/ipt/resource?r=checklist-twn>. Acesso em: 20 de novembro de 2021.

VESELÁ, J.; URBÁNKOVÁ, P.; CERNÁ, K.; NEUSTUPA, J. Ecological variation within traditional diatom morphospecies: diversity of *Frustulia rhomboides* sensu lato (Bacillariophyceae) in European freshwater habitats. **Phycologia**, v. 51, n. 5, p. 552-561, 2012.

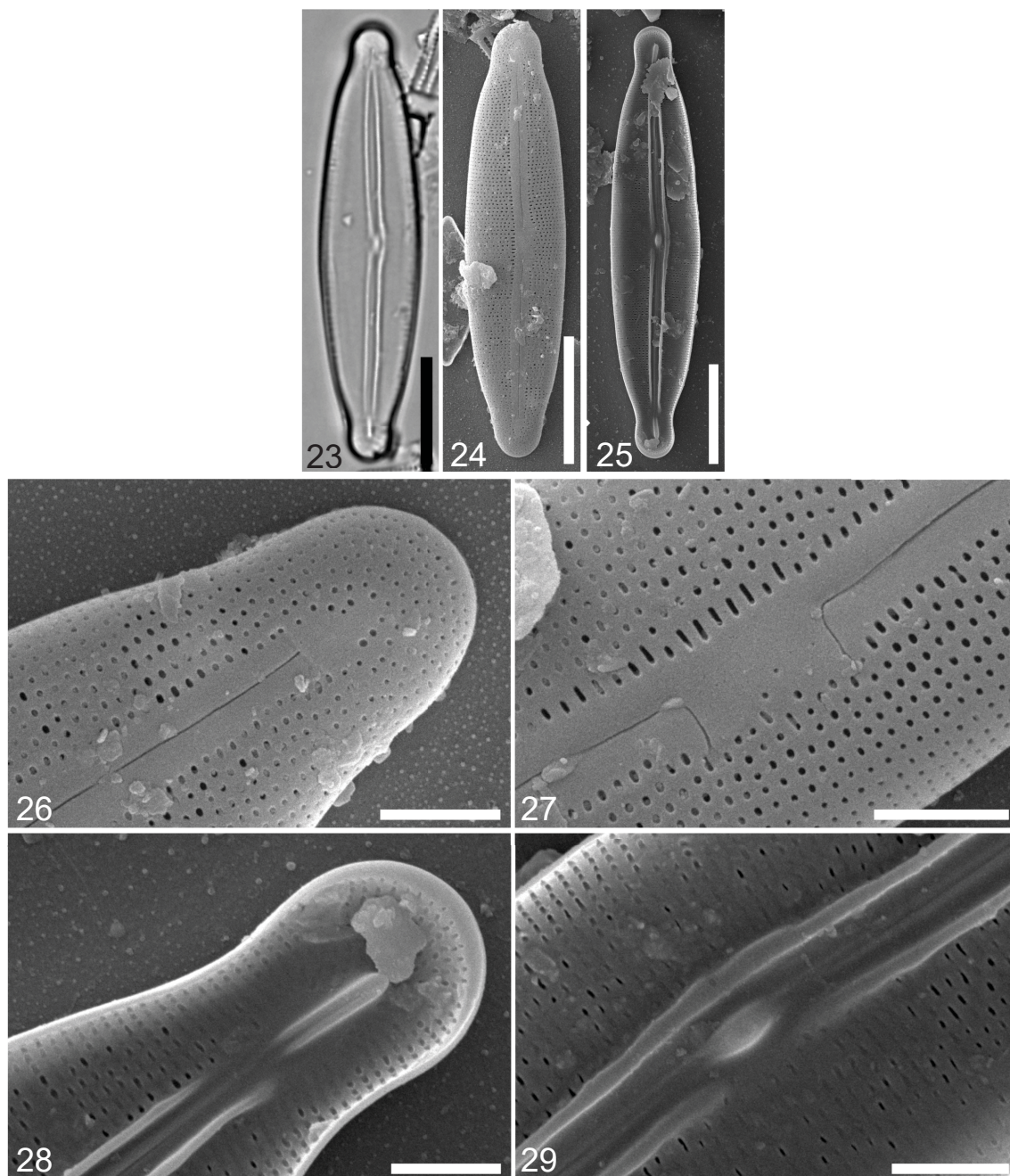
WYDRZYCKA, U.; LANGE-BERTALOT, H. Las diatomeas (Bacillariophyceae) acidófilas del río Agrio y sitios vinculados con su cuenca, volcán Poás, Costa Rica. **Brenesia**, v. 55-56, p. 1-68, 2001.



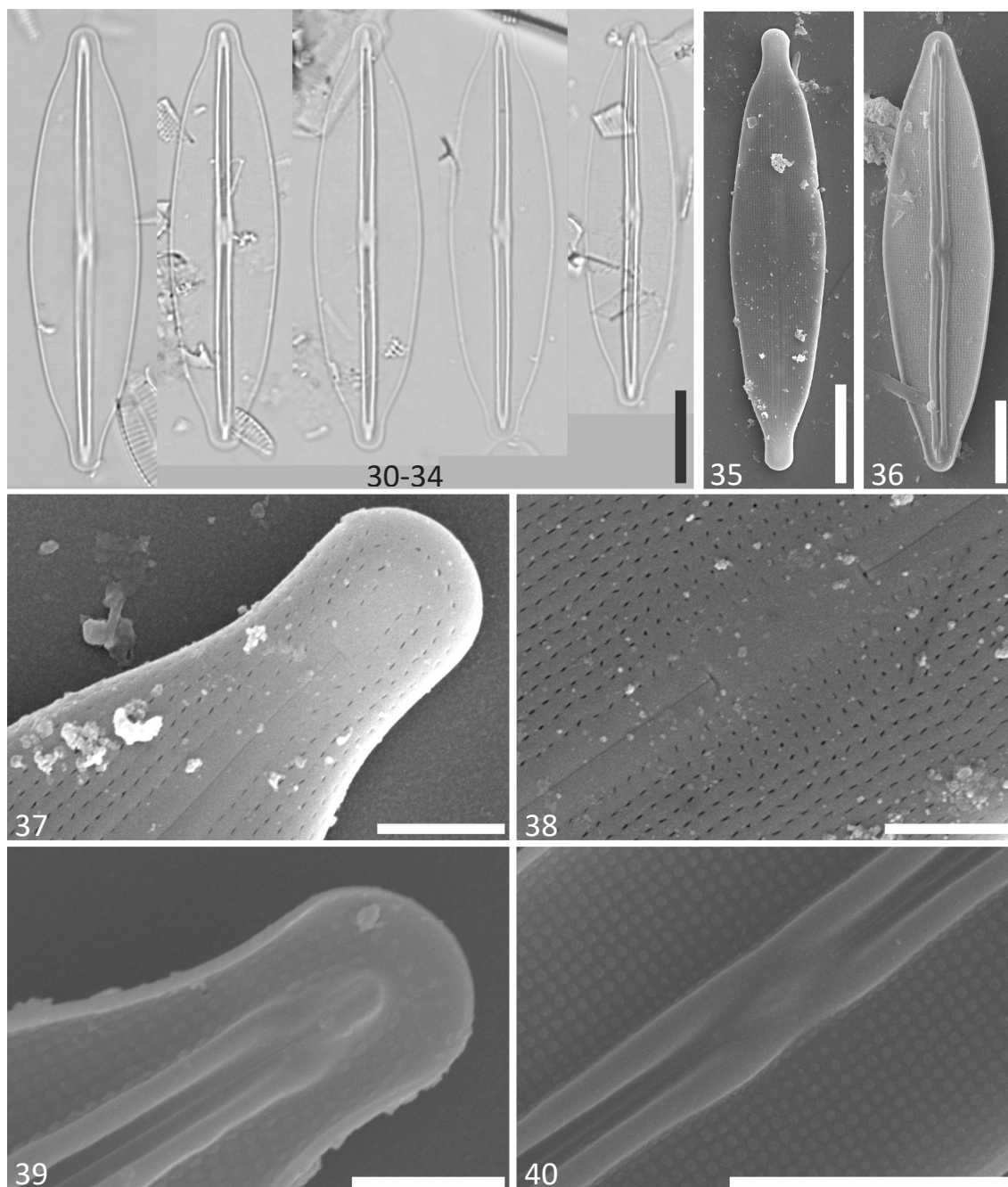
Figuras 3-10. *Frustulia asymmetrica*. Figs. 3-4. Valvas em MO. Fig. 5. Valva em vista externa. Fig. 6. Valva em vista interna. Fig. 7. Vista externa, detalhe do ápice e da terminação distal da rafe. Fig. 8. Vista externa, detalhe da região mediana da valva e das terminações proximais da rafe. Fig. 9. Vista interna, detalhe do ápice e da helictoglossa. Fig. 10. Vista interna, detalhe da região mediana da valva e do nódulo central. Barras de escala: Figs. 3-5. 10 μ m. Fig. 6. 20 μ m. Figs. 7-10. 5 μ m.



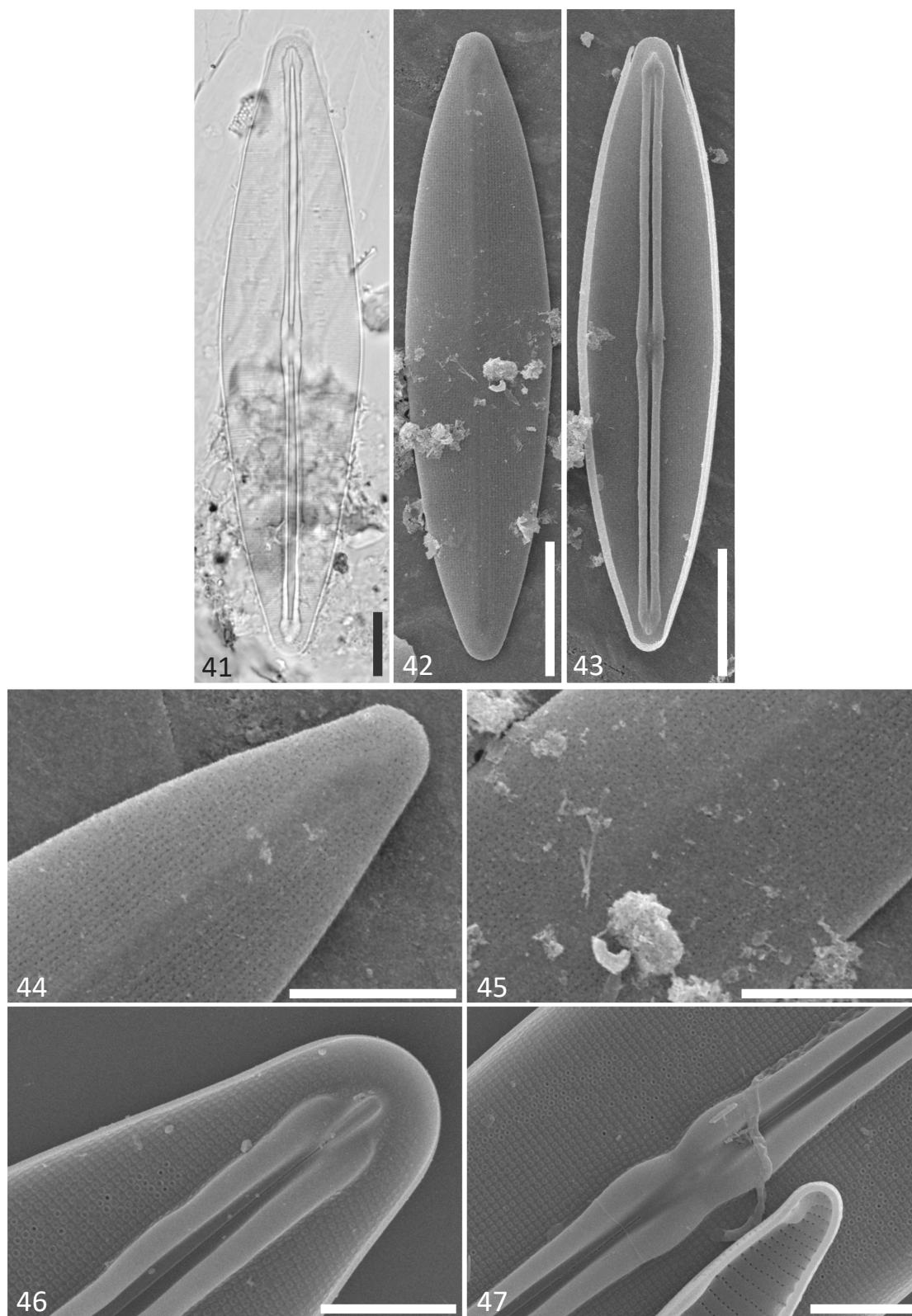
Figuras 11-22. *Frustulia australocrassinervia*. Figs. 11-16. Valvas em MO. Fig. 17. Valva em vista externa. Fig. 18. Valva em vista interna. Fig. 19. Vista externa, detalhe do ápice e da terminação distal da rafe. Fig. 20. Vista externa, detalhe da região mediana da valva e das terminações proximais da rafe. Fig. 21. Vista interna, detalhe do ápice e do porta-crayon. Fig. 22. Vista interna, detalhe da região mediana da valva e do nódulo central. Barras de escala: Figs. 11-18. 10 µm. Figs. 19-22. 2 µm.



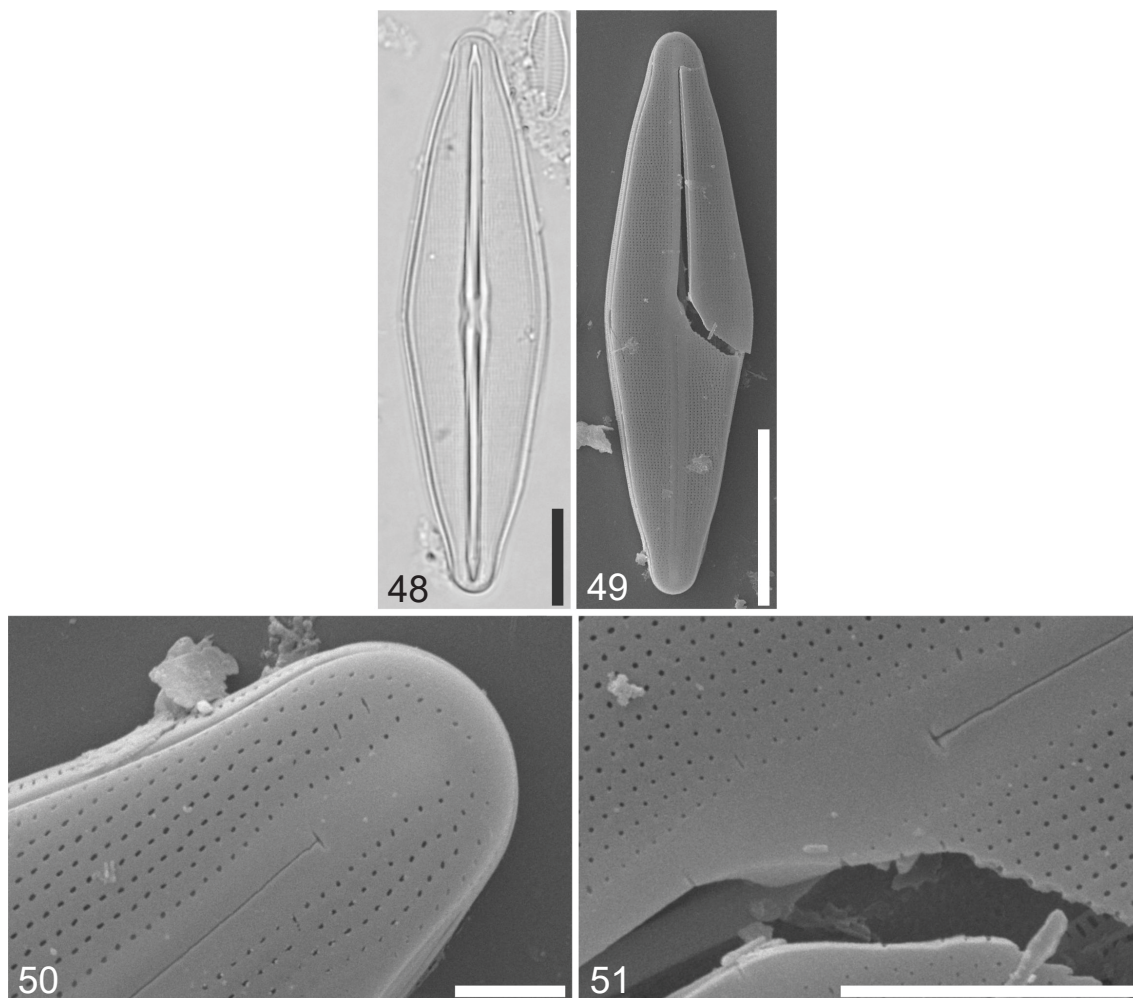
Figuras 23-29. *Frustulia capitata*. Fig. 23. Valvas em MO. Fig. 24. Valva em vista externa. Fig. 25. Valva em vista interna. Fig. 26. Vista externa, detalhe do ápice e da terminação distal da rafe. Fig. 27. Vista externa, detalhe da região mediana da valva e das terminações proximais da rafe. Fig. 28. Vista interna, detalhe do ápice e da helictoglossa. Fig. 29. Vista interna, detalhe da região mediana da valva e do nódulo central. Barras de escala: Figs. 23-25. 10 µm. Figs. 26-29. 2 µm.



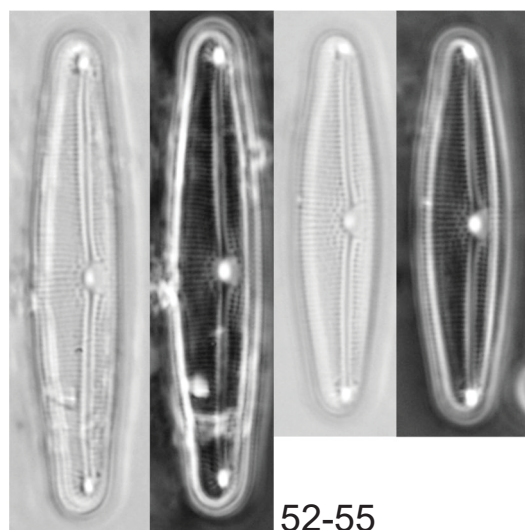
Figuras 30-40. *Frustulia crassinervia*. Figs. 30-34. Valvas em MO. Fig. 35. Valva em vista externa. Fig. 36. Valva em vista interna. Fig. 37. Vista externa, detalhe do ápice e da terminação distal da rafe. Fig. 38. Vista externa, detalhe da região mediana da valva e das terminações proximais da rafe. Fig. 39. Vista interna, detalhe do ápice e do porte-crayon. Fig. 40. Vista interna, detalhe da região mediana da valva e do nódulo central. Barras de escala: Figs. 30-36. 10 μ m. Figs. 37-39. 2 μ m. Fig. 40. 5 μ m.



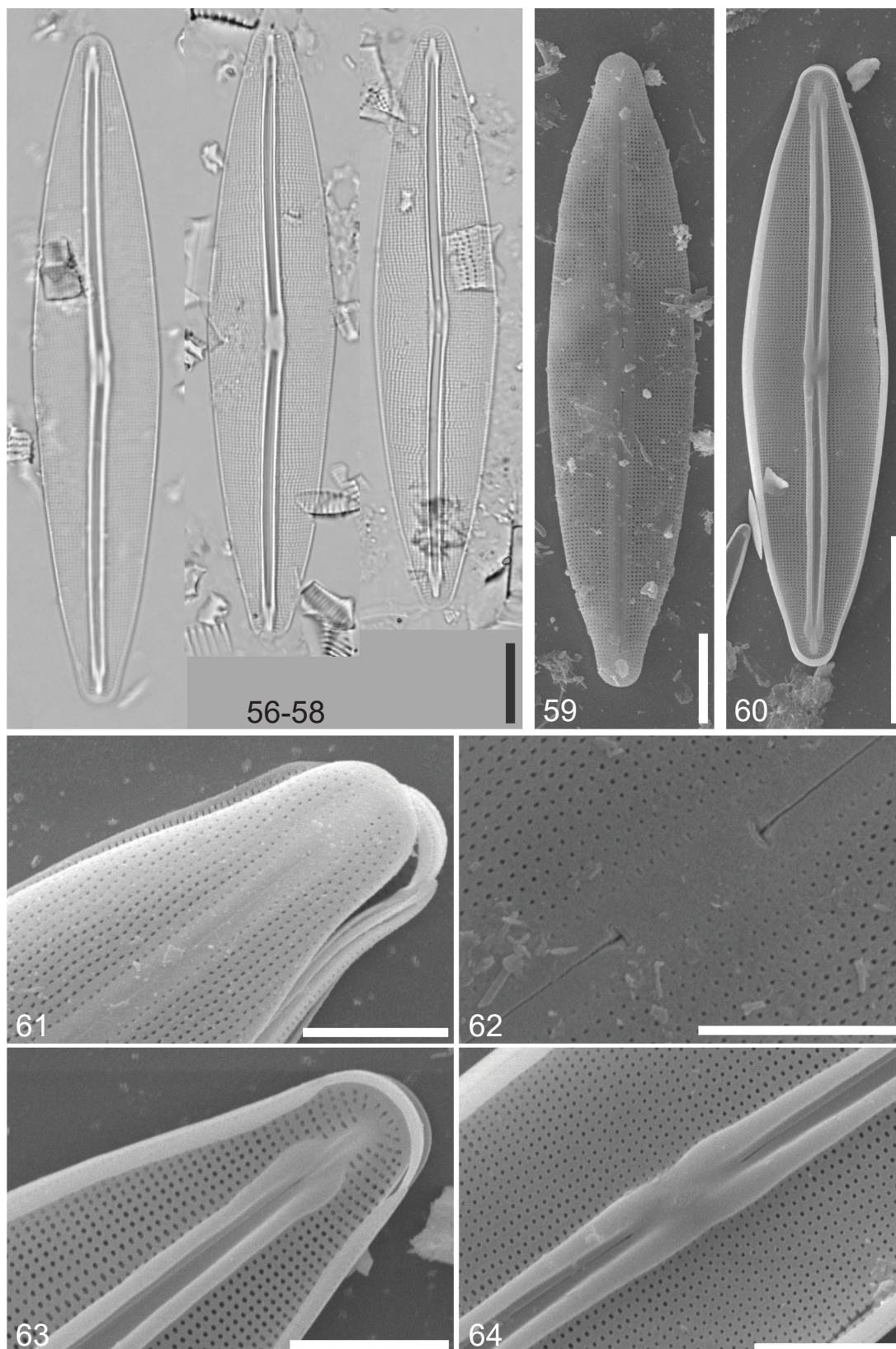
Figuras 41-47. *Frustulia crassipunctatoides* Fig. 41. Valvas em MO. Fig. 42. Valva em vista externa. Fig. 43. Valva em vista interna. Fig. 44. Vista externa, detalhe do ápice e da terminação distal da rafe. Fig. 45. Vista externa, detalhe da região mediana da valva e das terminações proximais da rafe. Fig. 46. Vista interna, detalhe do ápice e do porte-crayon. Fig. 47. Vista interna, detalhe da região mediana da valva e do nódulo central. Barras de escala: Figs. 41, 44-45. 10 μ m. Figs. 42-43. 20 μ m. Figs. 46-47. 5 μ m.



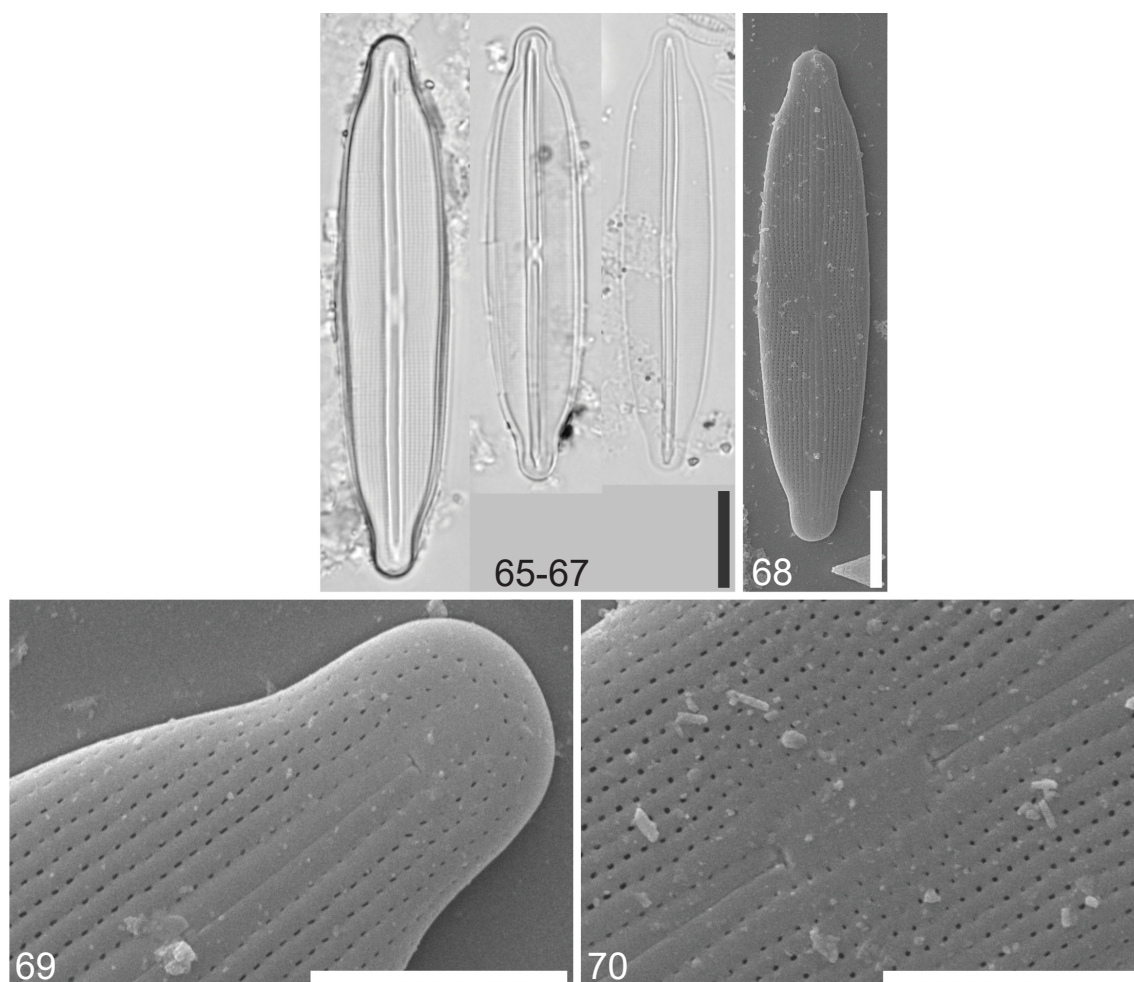
Figuras 48-51. *Frustulia crassiundosa*. Fig. 48. Valva em MO. Fig. 49. Valva em vista externa. Fig. 50. Vista externa, detalhe do ápice e da terminação distal da rafe. Fig. 51. Vista externa, detalhe da região mediana da valva e das terminações proximais da rafe. Barras de escala: Fig. 48. 10 μ m. Fig. 49. 20 μ m. Fig. 50. 2 μ m. Fig. 51. 5 μ m.



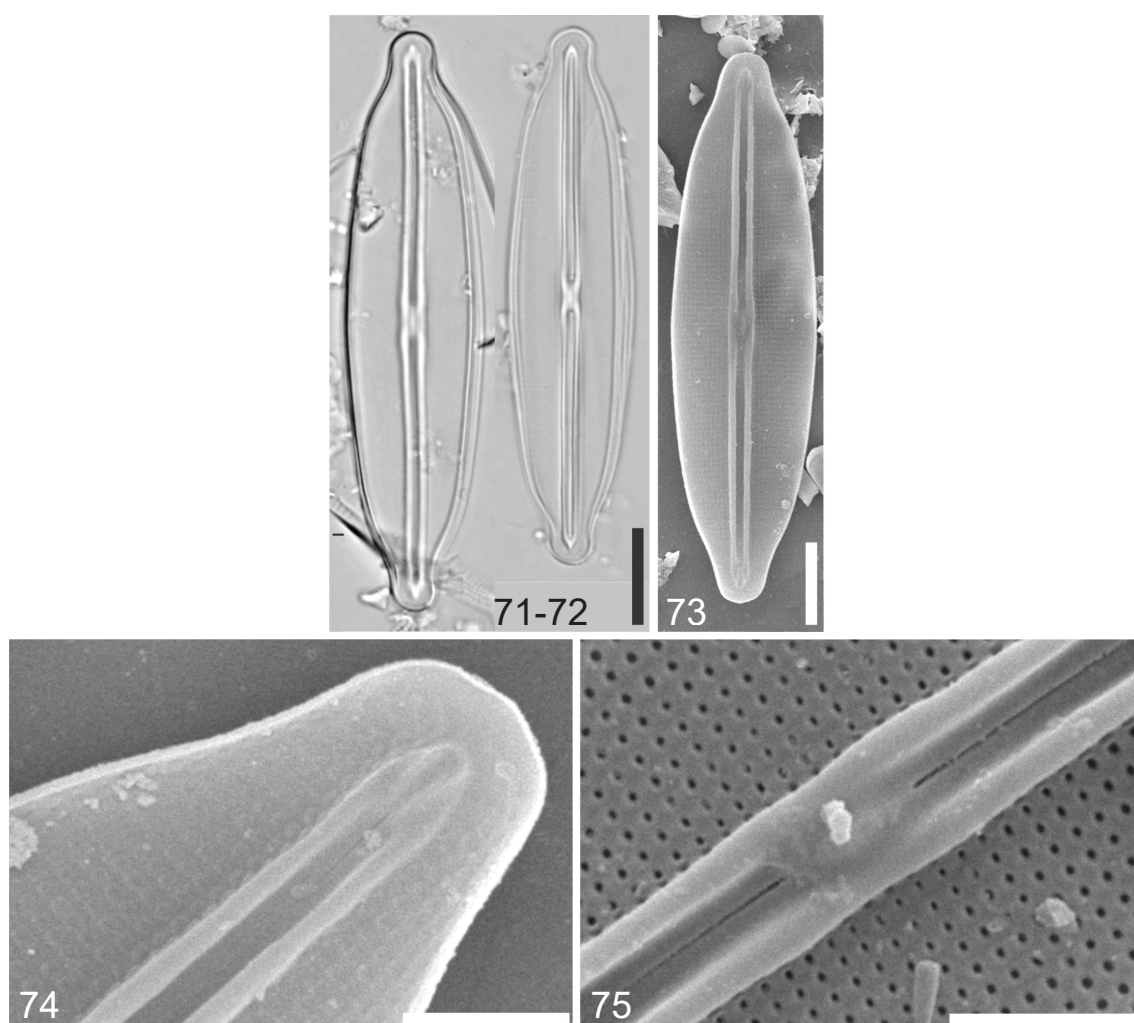
Figuras 52-55. *Frustulia creuzburgensis*. Figs. 52-55. Valvas em MO. Barra de escala: 10 μ m.



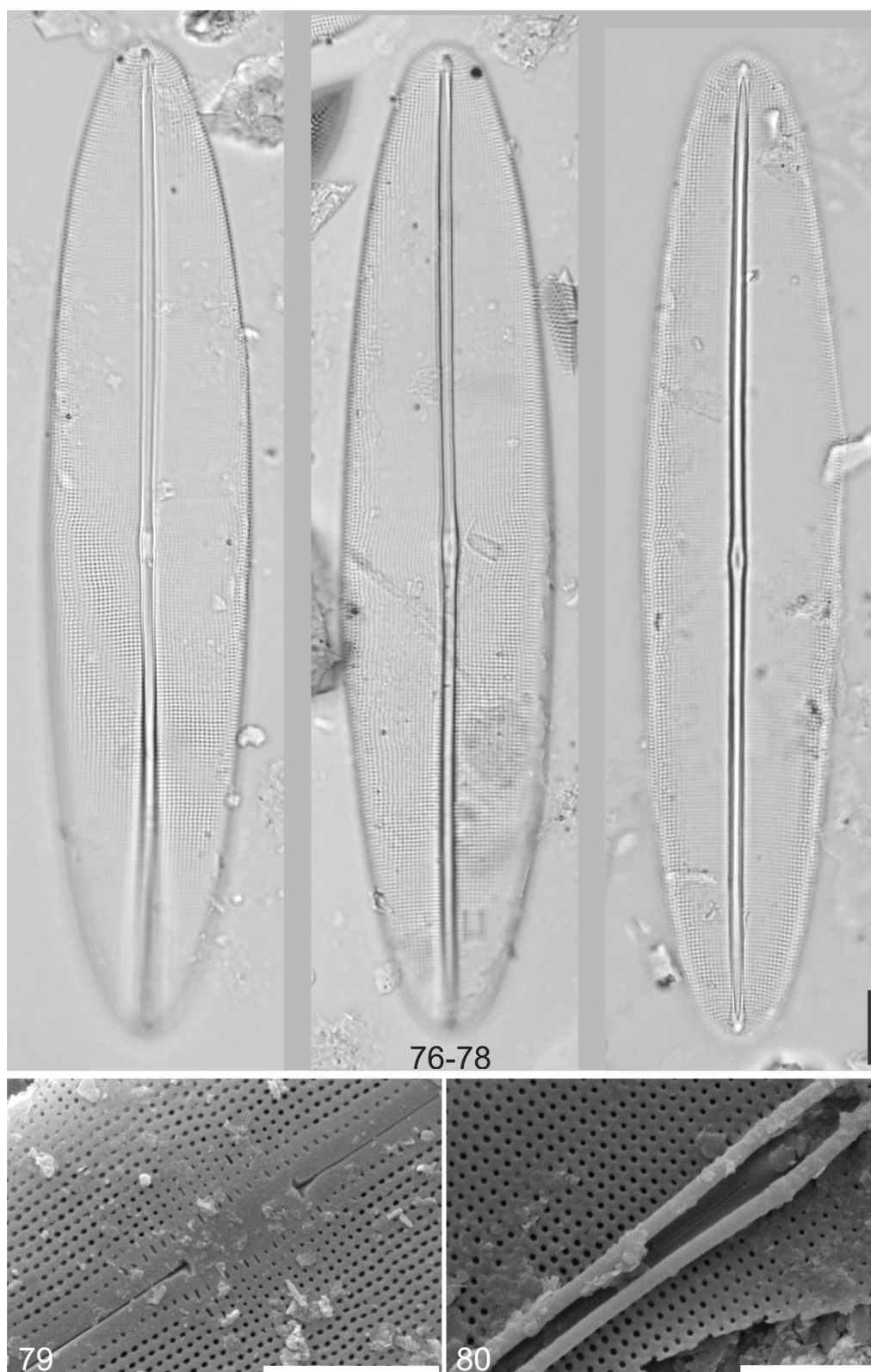
Figuras 56-64. *Frustulia erifuga*. Figs. 56-58. Valvas em MO. Fig. 59. Valva em vista externa. Fig. 60. Valva em vista interna. Fig. 61. Vista externa, detalhe do ápice e da terminação distal da rafe. Fig. 62. Vista externa, detalhe da região mediana da valva e das terminações proximais da rafe. Fig. 63. Vista interna, detalhe do ápice e do porte-crayon. Fig. 64. Vista interna, detalhe da região mediana da valva e do nódulo central. Barras de escala: Figs. 56-59. 10 μ m. Fig. 60. 20 μ m. Figs. 61-64. 5 μ m.



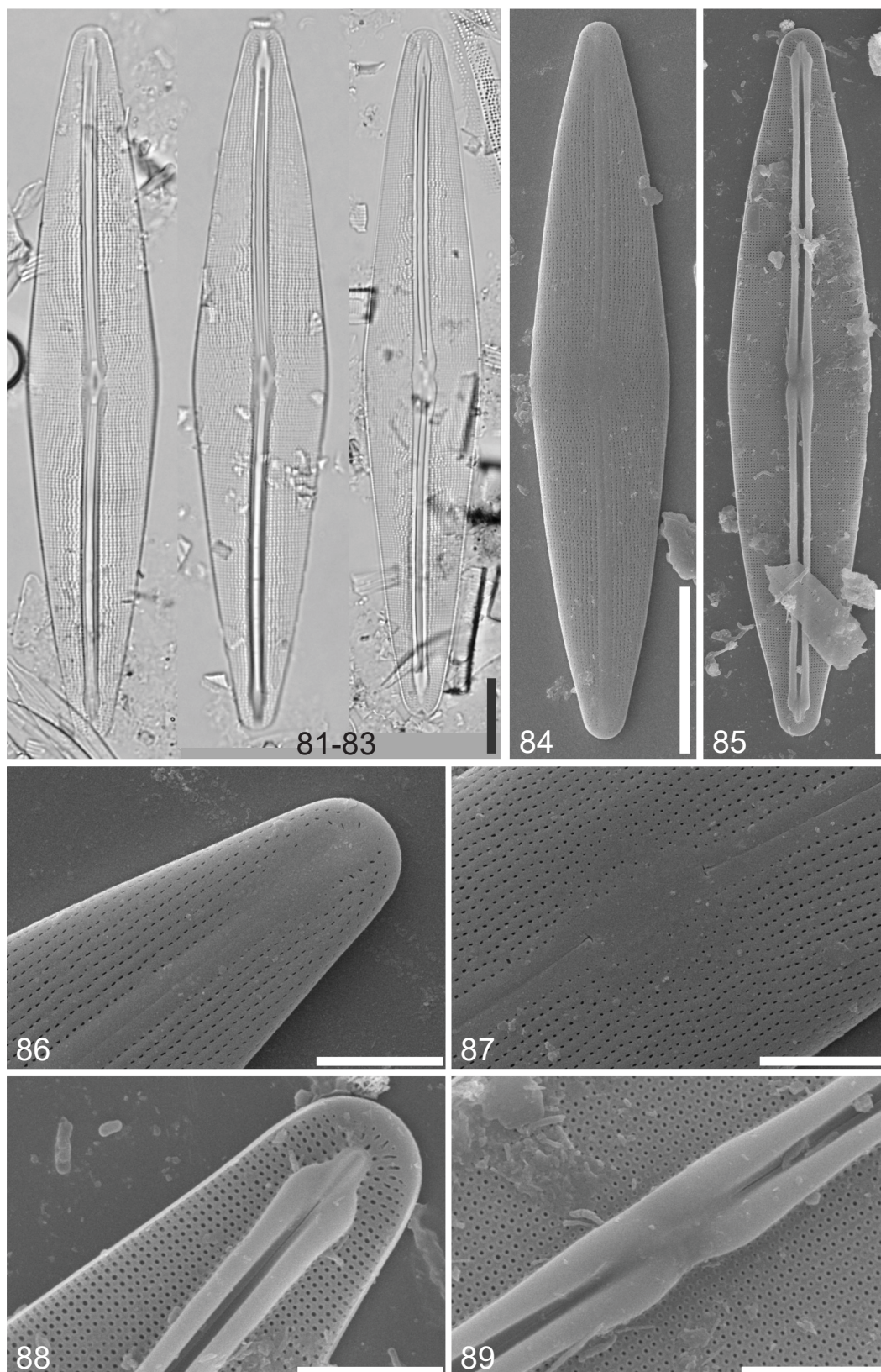
Figuras 65-70. *Frustulia guayanensis*. Figs. 65-67. Valvas em MO. Fig. 68. Valva em vista externa. Fig. 69. Vista externa, detalhe do ápice e da terminação distal da rafe. Fig. 70. Vista externa, detalhe da região mediana da valva e das terminações proximais da rafe. Barras de escala: Figs. 65-68. 10 μ m. Figs. 69-70. 5 μ m.



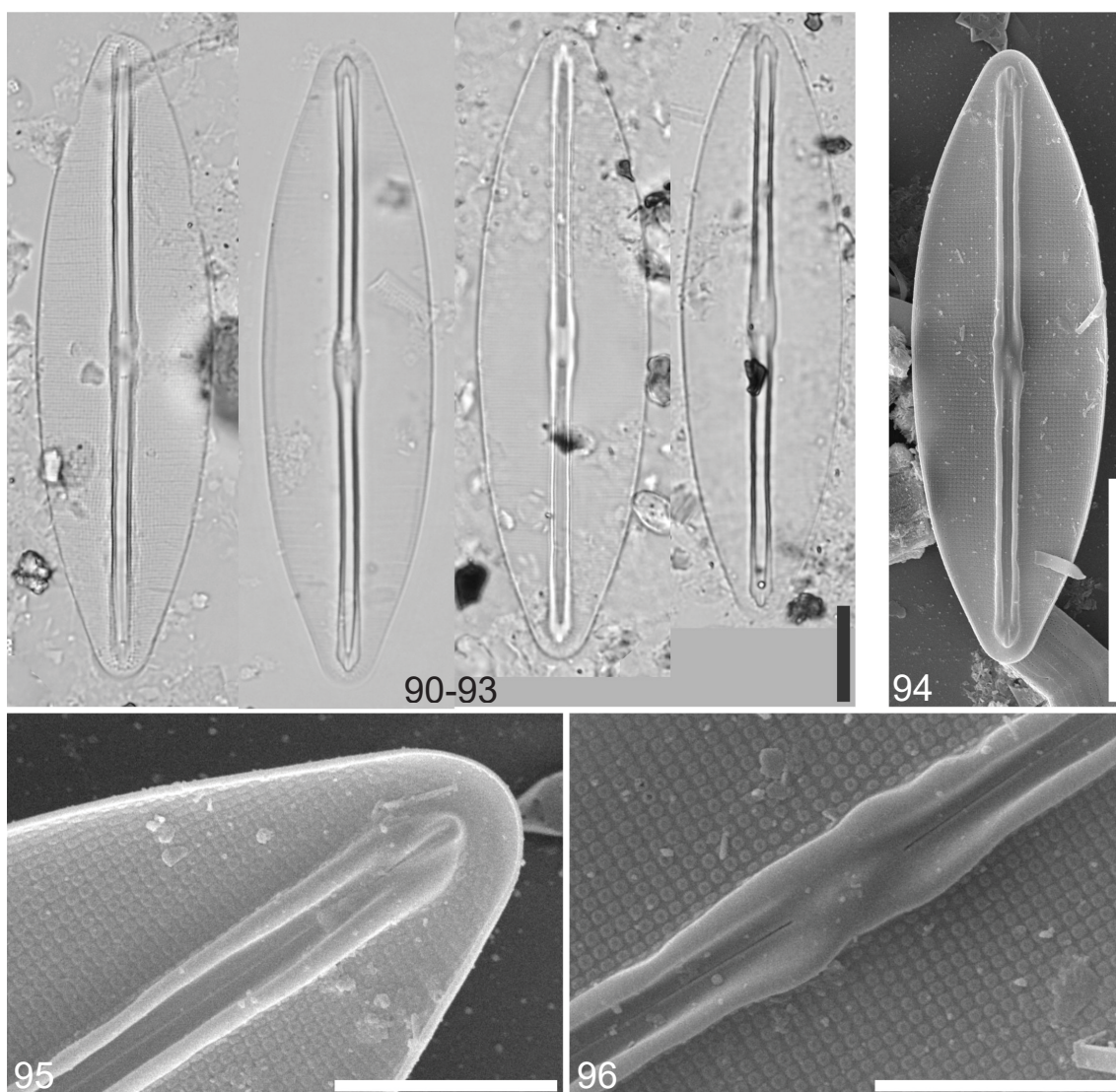
Figuras 71-75. *Frustulia guayanensis* ssp. *ecuadoriana*. Figs. 71-72. Valvas em MO. Fig. 73. Valva em vista interna. Fig. 74. Vista interna, detalhe do ápice e do porte-crayon. Fig. 75. Vista interna, detalhe da região mediana da valva e do nódulo central. Barras de escala: Figs. 71-72. 10 μ m. Fig. 73. 5 μ m. Fig. 74. 2 μ m.



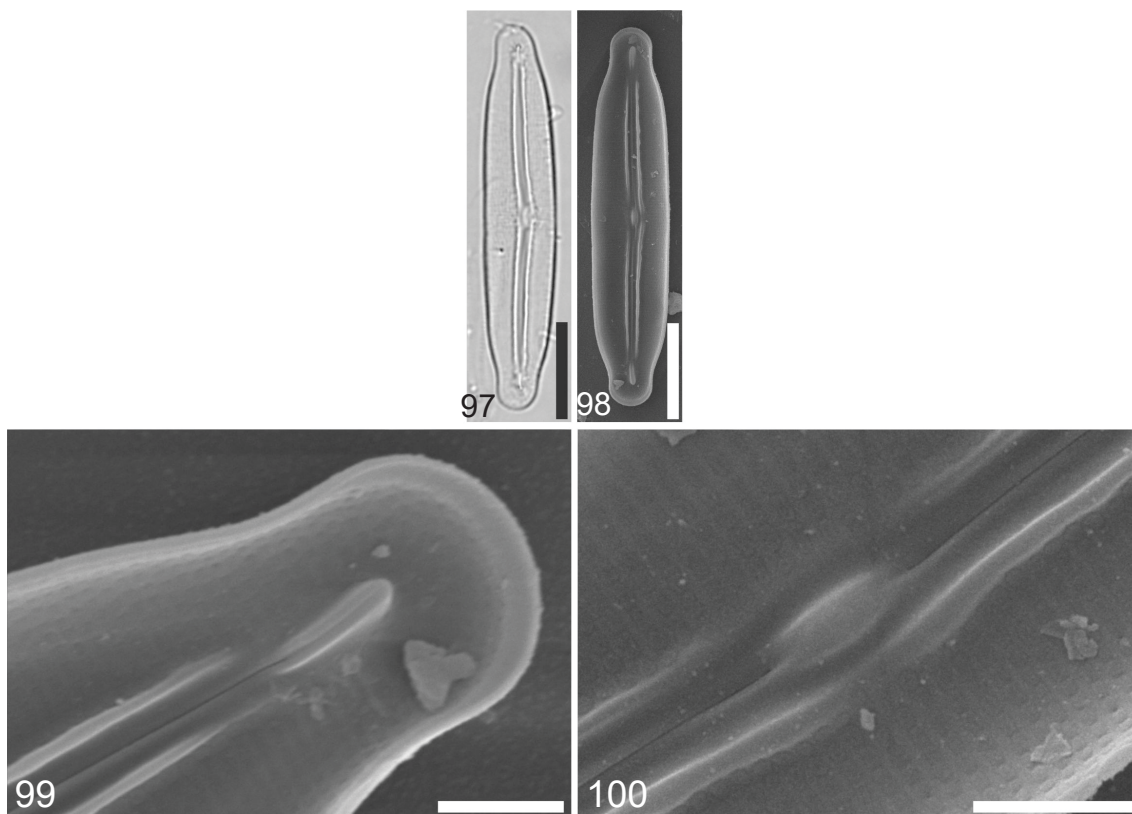
Figuras 76-80. *Frustulia interposita*. Figs. 76-78. Valvas em MO. Fig. Fig. 79. Vista externa, detalhe da região mediana da valva e das terminações proximais da rafe. Fig. 80. Vista interna, detalhe da região mediana da valva e do nódulo central. Barras de escala: Figs. 76-78. 10 μ m. Figs. 79-80. 5 μ m.



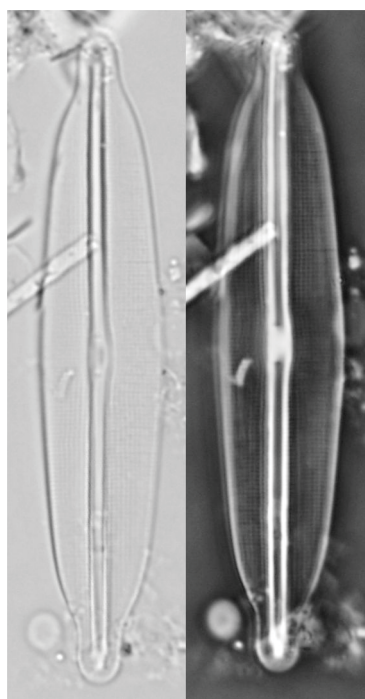
Figuras 81-89. *Frustulia krammeri*. Figs. 81-83. Valvas em MO. Fig. 84. Valva em vista externa. Fig. 85. Valva em vista interna. Fig. 86. Vista externa, detalhe do ápice e da terminação distal da rafe. Fig. 87. Vista externa, detalhe da região mediana da valva e das terminações proximais da rafe. Fig. 88. Vista interna, detalhe do ápice e do porte-crayon. Fig. 89. Vista interna, detalhe da região mediana da valva e do nódulo central. Barras de escala: Figs. 81-83. 10 μ m. Figs. 84-85. 20 μ m. Figs. 86-89. 5 μ m.



Figuras 90-96. *Frustulia neofrenguelli*. Figs. 90-93. Valvas em MO. Fig. 94. Valva em vista interna. Fig. 95. Vista interna, detalhe do ápice e do porte-crayon. Fig. 96. Vista interna, detalhe da região mediana da valva e do nódulo central. Barras de escala: Figs. 90-94. 10 μ m. Figs. 95-96. 5 μ m.

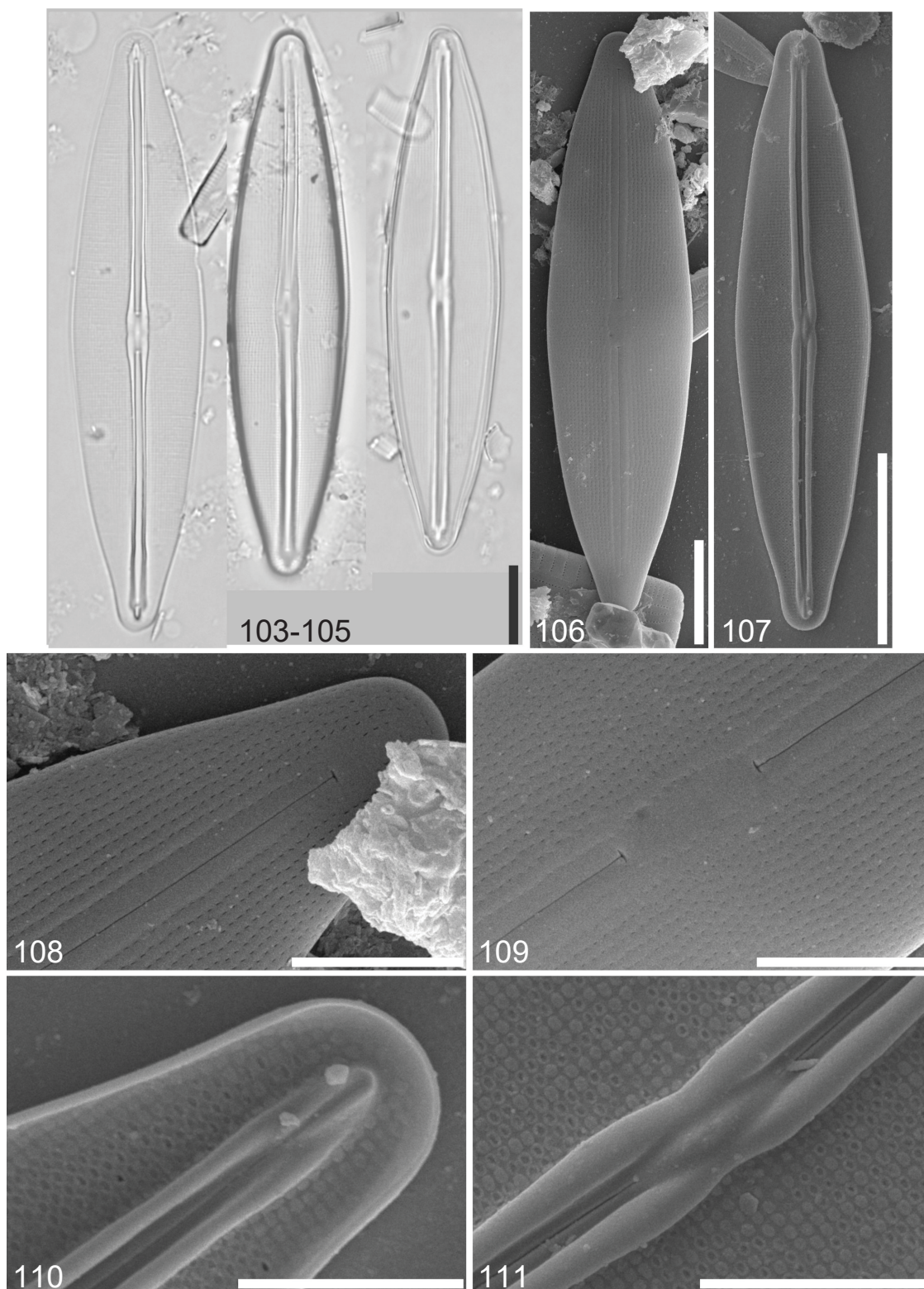


Figuras 97-100. *Frustulia neomundana*. Fig. 97. Valvas em MO. Fig. 98. Valva em vista interna. Fig. 99. Vista interna, detalhe do ápice e da helictoglossa. Fig. 100. Vista interna, detalhe da região mediana da valva e do nódulo central. Barras de escala: Figs. 97-98. 10 µm. Figs. 99-100. 2 µm.

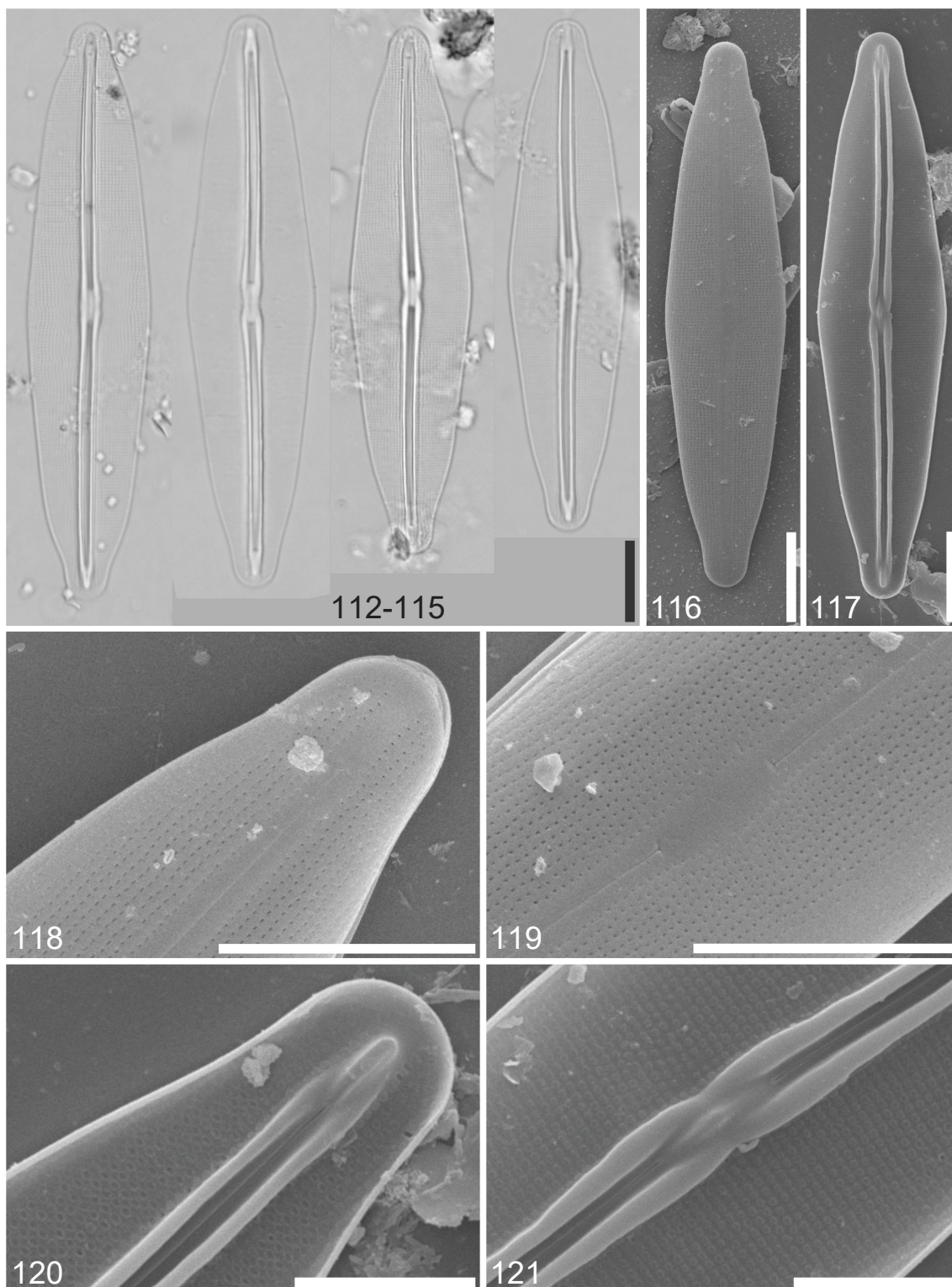


101-102

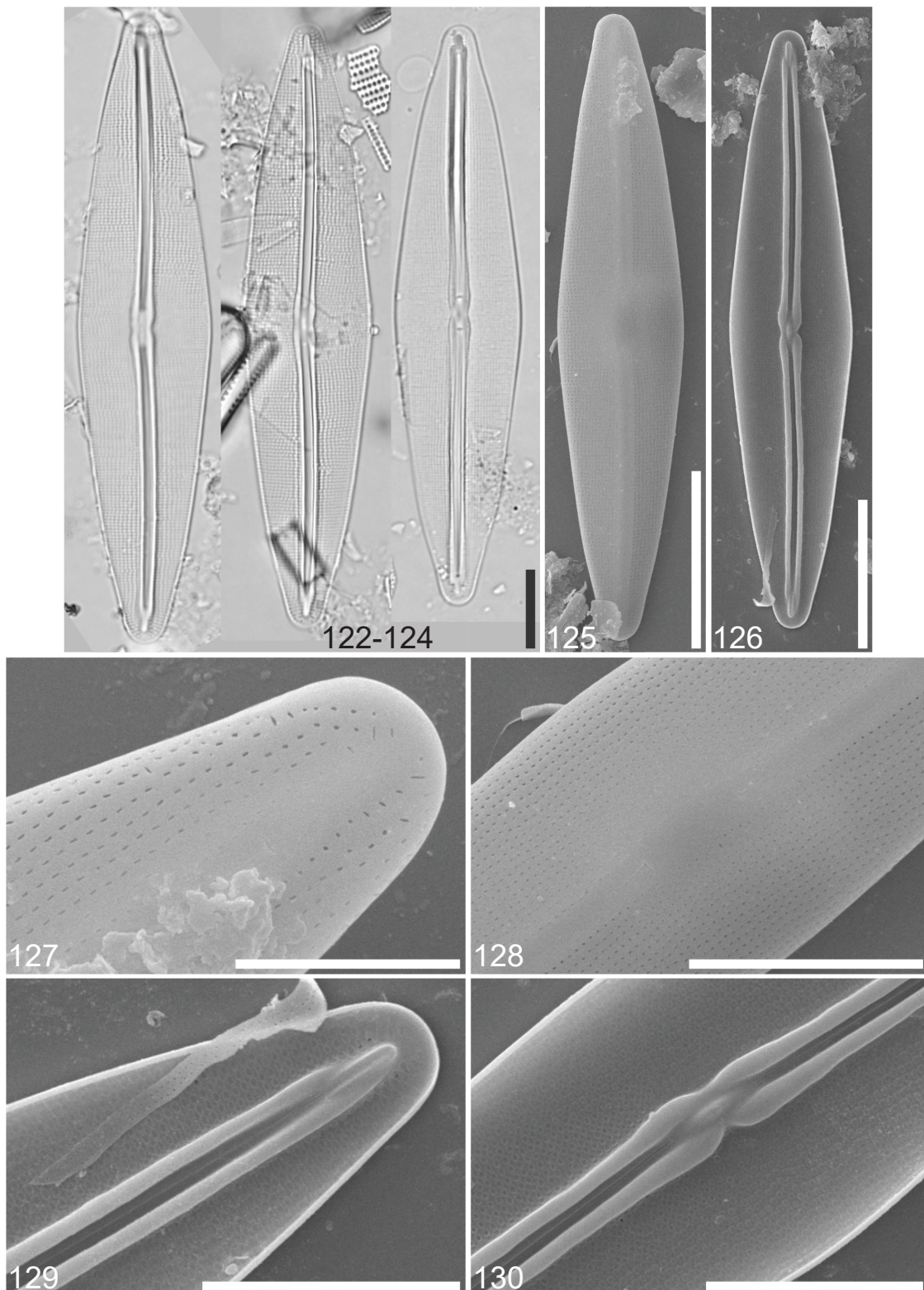
Figuras 101-102. *Frustulia cf. pseudomagaliesmontana*. Fig. 97. Valvas em MO. Barra de escala: 10 µm.



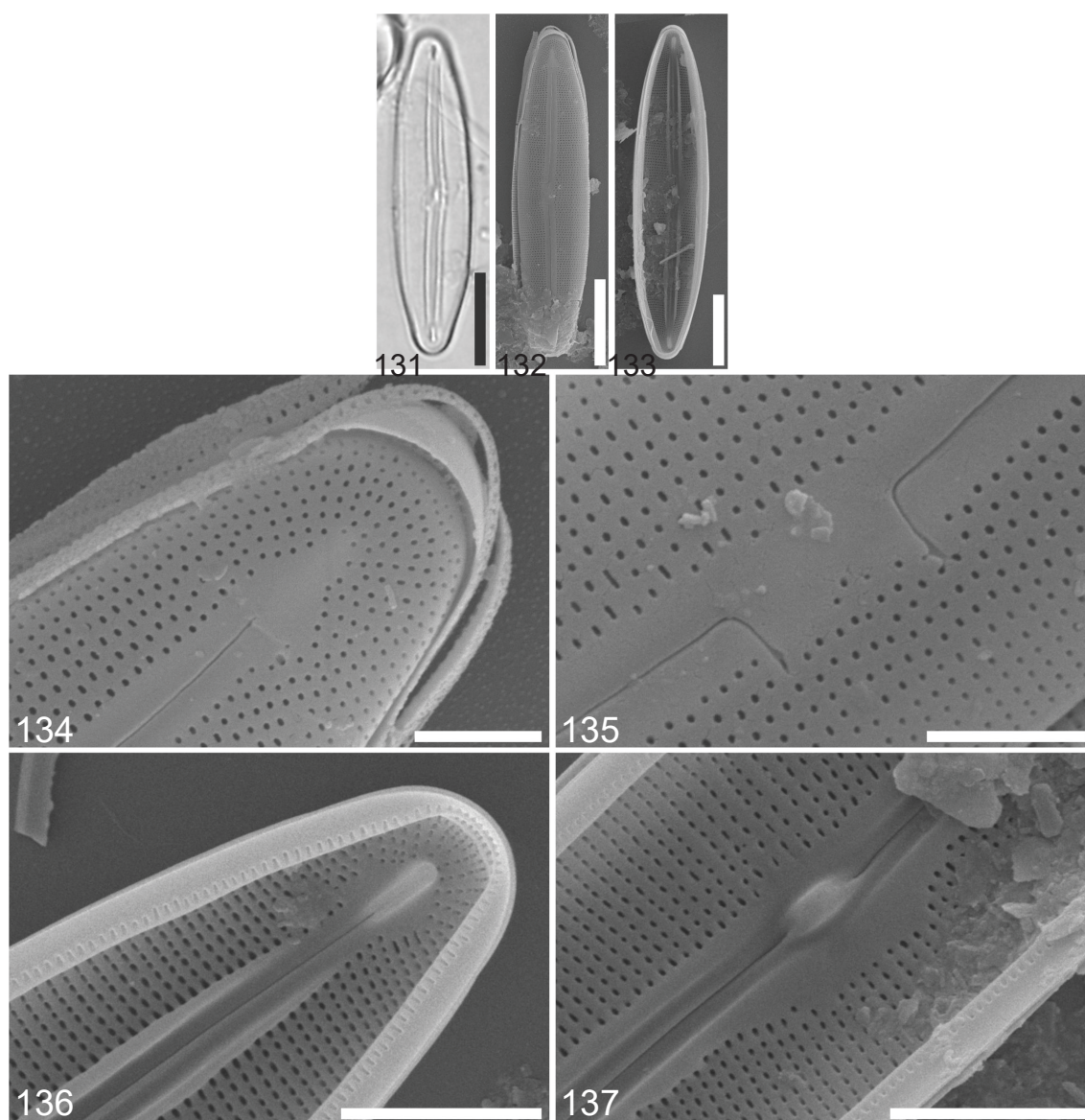
Figuras 103-111. *Frustulia pangaea*. Figs. 103-105. Valvas em MO. Fig. 106. Valva em vista externa. Fig. 107. Valva em vista interna. Fig. 108. Vista externa, detalhe do ápice e da terminação distal da rafe. Fig. 109. Vista externa, detalhe da região mediana da valva e das terminações proximais da rafe. Fig. 110. Vista interna, detalhe do ápice e do porte-crayon. Fig. 111. Vista interna, detalhe da região mediana da valva e do nódulo central. Barras de escala: Figs. 103-106. 10 μ m. Fig. 107. 20 μ m. Figs. 108-111. 5 μ m.



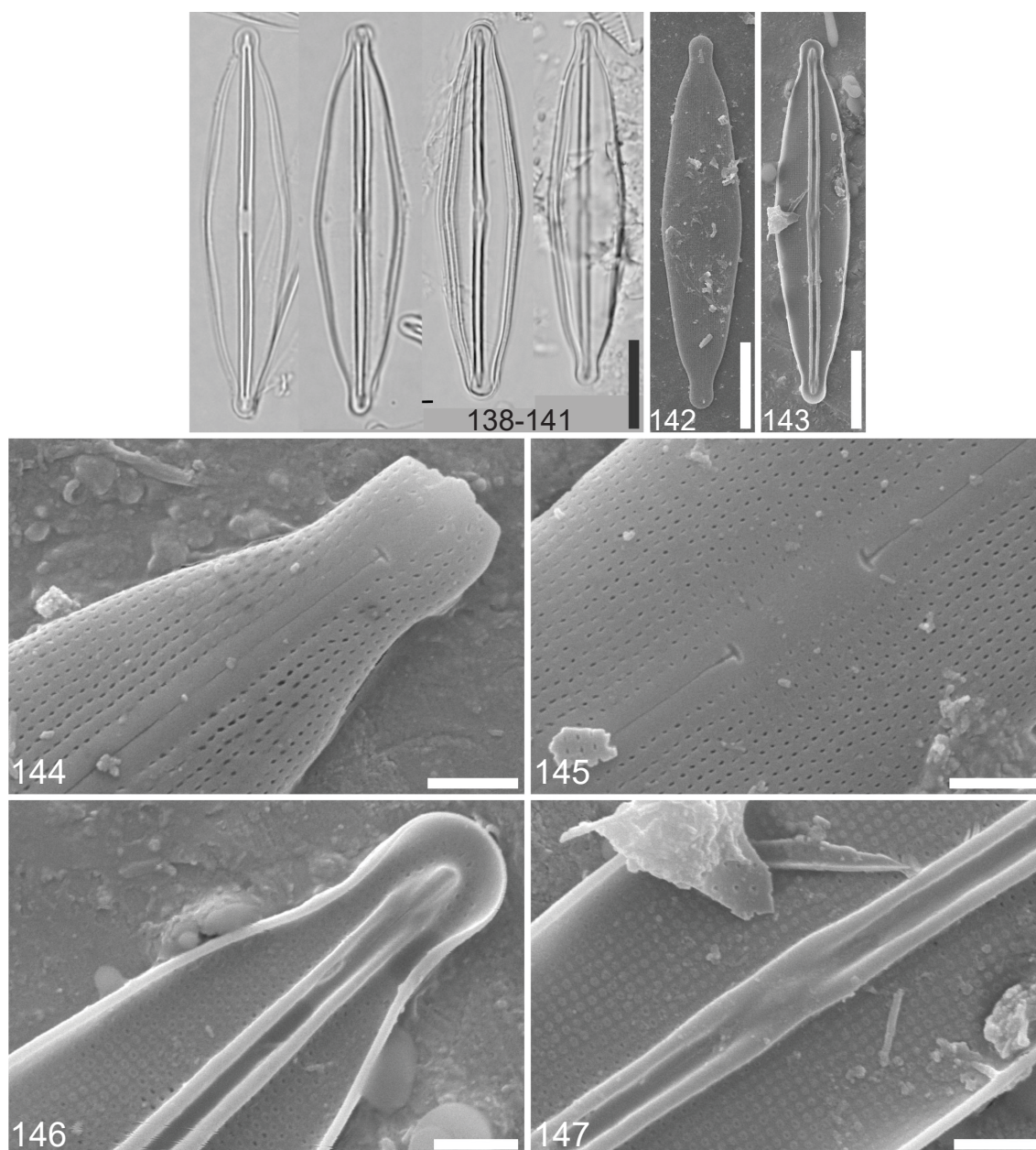
Figuras 112-121. *Frustulia quadrisinuata*. Figs. 112-115. Valvas em MO. Fig. 116. Valva em vista externa. Fig. 117. Valva em vista interna. Fig. 118. Vista externa, detalhe do ápice e da terminação distal da rafe. Fig. 119. Vista externa, detalhe da região mediana da valva e das terminações proximais da rafe. Fig. 120. Vista interna, detalhe do ápice e do porte-crayon. Fig. 121. Vista interna, detalhe da região mediana da valva e do nódulo central. Barras de escala: Figs. 112-118. 10 μ m. Figs. 119-121. 5 μ m.



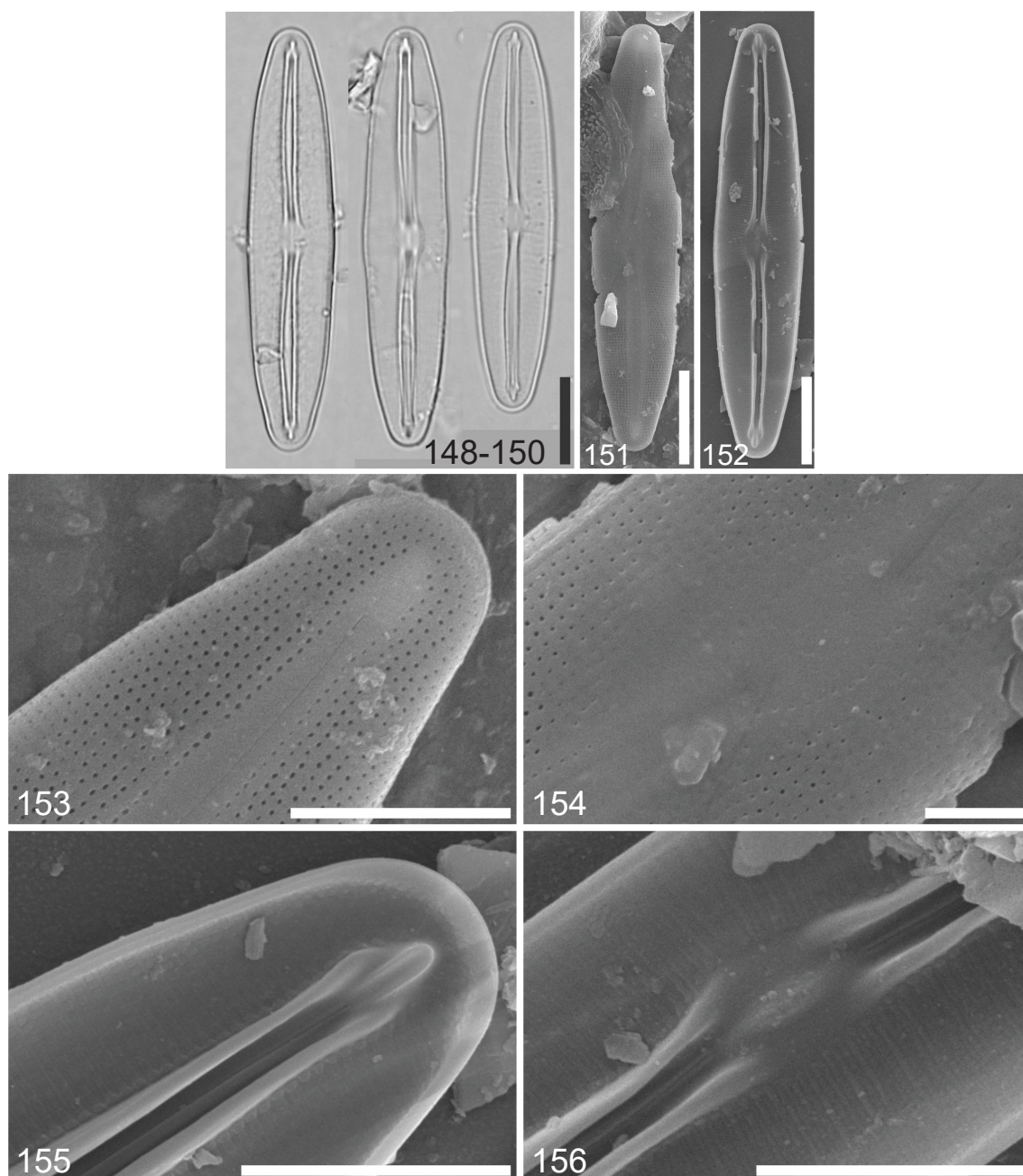
Figuras 122-130. *Frustulia saxonica*. Figs. 122-124. Valvas em MO. Fig. 125. Valva em vista externa. Fig. 126. Valva em vista interna. Fig. 127. Vista externa, detalhe do ápice e da terminação distal da rafe. Fig. 128. Vista externa, detalhe da região mediana da valva e das terminações proximais da rafe. Fig. 129. Vista interna, detalhe do ápice e do porte-crayon. Fig. 130. Vista interna, detalhe da região mediana da valva e do nódulo central. Barras de escala: Figs. 122-124, 128-130. 10 μ m. Figs. 125-126. 20 μ m. Fig. 127. 5 μ m.



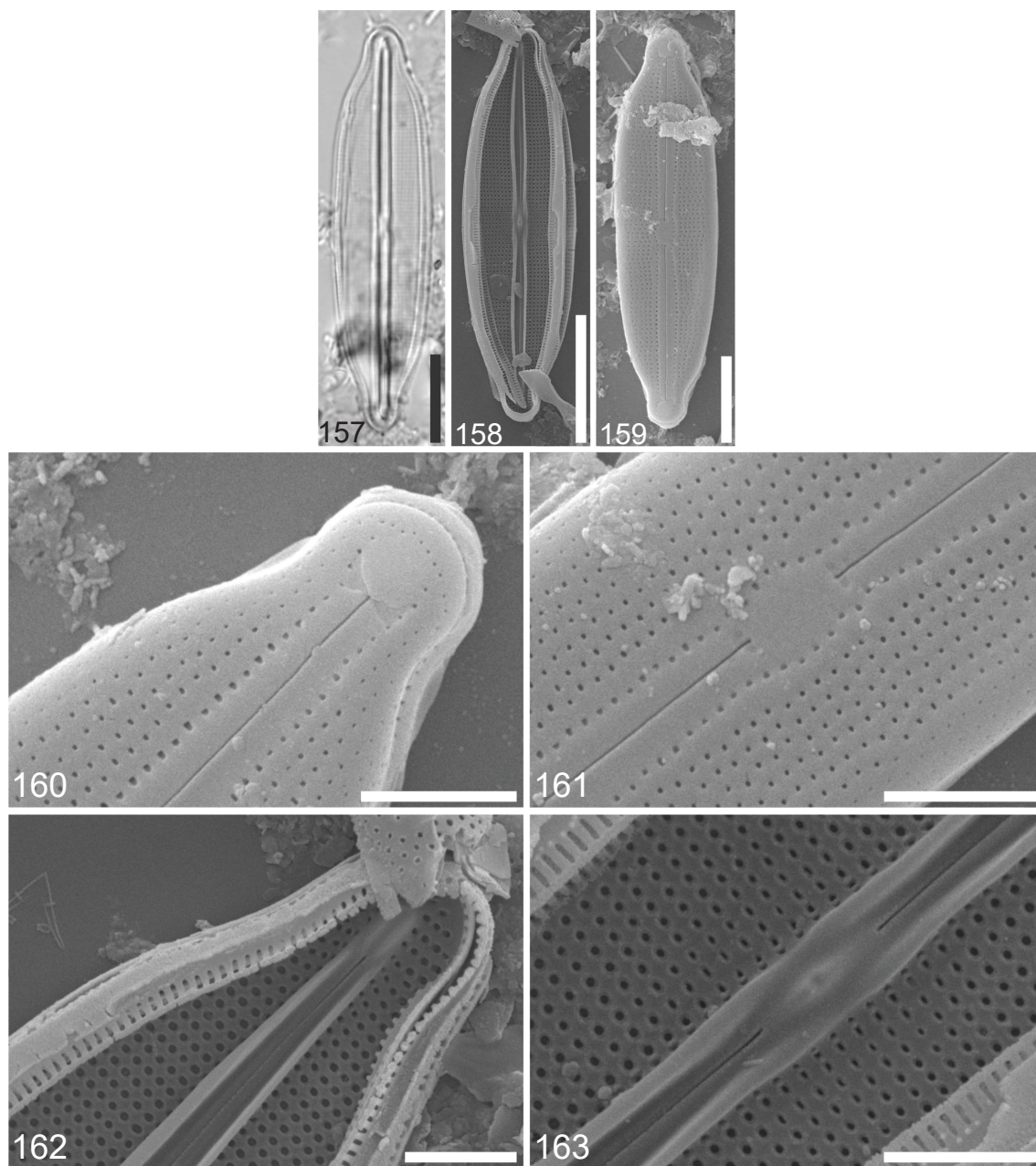
Figuras 131-137. *Frustulia soror*. Fig. 131. Valva em MO. Fig. 132. Valva em vista externa. Fig. 133. Valva em vista interna. Fig. 134. Vista externa, detalhe do ápice e da terminação distal da rafe. Fig. 135. Vista externa, detalhe da região mediana da valva e das terminações proximais da rafe. Fig. 136. Vista interna, detalhe do ápice e da helictoglossa. Fig. 137. Vista interna, detalhe da região mediana da valva e do nódulo central. Barras de escala: Figs. 131-133. 10 µm. Figs. 134-135. 2 µm. Figs. 136-137. 5 µm.



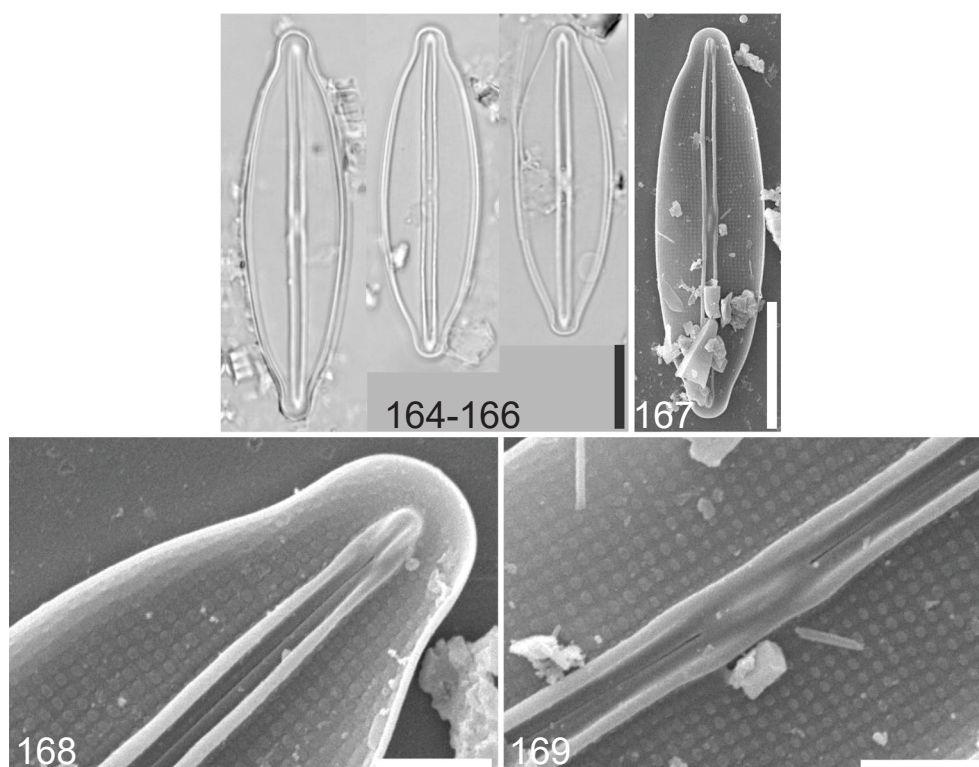
Figuras 138-147. *Frustulia undosa*. Figs. 138-141. Valvas em MO. Fig. 142. Valva em vista externa. Fig. 143. Valva em vista interna. Fig. 144. Vista externa, detalhe do ápice e da terminação distal da rafe. Fig. 145. Vista externa, detalhe da região mediana da valva e das terminações proximais da rafe. Fig. 146. Vista interna, detalhe do ápice e do porte-crayon. Fig. 147. Vista interna, detalhe da região mediana da valva e do nódulo central. Barras de escala: Figs. 138-143. 10 μ m. Figs. 144-147. 2 μ m.



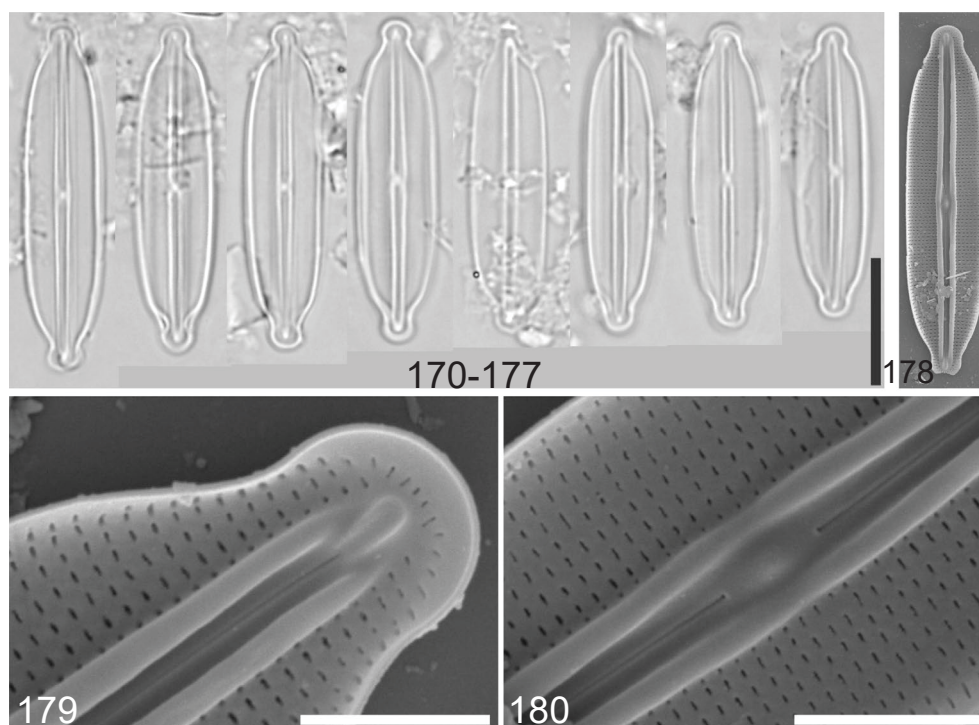
Figuras 148-156. *Frustulia vulgaris*. Figs. 148-150. Valvas em MO. Fig. 151. Valva em vista externa. Fig. 152. Valva em vista interna. Fig. 153. Vista externa, detalhe do ápice e da terminação distal da rafe. Fig. 154. Vista externa, detalhe da região mediana da valva e das terminações proximais da rafe. Fig. 155. Vista interna, detalhe do ápice e do porte-crayon. Fig. 156. Vista interna, detalhe da região mediana da valva e do nódulo central. Barras de escala: Figs. 148-152. 10 μ m. Figs. 153, 155-156. 5 μ m. Fig. 154. 2 μ m.



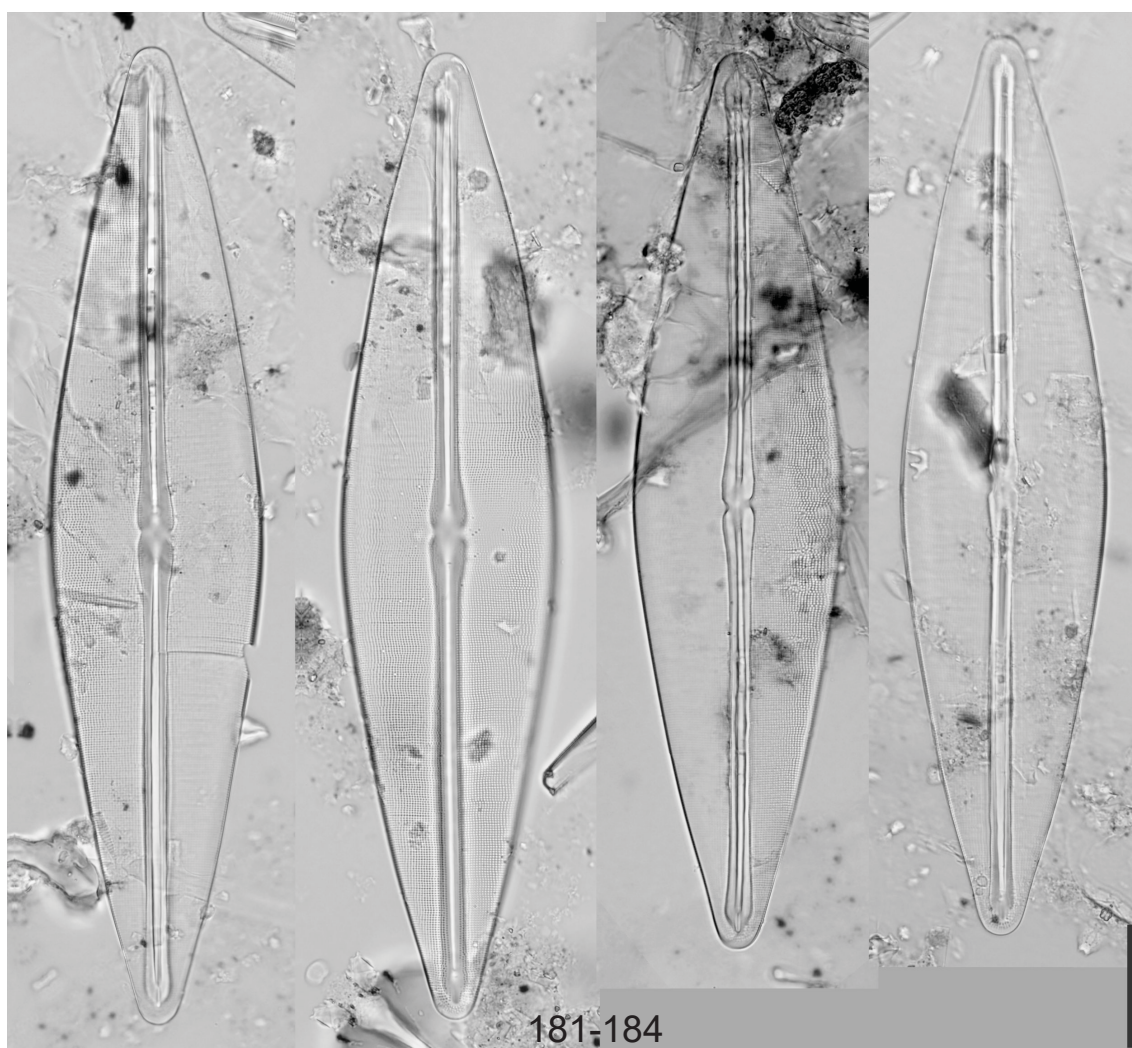
Figuras 157-163. *Frustulia zizkae*. Fig. 157. Valva em MO. Fig. 158. Valva em vista externa. Fig. 159. Valva em vista interna. Fig. 160. Vista externa, detalhe do ápice e da terminação distal da rafe. Fig. 161. Vista externa, detalhe da região mediana da valva e das terminações proximais da rafe. Fig. 162. Vista interna, detalhe do ápice e do porte-crayon. Fig. 163. Vista interna, detalhe da região mediana da valva e do nódulo central. Barras de escala: Figs. 157-158. 10 μ m. Fig. 159. 5 μ m. Figs. 160-163. 2 μ m.



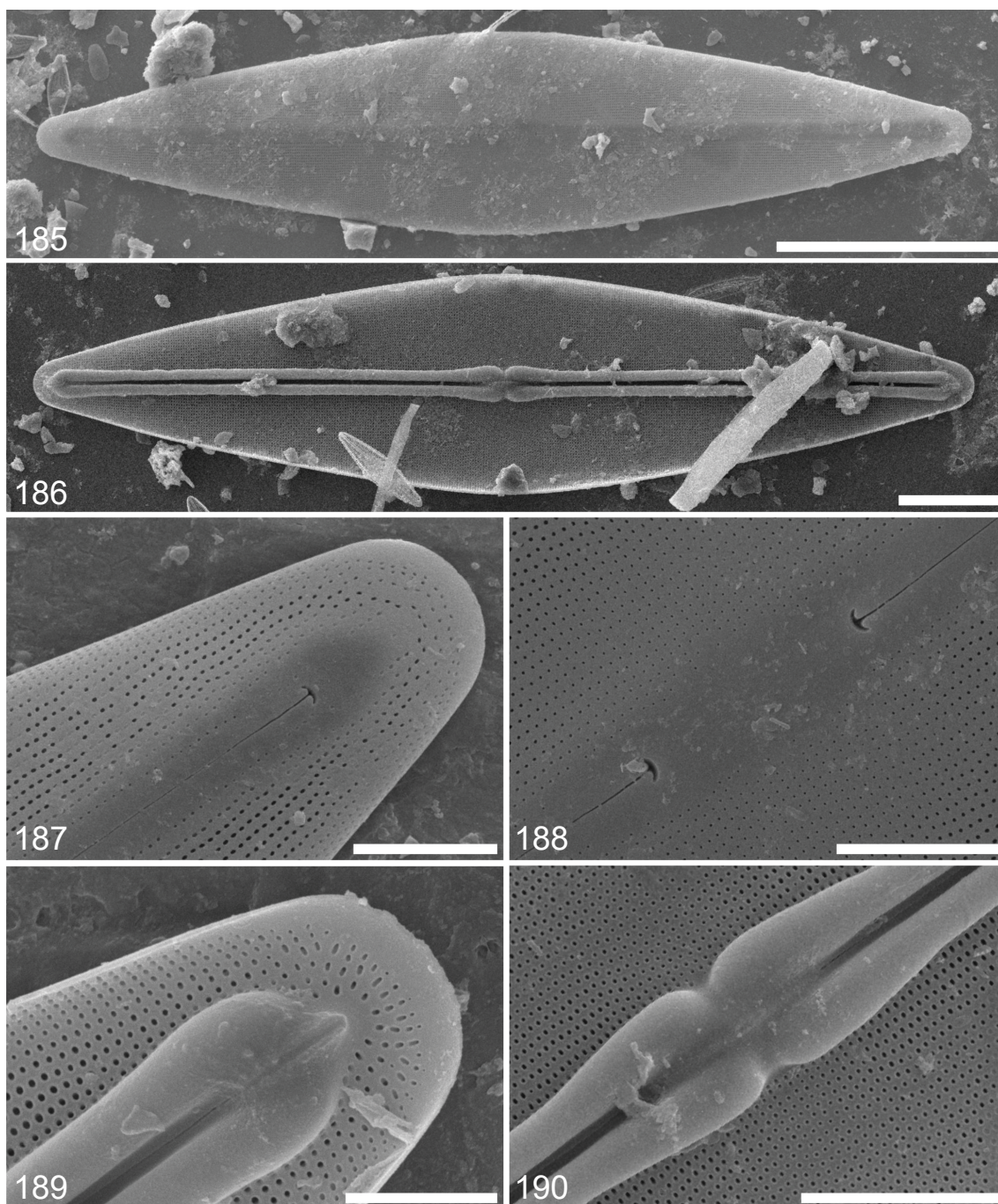
Figuras 164-169. *Frustulia* sp. 1. Figs. 164-166. Valvas em MO. Fig. 170. Valva em vista interna. Fig. 171. Vista interna, detalhe do ápice e do porte-crayon. Fig. 172. Vista interna, detalhe da região mediana da valva e do nódulo central. Barras de escala: Figs. 164-167. 10 μ m. Figs. 168-169. 2 μ m.



Figuras 170-180. *Frustulia* sp. 2. Figs. 170-177. Valvas em MO. Fig. 178. Valva em vista interna. Fig. 179. Vista interna, detalhe do ápice e do porte-crayon. Fig. 180. Vista interna, detalhe da região mediana da valva e do nódulo central. Barras de escala: Figs. 170-177. 10 μ m. Fig. 178. 5 μ m. Figs. 179-180. 2 μ m.



Figuras 181-184. *Frustulia* sp. 3. Figs. 181-184. Valvas em MO. Barra de escala: 20 μ m.



Figuras 185-190. *Frustulia* sp. 3. Fig. 185. Valva em vista externa. Fig. 186. Valva em vista interna. Fig. 187. Vista externa, detalhe do ápice e da terminação distal da rafe. Fig. 188. Vista externa, detalhe da região mediana da valva e das terminações proximais da rafe. Fig. 189. Vista interna, detalhe do ápice e do porte-crayon. Fig. 190. Vista interna, detalhe da região mediana da valva e do nódulo central. Barras de escala: Fig. 185. 20 μ m. Fig. 186. 50 μ m. Fig. 187. 5 μ m. Figs. 188-190. 10 μ m.

3. 3. CAPÍTULO 3

***Eunotia* Ehrenberg (Bacillariophyceae) em ambientes continentais e estuarinos do leste do Paraná, Brasil**

RESUMO

Diatomáceas do gênero *Eunotia* Ehrenberg caracterizam-se por possuir rafe curta restrita aos polos e pela presença de rimopórtula. *Eunotia* é um gênero cosmopolita, com representantes encontrados em todos os continentes do mundo. Nos últimos 20 anos, diversas floras diatomológicas foram desenvolvidas no Paraná, entretanto poucas foram publicadas na íntegra ou resultaram em publicações específicas de *Eunotia*. Portanto, realizamos o estudo taxonômico das espécies do gênero encontradas nas bacias Litorânea, Alto Iguaçu e Ribeira do estado do Paraná, providenciando ilustrações e medidas. As amostras foram coletadas durante excursões realizadas entre os anos de 1984 a 2020 abrangendo os diferentes corpos d'água (nascentes, riachos, encharcados, reservatórios) e diferentes substratos (rochas úmidas, briófitas ao longo de trilhas). Após oxidação das amostras, lâminas permanentes foram montadas com resina Naphrax® (I.R.: 1,74) para análise dos exemplares sob microscopia de luz. As ilustrações foram obtidas em microscópio com câmera de captura acoplada. Um total de 35 táxons infragenéricos foram determinados. Foram analisadas 468 amostras, entre as quais 289 possuíam exemplares de *Eunotia*. O grupo das *Eunotia* onduladas foi o que ocorreu com mais frequência nas amostras analisadas, sendo registradas em 64,7% das amostras. *Eunotia capitata* (Krasske) L.F. Costa & C.E. Wetzel, *E. pyramidatoides* Norpel-Schempp, *E. paulovalida* Metzeltin & Lange-Bertalot, *E. quaternaria* Ehrenberg, *E. rolandschmidtii* Metzeltin & Lange-Bertalot, *E. valida* Hustedt e *E. yberai* Frenguelli constituem novas citações para o Paraná.

INTRODUÇÃO

O gênero *Eunotia* foi proposto por Ehrenberg em (1837) e se caracteriza por possuir valvas assimétricas em relação ao eixo apical, rafe curta que se estende do manto para a face valvar, estrias unisseriadas e geralmente, uma ou duas rimopórtulas apicais por valva. É um gênero restrito à água doce, com preferência por ambientes lênticos e, particularmente, abundante no epifíton e metafiton em águas oligotróficas e ácidas (ROUND; CRAWFORD; MANN, 1990). Apesar de cosmopolitas, existem formas que se limitam a regiões tropicais e subtropicais do globo (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998).

Eunotia possui uma notável diversidade de táxons registrados no mundo, sendo bem documentados na maioria dos continentes. Destacam-se na Europa, os trabalhos de Lange-Bertalot e Metzeltin (1996), Werum e Lange-Bertalot (2004), Cantonati e Lange-Bertalot (2011) e Lange-Bertalot, Bak e Witkowski (2011); na Ásia, Kobayasi, Ando e Nagumo (1981), Liu, Wang e Fu (2011), Glushchenko e Kulikovskiy (2017, b) e Glushchenko, Kulikovskiy e Kuznetsova (2018); na América do Norte, Patrick (1958), Edlund e Brant (2010) e Hamilton e Siver (2010); na América do Sul, os estudos de Metzeltin e Lange-Bertalot (1998, 2007), Souza e Moreira-Filho (1999), Rumrich, Lange-Bertalot e Rumrich (2000), Sala et al. (2002), Ferrari et al., (2007), Wetzel et al. (2010, 2011), na região da Macedônia, Pavlov e Levkov (2013); e Juttner et al. (2019) na região Antártida.

A elevada biodiversidade de *Eunotia* é conhecida em todo o Brasil. Na região Sudeste, destaca-se a obra de Costa et al. (2017), na qual são descritas e ilustradas 87 espécies de *Eunotia* para o estado de São Paulo, além de floras de diatomáceas que incluem o gênero, como as de Canani, Menezes e Torgan (2011) e Canani e Torgan (2013) para o Rio de Janeiro. As contribuições para a região Nordeste brasileira são levantamentos florísticos, que incluem o gênero (PATRICK, 1940; ESKINAZI-LEÇA; SATO, 1966; MOREIRA-FILHO et al., 1996). Na região Centro-Oeste, o catálogo de diatomáceas de Silva, Nogueira e Souza (2011) registram a ocorrência de 81 espécies de *Eunotia*. Para a região Norte, destacam-se o de Almeida et al. (2018), específico sobre o gênero, e as contribuições em floras como as de Souza-Mosimann, Tavares e

Freitas (1997) e Diaz-Castro et al. (2003). No Sul, os estudos concentram-se nos estados do Paraná (LUDWIG; VALENTE-MOREIRA, 1989; FÜRSTENBERGER; VALENTE-MOREIRA, 2000; FERRARI et al., 2007; TREMARIN; LUDWIG; MOREIRA-FILHO, 2008; TREMARIN et al., 2009; BARTOZEK et al., 2020, FAVARETTO et al., 2021) e Rio Grande do Sul (TORGAN; DELANI, 1988; BICCA; TORGAN, 2009; GARCIA et al. 2015).

No estado do Paraná, até o ano de 2009, 110 táxons de *Eunotia* haviam sido registrados, sendo citados em 24 artigos científicos e em 19 dissertações de mestrado (TREMARIN et al., 2009). Desde então, 15 novos registros de espécies foram documentados para o Estado, entre eles, proposta de novas espécies: *E. rabenhorstiana* var. *elongata* (Patrick) Metzeltin e Lange-Bertalot, *E. soleirolii* (Kützing) Rabenhorst e *E. ventricosa* var. *brevis* (Patrick) Metzeltin e Lange-Bertalot documentadas por Faria et al. (2010), *E. cf. formicina* Lange-Bertalot por Marra et al. (2016), *E. longicamelus* Costa, Bicudo e Wetzel e *E. pseudoimplicata* Lange-Bertalot, Costa e Wetzel por Silva-Lehmkuhl et al. (2019), *E. itacueretabaensis* Tremarin, Bartozek, Peres e Branco por Bartozek et al. (2020) e *E. caniculoides* Favaretto, Tremarin, Ludwig e Bueno, *E. georgii* Metzeltin e Lange-Bertalot, *E. guianensis* (Ehrenberg) De Toni, *E. juettnerae* Lange-Bertalot, *E. karenae* Metzeltin e Lange-Bertalot, *E. pileus* Ehrenberg, *E. pseudosudetica* var. *rotundata* Cavalcante, Tremarin e Ludwig, *E. sedina* Lange-Bertalot, Bak e Witkowski e *E. tropico-arcus* Metzeltin e Lange-Bertalot documentadas por Favaretto et al. (2021).

Levando-se em consideração a elevada riqueza de espécies de *Eunotia* e a evolução nas ferramentas taxonômicas, propõe-se uma revisão do gênero com base em amostras com conhecida biodiversidade, uma conferência das identificações existentes para o leste do estado, discutindo-se a taxonomia das espécies. Selecionaram-se as espécies do gênero *Eunotia* que constam em monografias, dissertações e artigos, realizadas com amostras oriundas de corpos d'água do leste do estado do Paraná. O objetivo foi trabalhar na harmonização taxonômica das espécies encontradas na região leste do Paraná, adequando os aspectos subjetivos da identificação e complementando as informações morfológicas inexistentes em alguns materiais. Selecionaram-se amostras depositadas no Herbário da UFPR e relacionadas a estudos já desenvolvidos, e incluíram-se novas amostras da região dos Mananciais da

Serra, Piraquara. As identificações realizadas anteriormente foram revistas, confirmando-se ou re-identificando as populações documentadas em dissertações com amostras do Estado, focando na harmonização taxonômica e na documentação da morfologia das espécies e a da variabilidade morfológica das populações.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostragem

Amostras foram coletadas durante excursões realizadas entre os anos de 1984 a 2020 abrangendo os diferentes corpos d'água (nascentes, riachos, encharcados, reservatórios) e diferentes substratos (rochas úmidas, briófitas ao longo de trilhas) existentes na região Leste do estado (IMAGEM 1) (Licenças de coleta IBAMA nº 6474930 e SISBIO/MMA nº 74503-1). As amostras foram coletadas contemplando a comunidade fitoplanctônica e perifítica (APÊNDICE).

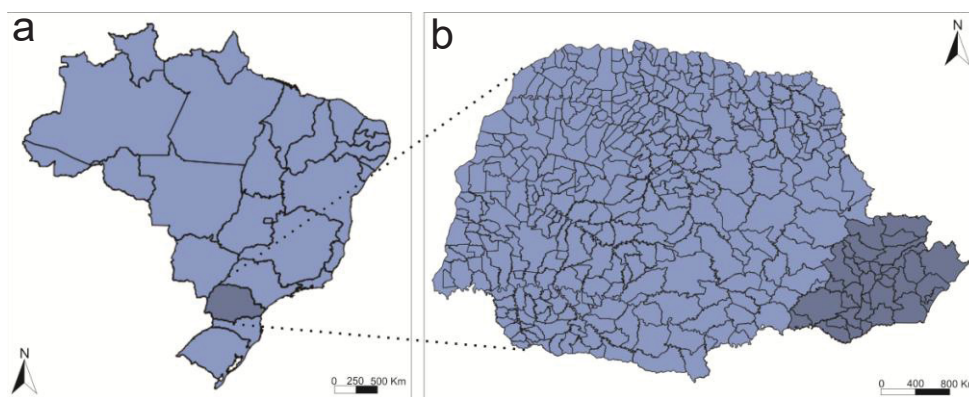


Figura 1: a) localização do Paraná no Brasil; b) porção leste do estado evidenciada em azul mais escuro.

Preparo de amostras

O material foi oxidado segundo a técnica de Simonsen (1974) modificada por Moreira-Filho e Valente-Moreira (1981), na qual a matéria orgânica foi removida pela adição de KMnO_4 e HCl . Lâminas permanentes foram montadas com resina Naphrax® (R.I.1.74) e analisadas em microscópio de luz (LM) Olympus BX40. As imagens foram obtidas com câmera de captura Olympus DP-071 acoplada ao microscópio. Lâminas permanentes das amostras foram depositadas no herbário do Departamento de Botânica da UFPR (UPCB) (APÊNDICE).

Estudo taxonômico

As identificações foram realizadas com auxílio de literatura clássica e atual de regiões tropicais, temperadas e subtropicais, tais como: Patrick e Reimer (1966), Krammer e Lange-Bertalot (1991), Lange-Bertalot (2001), Metzeltin e Lange-Bertalot (1998, 2007), Metzeltin et al. (2005) e Costa et al. (2017). As descrições basearam-se em observações das populações em microscopia de luz.

Optamos por dividir as espécies observadas em três grupos: Grupo 1 - *Eunotia* com margem dorsal ondulada; Grupo 2 - *Eunotia* arqueadas com ápices não destacados; Grupo 3 - *Eunotia* arqueadas com ápices destacados. Seguindo a classificação de Barber e Haworth (1981).

RESULTADOS

Eunotia Ehrenberg

Um total de 34 táxons infragenéricos de *Eunotia* foram registrados. De acordo com a literatura consultada (VAN DAM et al., 1994; HOFMANN, 1994; LANGE-BERTALOT, 2001; HOFMANN et al. 2013), pôde-se constatar que as espécies que apresentaram maior frequência de ocorrência são mais características de ambientes oligo-mesotróficos, com águas ácidas e com baixa condutividade específica. Dentre todas as espécies *E. rabenhorstii* var. *triodon* apresenta maior tolerância ambiental e foi registrada em ambientes oligotróficos até ambientes eutróficos. Furey, Lowe e Johansen (2011) e Costa et al. (2017) relatam que *E. pectinalis* var. *undulata* e *E. yberae* são encontradas em ambientes com águas alcalinas (pH > 7,0) e com alta condutividade específica.

Os espécimes de *Eunotia* analisados foram encontrados em ambientes submersos e em ambientes subaéreos, geralmente em seixos, pedras, musgos e hepáticas.

GRUPO 1

Eunotia bidens Ehrenberg

Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften in Berlin, p. 413, 1841 (1843).

Sinônimos: *Eunotia praerupta* f. *bidens* (Ehrenberg) Hustedt, null

Himantidium bidens (Ehrenberg) Kützing, 1844

Eunotia praerupta var. *bidens* (Ehrenberg) Grunow, 1880

Eunotia praerupta f. *minor* Grunow, 1881

Eunotia praerupta-bidens f. *compressa* A.Berg, 1939

Figs: 2-3

Valvas lineares, margem dorsal convexa, levemente ondulada, margem ventral côncava. Ápices truncados, pouco destacados do corpo valvar. Nódulos terminais nas extremidades. Estrias paralelas na região mediana a levemente radiadas em direção às extremidades. Aréolas inconspícuas em MO.

C.: 36,6 µm; L.: 8,9 µm; C/L.: 4,1; E.: 12/10 µm.

Comentários: Moreira-Filho, Valente-Moreira e Cecy (1973), Shirata (1986), Ludwig e Valente-Moreira (1989), Contin (1990), Landucci (2002) ilustram populações identificadas como *Eunotia praerupta* var. *bidens* (Ehrenberg) Grunow. Atualmente, o binômio aceito taxonomicamente é *E. bidens* e *E. praerupta* var. *bidens* considerada sinônimo. *E. bidens* é uma espécie cosmopolita, ocorrendo nas regiões árticas e tropicais do planeta (METZELTIN; BAK; WITKOWSKI, 2011).

Ecologia: ambientes oligo-mesotróficos, com águas levemente ácidas a neutras (pH 6,2-7,6) e com baixa condutividade específica (VAM DAM; MERTENS; SINKELDAM, 1994; LANGE-BERTALOT; BAK; WITKOWSKI, 2011; FAUSTINO et al., 2016; LANGE-BERTALOT et al., 2017; COSTA et al., 2017); ambientes mesotróficos, levemente ácidos, com baixa condutividade específica (COSTA et al., 2017).

Ocorrência UPGB: 12403, 12411, 12415, 14419, 12423, 12435, 12439, 12443, 12447, 44533, 44534, 44544, 44547, 44548, 44550.

Eunotia camelus Ehrenberg

Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königlich-Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, p. 125, pl. 2-1, fig. 1, 1841 (1843).

Sinônimo: *Eunotia diodon* var. *inflata* Brady, null

Figs: 4-5

Valvas dorsiventrais, margem dorsal convexa com quatro ondulações, margem ventral fortemente côncava. Ápices rostrados, destacados do corpo valvar, fletidos ventralmente. Nódulos terminais posicionados nas extremidades valvares. Estrias paralelas a convergentes em direção às extremidades. Aréolas inconspícuas em MO.

C.: 27,5-29,7 µm; L.: 6,3-6,4 µm; C/L.: 4,2-4,6; E.: 9-10/10 µm.

Comentários: os exemplares ilustrados por Tremarin, Ludwig e Moreira-Filho (2008) como *Eunotia* sp. 2, Garbuio (2014) e Kim (2015) assemelham-se morfológicamente e meristicamente com os lectótipos ilustrados por Reichardt (1995, figs. 1-5, 10, 11).

Ecologia: ambientes mesotróficos, levemente ácidos, com baixa condutividade específica (COSTA et al., 2017).

Ocorrência UPGB: 47493, 47500, 47523, 76019.

Eunotia capitata L.F. Costa & C.E. Wetzel

In: Costa, L.F., Wetzel, C.E., Lange-Bertalot, H., Ector, L. & Bicudo, D.C. Bibliotheca Diatomologica, v. 64, p. 17, pl. 62, figs. 18-20, 2017.

Basiônimo: *Eunotia pyramidata* f. *capitata* Krasske, 1948

Sinônimo: *Eunotia pyramidata* f. *capitata* Krasske, 1948

Fig.: 6

Valvas levemente arqueadas, margem dorsal convexa, margem ventral côncava, com uma ondulação. Ápices amplamente arredondados, destacados do corpo valvar. Nódulos terminais nas extremidades. Estrias paralelas na região mediana a levemente radiadas em direção às extremidades. Aréolas inconspícuas.

C.: 39,5-39,9 µm; L.: 10,2-11 µm; C/L.: 3,6-3,8; E.: 14-15/10 µm.

Comentários: *Eunotia capitata* era considerada uma variedade de *E. pyramidata*, sendo recentemente elevada a nível de espécie. Costa et al. (2017) comentam que *E. capitata* possui muitos caracteres que a diferencia de *E. pyramidata*. *E. capitata* possui as ondulações da margem dorsal pouco pronunciadas e ápices capitados, diferente de *E. pyramidata* que possui margem dorsal fortemente ondulada e ápices arredondados. Silva-Lehmkuhl et al. (2019) registraram a ocorrência da espécie como *Eunotia pyramidata* f. *capitata* Krasske.

Ecologia: ambientes ultra-oligotróficos a oligotróficos com águas ácidas (COSTA et al., 2017).

Ocorrência UPB: 63377, 76057.

Eunotia didyma Grunow ex Zimmermann

Broteria, Serie Botanica, v.13, n.1-2, p. 51- 52, pl. 5, figs 4-6, pl. 6, fig. 13. 1915.

Sinônimos: *Eunotia didyma* f. *genuina* Hustedt, 1913

Figs.: 7-10

Valvas dorsiventrais, margem dorsal moderadamente convexa com duas ondulações, margem ventral moderadamente côncava, intumescência

mediana presente em ambos os lados da valva em alguns exemplares. Ápices cuneados. Nódulos terminais posicionados nas extremidades valvares. Estrias paralelas a levemente radiadas em direção às extremidades. Aréolas inconspícuas em MO.

C.: 36,7-41,8 µm; L.: 9,1-9,2 µm; C/L.: 3,9-4,5; E.: 9-11/10 µm.

Comentários: os exemplares ilustrados por Ludwig e Valente-Moreira (1989) e por Silva et al. (2010) assemelham-se morfologicamente e meristicamente com os lectótipos ilustrados por Reichardt (1995, figs. 1-5, 10, 11).

Ecologia: ambientes mesotróficos, levemente ácidos, com baixa condutividade específica (COSTA et al., 2017).

Ocorrência UPGB: 12403, 12407, 12419, 12427, 12431, 12435, 12443, 12447, 12451, 63365.

***Eunotia elephas* Ehrenberg**

Abhandlungen der Koniglichen Akademie der Wissenschaften in Berlin, 1841: 414, pl. 1, fig 4: 5, 1843.

Figs.: 11-13

Valvas arqueadas, margem dorsal convexa com três ondulações na região mediana, margem ventral fortemente côncava. Ápices amplamente arredondados. Terminação da rafe próximo às extremidades, levemente curvada. Estrias paralelas em toda extensão valvar. Aréolas inconspícuas em MO.

C.: 107,2-160,3 µm; L.: 16,2-28 µm; E.: 12-18/10 µm.

Comentários: Moreira-Filho e Kutner (1962) ilustram um exemplar identificado como *Eunotia triodon* Ehrenberg, que quando comparado com populações desta espécie (HUSTEDT, 1930; PATRICK; REIMER, 1966; LANGE-BERTALOT; BAK; WITKOWSKI, 2011) enquadra-se em *E. elephas*. *E. triodon*

possui três ondulações distribuídas por toda margem dorsal (não apenas na região mediana), ápices arredondados e uma linha hialina próximo a margem ventral.

Landucci (2002) identificou como *E. distinguenda* Hustedt, uma população de *E. elephas*. *E. distinguenda* possui duas ondulações na região mediana da margem dorsal ao invés de três como em *E. elephas* e possui menores limites métricos com relação a largura valvar. *Eunotia distinguenda* foi originalmente proposta por Hustedt (1955) e posteriormente teve seu holótipo e seu isótipo determinados por Simonsen (1987). Em 1998, Metzeltin e Lange-Bertalot propuseram uma nova espécie de *Eunotia* denominada *E. distinguenda* assim como a espécie de Hustedt (1955). Quando comparadas às ilustrações de Simonsen (1987) e Metzeltin e Lange-Bertalot (1998) nota-se que as espécies são morfologicamente distintas, os exemplares de Simonsen (1987) possuem valvas levemente arqueadas, margem dorsal convexa com duas ondulações na região mediana, nódulos terminais nas extremidades, ápices amplamente arredondados, 116-262 µm de comprimento e 12-24 µm de largura valvar, enquanto os exemplares de Metzeltin e Lange-Bertalot possuem valvas arqueadas, margem dorsal convexa sem ondulações, nódulos terminais próximos às extremidades, ápices subcapitados 55-90 µm de comprimento e 4,5-5,5 µm de largura valvar. Diante deste cenário, o nome que deve ser considerado válido é o de Hustedt (1955) seguindo a regra da prioridade e o nome de Metzeltin e Lange-Bertalot (1998) atualmente deve ser considerado inválido por usar um epíteto específico já atribuído a outra espécie, sendo necessária a realização de uma nova combinação para esta espécie.

Neiva (2005) identificou sua população de *E. elephas* como *E. geniculata* Hustedt, usando Simonsen (1987) como referência, onde o autor realiza a lectotipificação de *E. geniculata* baseado no material de Hustedt (1913). Hustedt (1913 in Schmidt Atlas) ilustra *E. geniculata* com quatro ondulações distribuídas por toda margem dorsal, além de possuir ápices. Nos exemplares ilustrados por Simonsen (1987) essas características só são observadas em uma imagem (pl. 21, fig. 1). As demais ilustrações (pl. 20, figs. 2-3, pl. 21, figs.3-4) não se enquadram em *E. geniculata* pois possuem três ondulações na

região mediana da valva dorsal e ápices amplamente arredondados, assim como *E. elephas*.

Às populações de Moreira-Filho e Kutner (1962), Landucci (2002) e Neiva (2005) assim como algumas ilustrações de Simonsen (1987, pl. 20, figs. 2-3, pl. 21, figs.3-4) concordam morfológicamente e meristicamente com o lectótipo de *E. elephas* apresentado por Metzeltin e Lange- Bertalot (1998) e Silva, Jahn e Menezes (2008).

Ecologia: ambientes oligotróficos (FAUSTINO et al., 2016);

Ocorrência UPCB: 44545, 44546, 49407.

***Eunotia georgii* Metzeltin & Lange-Bertalot**

In Lange-Bertalot, Iconographia Diatomologica. v. 5, p. 61, pl. 41, Figs 1-7, 1998.

Figs. 14-16

Valvas com margem dorsal convexa ondulada, margem ventral côncava. Ápices ligeiramente arredondados a truncados, pouco destacados do corpo valvar. Nódulos terminais da rafe grosseiros, posicionados próximo às extremidades. Estrias lineares tornando-se radiadas a curvo-radiadas próximo aos ápices. Aréolas delicadas.

C.: 74,6-162,7 µm; L.: 11-12,5 µm; C/L.: 5,9-13,6 E.: 9-11/10 µm; A.: 30-32/10 µm O.: 6-16.

Comentários: o exemplar analisado assemelha-se à população tipo de *E. georgii* (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998). *Eunotia muelleri*, táxon semelhante, difere por largura valvar, número de ondulações e formato dos ápices. *Eunotia georgii* possui valvas com menor largura valvar, maior número de ondulações e ápices mais rostrado-arredondados (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998). Para a região leste do estado *Eunotia georgii* é citada por Garbuio (2014) e Kim (2016),

Ecologia: encontrada em condições ultra oligotróficas e oligotróficas, com pH 5,6-6,4 e condutividade 10-14 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (LANGE-BERTALOT, 1998; COSTA et al., 2017).

Ocorrência UPGB: 76002, 76004, 76005, 76008, 76015, 76016.

***Eunotia herzogii* Krasske**

Svensk Botanisk Tidskrift, v. 42, n. 4, p. 426, pl. 1, fig. 20, 1948.

Figs.: 17-19

Valvas com margem dorsal convexa apresentando quatro ondulações, com concavidade na região mediana, margem ventral levemente côncava. Ápices subcapitados, levemente fletidos para o lado ventral da valva. Nódulos terminais próximo aos ápices. Estrias paralelas na região mediana a radiadas em direção às extremidades. Aréolas inconspícuas em MO.

C.: 43,8-47,1 μm ; L.: 6,2-8 μm ; C/L.: 5,8-7,1; E.: 12-13/10 μm .

Comentários: Landucci (2002) e Tremarin, Ludwig e Moreira-Filho (2008) apresentaram indivíduos identificados como *E. convexa* var. *convexa* f. *impressa*, com quatro ondulações mais marcadas e uma depressão mediana mais pronunciada na margem dorsal, baseando-se nos exemplares ilustrados por Simonsen (1987). Contudo, os exemplares de Simonsen (1987) apresentam duas ondulações mais amplas ou quatro ondulações leves. Os exemplares de Landucci (2002) e Tremarin, Ludwig e Moreira-Filho (2008) assemelham-se morfológicamente e meristicamente com os lectótipos de *E. herzogii* apresentados por Lange-Bertalot et al. (1996).

Tremarin, Ludwig e Moreira-Filho (2008) apresentam uma população identificada como *E. herzogii*, quando comparada com os lectótipos apresentados por Lange-Bertalot et al. (1996) a população enquadra-se morfológicamente e meristicamente com esta espécie.

Lange-Bertalot et al. (1996) comentam que dois exemplares ilustrados por Hustedt (*in* Atlas Schmidt, pl. 274, fig. 31, 1911; pl. 289, fig. 6, 1913) identificados como *E. camelus*, pertencem na verdade a *E. herzogii*. Entretanto,

comparando-se os exemplares de Hustedt (*E. camelus*) com os lectótipos de *E. herzogii* apresentados por Lange-Bertalot et al. (1996), verificou-se que se enquadram meristicamente e morfologicamente a estes lectótipos, exceto pelo formato da margem ventral e dos ápices. Os exemplares de Hustedt apresentam a margem ventral fortemente côncava e ápices atenuado-arredondados, típicos de *E. camelus*, enquanto, os lectótipos apresentam a margem ventral linear e ápices sub-capitados, levemente fletidos para o lado ventral da valva. Portanto, os exemplares de Hustedt correspondem a *E. camelus* e Lange-Bertalot et al. (1996) estavam equivocados.

Ecologia: ambientes oligotróficos com águas ácidas (pH 5,6-6,3) e baixa condutividade específica (BICCA; TORGAN, 2009; COSTA et al., 2017).

Ocorrência UPGB: 4454, 44546, 47496, 47512, 47516.

Eunotia longicamelus L.F.Costa, D.C.Bicudo & C.E.Wetzel

In: Costa, L.F., Wetzel, C.E., Lange-Bertalot, H., Ector, L. & Bicudo, D.C. Bibliotheca Diatomologica, p. 32, pl. 73; pl.74, figs. 1-8, pl.75-76, 2017.

Figs.: 20-21

Valvas arqueadas, margem dorsal convexa, apresentando duas ondulações arredondadas, margem ventral côncava. Ápices atenuado-arredondados, destacados do corpo valvar. Estrias paralelas na região mediana a radiadas em direção às extremidades em 10 µm. Aréolas inconspícuas em MO. Nódulos terminais nas extremidades.

C.: 23,5-37,2 µm; L.: 5,6-8,9 µm; C/L.: 11,6-15,7; E.: 8-15/10 µm.

Comentários: Reichardt (1995) observou o material de Ehrenberg (1843) e lectotipificou *E. camelus* com uma população semelhante à ilustração feita por Ehrenberg, incluindo indivíduos com duas ondulações na margem dorsal, margem ventral fortemente côncava e com maior largura valvar. Costa et al. (2017) analisando exemplares de dois reservatórios do estado de São Paulo

observaram que alguns indivíduos, incluindo indivíduos ilustrados por Reichardt (pl. 1, figs. 6-9, 12-13), possuíam uma morfologia diferente. Portanto, Costa et al. (2017) optaram por separar espécimes, identificados como *E. camelus* com quatro ou duas grandes ondulações na margem dorsal, com margem ventral levemente côncava e ápices diferenciando-se, das populações com as características típicas de *E. camelus*, propondo assim uma nova espécie: *Eunotia longicamelus* Costa, Bicudo e Wetzel.

Para a região leste do Paraná a espécie é citada como *Eunotia camelus* var. *denticulata* (Brebisson) Gronow por Moreira-Filho e Kutner (1962), como *E. camelus* por Ludwig e Valente-Moreira (1989), Contin (1990), Landucci (2002), Ludwig et al. (2005), Neiva (2005), Bertolli et al. (2010), Faria et al. (2010), Silva-Lehmkuhl et al. (2010) e Marra et al. (2016) e como *E. longicamelus* por Silva-Lehmkuhl et al. (2019).

Ecologia: ambientes mesotróficos, levemente ácidos, com condutividade específica média (COSTA et al., 2017).

Ocorrência UPB: 12419, 12423, 12443, 44535, 44536, 44542, 47496, 47512, 47516, 63364, 63365, 63367, 63368, 63378, 63475, 63477, 63478, 65806, 78032, 78044, 78033, 78036.

Eunotia paravidens C.E.Wetzel, L.F.Costa & Lange-Bertalot

In: Costa, L.F., Wetzel, C.E., Lange-Bertalot, H., Ector, L. & Bicudo, D.C. Bibliotheca Diatomologica, p. 42, pl. 64, figs. 1-2, pl. 65, figs. 2-4, pl.66, figs. 1-4, 2017.

Figs.: 22-23

Valvas dorsiventrais, margem dorsal convexa, apresentando duas ondulações, margem ventral côncava. Ápices atenuado-arredondados, destacados do corpo valvar. Estrias paralelas na região mediana a radiadas em direção às extremidades. Nódulos terminais nas extremidades. Aréolas inconspícuas em MO.

C.: 23,5-37,2 µm; L.: 5,6-8,9 µm; C/L.: 11,6-15,7; E.: 10-15/10 µm.

Comentários: *Eunotia parabidens* distingue-se das espécies próximas por possuir menores medidas de largura valvar (11,7-14 µm) quando comparadas com *Eunotia superbidens* Lange-Bertalot (14-19 µm) e de *E. bidens* por possuir maior densidade de aréolas em 10 µm (*E. parabidens*: 28-32 em 10 µm, *E. bidens*: 20-24 em 10 µm) (COSTA et al. 2017). Moreira-Filho e Momoli (1966), Ludwig e Valente-Moreira (1989), Tremarin, Ludwig e Moreira-Filho (2008) ilustram populações identificadas como *Eunotia praerupta* var. *bidens* (Ehrenberg) Grunow, as quais, atualmente, enquadram-se em *E. parabidens*.

Ecologia: ambientes oligo-mesotróficos, com águas levemente ácidas a neutras (pH 6,2-7,6) e com baixa condutividade específica (COSTA et al., 2017).

Ocorrência UICN: 12403, 12411, 12415, 12419, 12423, 12439, 12443, 12447, 47496, 47509, 47510, 47511, 47512, 47513, 47514, 47515, 47524, 47516, 47517, 47518, 47525, 47520.

Eunotia paratridentula Lange-Bertalot & Kulikovskiy

Bibliotheca Diatomologica, v. 55, p. 33, pl. 19, Figs. 1-9, pl. 37, Figs. 3-6, 2010.

Sinônimos: *Eunotia muscicola* var. *tridentula* Nörpel & Lange-Bertalot, 1993.

Figs.: 24-39

Valvas com margem dorsal convexa, apresentando ondulações pronunciadas, margem ventral côncava, com duas ondulações próximas aos ápices. Ápices arredondados a truncado-arredondados, destacados do corpo valvar. Nódulos terminais nas extremidades. Estrias paralelas na região mediana a levemente radiadas em direção às extremidades. Aréolas inconspícuas em MO.

C.: 11,1-16,2 µm; L.: 3-3,6 µm; C/L.: 3,4-5,4; E.: 16-20/10 µm.

Comentários: *Eunotia paratridentula* está próxima de *Eunotia muscicola* Krasske, entretanto, a primeira apresenta duas ondulações ventrais mais

pronunciadas, valvas mais largas (3,3-4,7 μm) e menor densidade de estrias (18-21/10 μm). *Eunotia muscicola* não possui ondulações ventrais, a largura valvar é menor (3 μm) e a densidade de estrias é um pouco superior (22 estrias em 10 μm) (LANGE-BERTALOT, 1996; KULIKOVSKY et al., 2010). Tremarin, Ludwig e Moreira-Filho (2008) ilustram uma população identificada como *Eunotia muscicola* var. *tridentula*, atualmente este nome é considerado sinônimo de *E. paratridentula*. Silva-Lehmkuhl et al. (2010), Kim (2015), Marra et al. (2016) e Silva-Lehmkuhl et al (2019), também, ilustram populações de *E. paratridentula*.

Ecologia: ambientes oligotróficos a eutróficos, com águas ácidas e com baixa condutividade específica (SILVA-LEHMKUHL et al. 2010; 2019; MARRA et al. 2016).

Ocorrência UICN: 47500, 47512, 47525, 63365, 63371, 63373, 63375, 63376, 63378, 78033, 78045.

Eunotia pectinalis* var. *undulata (Ralfs) Rabenhorst

Algas diatomaceas complectens, cum figuris generum omnium xylographice impressis, v. 74, 1864.

Sinônimos: *Fragilaria pectinalis* var. *undulata* Ralfs, 1843

Himantidium undulatum (Ralfs) W.Smith, 1856

Himantidium pectinale var. *undulatum* (Ralfs) Grunow, 1862

Himantidium pectinale var. *undulatum* (Ralfs) Brun, 1880

Eunotia pectinalis f. *undulata* (Ralfs) A.Berg, 1939

Fig.: 40

Valva com margem dorsal convexa, levemente ondulada, margem ventral côncava, com uma leve ondulação na região mediana. Ápices truncado-arredondados. Nódulos terminais nas extremidades. Estrias paralelas na região

mediana a levemente radiadas em direção às extremidades. Aréolas inconspícuas em MO.

C.: 57,9 µm; L.: 8,9 µm; C/L.: 6,5; E.: 13/10 µm.

Comentários: *Eunotia pectinalis* var. *undulata* difere da variedade típica por apresentar a margem dorsal ondulada (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 2007). O exemplar aqui ilustrado assemelha-se com os exemplares ilustrados por Metzeltin e Lange-Bertalot (2007) e por Furey, Lowe e Johansen (2011). Na região leste do Paraná a espécie é citada por Ludwig e Valente-Moreira (2008).

Ecologia: ambientes com águas alcalinas (FUREY, LOWE; JOHANSEN, 2011).

Ocorrência UPGB: 12419, 12427, 12435.

Eunotia pyramidata Hustedt ex Simonsen

Atlas and catalogue of the diatom types of Friedrich Hustedt, v. 2, p. 33, pl. 28, figs. 1-3, 1987.

Figs.: 41-45

Valvas levemente arqueadas, margem dorsal convexa, margem ventral côncava. Ápices arredondados, destacados do corpo valvar. Nódulos terminais nas extremidades. Estrias paralelas na região mediana a levemente radiadas em direção às extremidades. Aréolas delicadas.

C.: 31,1-42,1 µm; L.: 7,6-9,3 µm; C/L.: 3,9-5,1; E.: 9-11/10 µm; A.: 24/10 µm.

Comentários: a obra original de Ehrenberg (1841-1843) não oferece condições de analisar as características diacríticas da espécie, e não menciona as dimensões valvares e número de estrias. O material foi identificado com base em Lange-Bertalot et al. (1996) que apresenta fotomicrografias de exemplares das coleções de Krasske e de Cleve & Möller, bem como do material-tipo. Metzeltin et al. (2005) observaram, em diversas regiões do Uruguai, populações semelhantes ao material analisado. Para a região leste do estado *E. pyramidata* foi citada por: Ludwig e Valente-Moreira (1989), Contin (1990),

Ludwig et al. (2005), Tremarin, Ludwig e Moreira-Filho (2008), Lehmkuhl (2009) e Marra et al. (2016) e como *E. tridentula* por Faria et al. (2010).

Ecologia: ambientes ultraoligo a oligotróficos com águas ácidas (pH 5,4-6,2) (COSTA et al., 2017).

Ocorrência UPGB: 12403, 12407, 12411, 12419, 12423, 12427, 12431, 12435, 12439, 12443, 12447, 12451, 47493, 47496, 47497, 47509, 47511, 47523, 47524, 47516, 47525, 48150, 61818, 78048.

Eunotia pyramidatoides Norpel-Schempp
Iconographia Diatomologica, v. 3, p. 78, 1996.

Sinônimo: *Eunotia pyramidata* var. *ventralis* Krasske, 1939.

Figs.: 46-47

Valvas levemente arqueadas, margem dorsal convexa, margem ventral côncava, com uma ondulação. Ápices amplamente arredondados, destacados do corpo valvar. Nódulos terminais nas extremidades. Estrias paralelas na região mediana a levemente radiadas em direção às extremidades. Aréolas delicadas.

C.: 39,5-39,9 µm; L.: 10,2-11 µm; C/L.: 3,6-3,8; E.: 14-15/10 µm.

Comentários: o material foi identificado com base em Lange-Bertalot et al. (1996) que apresenta fotomicrografias de exemplares das coleções de Krasske e de Cleve & Möller, bem como do material-tipo. *E. pyramidatoides* caracteriza-se por possuir os ápices amplamente arredondados e pela presença de uma ondulação na margem ventral da valva, diferente da espécie típica que possui ápices arredondados e não possui ondulações na margem ventral (LANGE-BERTALOT, 1996). Para a região leste do estado a espécie foi citada por Landucci (2002) como *Eunotia pyramidata* var. *ventralis* Krasske.

Ecologia: não há dados na literatura.

Ocorrência UPCB:44533, 44539, 44540.

***Eunotia quaternaria* Ehrenberg**

Verbreitung und Einfluss des mikroskopischen Lebens in Süd- und Nord-Amerika, p. 414 (126), pl. 2 (1), Fig.: 13, 1843.

Sinônimos: *Himantidium ehrenbergii* var. *quaternarium* (Ehrenberg) Lagerstedt, 1873

Eunotia ehrenbergii var. *quaternaria* (Ehrenberg) A.Mayer, 1918

Eunotia tridentula f. *typica* Ant.Mayer, null

Eunotia tridentula Ehrenberg, 1843

Eunotia quinararia Ehrenberg, 1843

Himantidium ehrenbergii var. *quinarium* (Ehrenberg) Lagerstedt,

1873

Himantidium ehrenbergii var. *tridentulum* (Ehrenberg) Lagerstedt,

1873

Eunotia tridentula var. *quadridentata* Mayer, 1917

Eunotia ehrenbergii var. *quinararia* (Ehrenberg) Ant.Mayer, 1918

Figs.: 48-49

Valva com margem dorsal convexa, apresentando três ondulações, margem ventral côncava. Ápices atenuado-arredondados. Nódulos terminais nas extremidades. Estrias paralelas. Aréolas inconspícuas em MO.

C.: 33,5-37,8 µm; L.: 7,6 µm; C/L.: 4,4-4,9; E.: 11-12/10 µm.

Comentários: o exemplar analisado assemelha-se com o exemplar tipo de *E. quaternaria*, ilustrado por Ehrenberg (1843) e com o exemplar *Eunotia* species ilustrado por Krammer e Lange-Bertalot (1991), diferindo com relação às medidas de comprimento e largura valvar. *Eunotia* species possui 17,3 µm de comprimento e 3,3 µm de largura valvar. O exemplar analisado e *Eunotia* species assemelham-se com *E. quaternaria* com relação às características

morfológicas, contudo, *Eunotia* species possui um limite métrico menor do que *E. quaternaria* (KRAMMER; LANGE-BERTALOT, 1991).

Ecologia: ambientes com águas ácidas (PATRICK; REIMER, 1966).

Ocorrência UPCB: 76014, 76015.

Eunotia rabenhorstii* var. *monodon Cleve & Grunow

In: Van Heurck, Synopsis des Diatomées de Belgique Atlas, pl. 35, fig. 12b, 1881.

Figs.: 50-53

Valvas arqueadas, margem dorsal convexa, apresentando uma acentuada ondulação, margem ventral côncava. Ápices largamente arredondados a capitados, destacados do corpo valvar. Nódulos terminais nas extremidades. Estrias paralelas na região mediana a levemente curvo-radiadas em direção às extremidades. Aréolas inconspícuas em MO.

C.: 17,9-23,6 µm; L.: 5,8-6,9 µm; C/L.: 3,1-3,5; E.: 12-15/10 µm.

Comentários: *Eunotia ernestii* Lange-Bertalot & Witkowi e *Eunotia excelsa* (Krasske) Nörpel-Schempp, apresentam contorno valvar semelhante ao de *E. rabenhorstii* var. *monodon*, contudo, *E. ernestii* possui ondulação central da margem dorsal mais evidente e *E. excelsa* possui valvas com maiores dimensões valvares (17-68 µm de comprimento, 8-14 µm de largura) (LANGE-BERTALOT; BAK; WITKOWSKY, 2011). Para a região leste do estado a espécie foi citada por: Caetano (1984), Shirata (1986), Ludwig e Valente-Moreira (1989), Contin (1990), Furstenberger e Valente-Moreira (2000), Ludwig et al. (2005), Tremarin, Ludwig e Valente-Moreira (2005), Costin (2007), Lehmkuhl (2009), Bertolli, Tremarin e Ludwig (2010), Faria, Tremarin e Ludwig (2010), Marra et al. (2016) e Silva-Lehmkuhl et al. (2019).

Ecologia: ambientes oligo-mesotróficos com águas ácidas a neutras (pH 6,2-7,3) (COSTA ET AL., 2017).

Ocorrência UPGB: 12403, 12407, 12411, 12415, 12419, 12423, 12427, 12431, 12435, 12439, 12443, 12447, 12451, 12467, 12502, 25153-25157, 25159, 25161, 25162, 25165, 25167, 25169, 25171, 25175, 48150, 48151, 61818, 63376, 63377, 63475, 63477, 63478, 65804, 78032.

Eunotia rabenhorstii* var. *triodon Cleve & Grunow

In: Van Heurck, Synopsis des Diatomées de Belgique Atlas, pl. 35, fig. 12a, 1881.

Figs.: 54-57

Valvas arqueadas, margem dorsal convexa, apresentando uma ondulação levemente acentuada na região mediana da valva e duas pequenas ondulações próximas aos ápices, margem ventral côncava. Ápices largamente arredondados a capitados, destacados do corpo valvar. Nódulos terminais nas extremidades. Estrias paralelas na região mediana a levemente curvo-radiadas em direção às extremidades. Aréolas inconspícuas em MO.

C.: 25,6-37,5 µm; L.: 5,9-7,2 µm; C/L.: 4,2-5,2; E.: 12-14/10 µm.

Comentários: *Eunotia rabenhorstii* var. *triodon* está muito próximo de *E. rabenhorstii* var. *monodon*, mas difere pela presença de três ondulações na margem dorsal deste último táxon. *Eunotia pyramidata* f. *capitata* Krasske, também, é semelhante, mas apresenta valvas mais longas e margem dorsal mais convexa (COSTA et al., 2017). Para a região leste do estado a espécie foi citada por Shirata (1986), Ludwig e Valente-Moreira (1989) e Neiva (2005).

Ecologia: ambientes oligo-eutróficos com águas ácidas a levemente alcalinas (pH 5,2-7,6) (COSTA et al., 2017).

Ocorrência UPGB: 12403, 12419, 12431, 12451, 48152, 49409.

Eunotia schneideri Metzeltin & Lange-Bertalot

Iconographia Diatomologica, v. 5, p. 77, fig. 1-2, 1998.

Fig.: 58

Valva com margem dorsal apresentando duas corcovas, margem ventral reta. Ápices subcapitados, destacadas do corpo valvar. Nódulos terminais próximos às extremidades. Estrias paralelas na região mediana a radiadas em direção às extremidades. Aréolas inconspícuas em MO.

C.: 24 µm; L.: 3,4 µm; C/L.: 7; E.:15/10 µm.

Comentários: o exemplar aqui analisado possui maior densidade de estrias do que o material tipo ilustrado em Metzeltin e Lange-Bertalot (1998) (12/10 µm). Tremarin et al. (2008) observaram densidade de estrias de 12-14 em 10 µm em uma população do Rio Guaraguaçu, ampliando os limites métricos da espécie.

Ecologia: ambientes oligotróficos com águas ácidas (pH 4,4-5,3) com baixa condutividade específica (COSTA et al., 2017).

Ocorrência UPGB: 47495, 47497, 47499, 47512, 47513, 47523, 47515, 47519.

Eunotia serra Ehrenberg

Akademie der Wissenschaften zu Berlin Erster Jahrgang, p. 45, 1837.

Sinônimo: *Eunotia robusta* var. *serra* (Ehrenberg) Meister, 1912

Figs.: 60-62

Valvas arqueadas, margem dorsal convexa, apresentando ondulações apiculadas, margem ventral côncava. Ápices truncado-arredondados, destacados do corpo valvar. Nódulos terminais nas extremidades. Estrias paralelas na região mediana a curvo-radiadas em direção às extremidades. Aréolas inconspícuas em MO.

C.: 41,9-59,6 µm; L.: 10,2-13 µm; C/L.: 3,8-4,5; E: 8-12/10 µm; O: 6-8.

Comentários: *Eunotia serra* assemelha-se com *E. georgii* e *Eunotia muelleri* Hustedt, e frequentemente, essas espécies são confundidas uma vez que as três possuem quantidade de ondulações equivalentes e sobreposição de medidas de comprimento e largura valvar, contudo, *E. serra* possui a margem ventral mais côncava do que as outras duas espécies (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998; LANGE-BERTALOT; BAK; WITKOWSKI, 2011). Para a região leste do estado a espécie foi citada por como *E. serra* por: Tremarin, Ludwig e Moreira-Filho (2008) e Kim (2016) e como *E. serra-australis* por Garbuio (2014).

Ecologia: não há dados na literatura.

Ocorrência UPCEB: 47496, 47506, 47511, 47513, 47514, 76002, 76005, 76011, 76015, 76016, 76018.

Eunotia trigibba Hustedt ex Simonsen

Atlas and catalogue of the diatom types of Friedrich Hustedt, p. 32, pl. 27, figs. 5-8, 1987.

Figs.: 63-65

Valvas arqueadas, margem dorsal convexa, apresentando três ondulações fortemente pronunciadas, margem ventral côncava. Ápices atenuado-arredondados, destacados do corpo valvar. Nódulos terminais nas extremidades. Estrias paralelas na região mediana a levemente radiadas em direção às extremidades. Aréolas inconspícuas em MO.

C.: 29,4-42,9 µm; L.: 9,8-12,2; C/L.: 3-3,3; E: 8-11/10 µm; A.: 16-26/10 µm.

Comentários: *E. trigibba* e *Eunotia tridentula* diferenciam-se pela última apresentar a ondulação central mais pronunciada, contudo, assemelham-se com relação a todas as outras características (COSTA et al., 2017). Para a região leste do estado, a espécie é citada como *Eunotia vanheurckii* var. *intermedia* (Krasske ex Hustedt) Patrick por Shirata (1986) e como *E. trigibba*

por Ludwig e Valente-Moreira (1989), Contin (1990) e Tremarin, Ludwig e Moreira-Filho (2008).

Ecologia: ambientes com águas ácidas (pH 6,2) (COSTA et al., 2017).

Ocorrência UPGB: 12419, 12423, 47494, 47495, 47497, 47499, 47500, 47506, 47509, 47510, 47523, 47515, 47524, 47516, 47525, 47520.

***Eunotia trinacria* Krasske**

Beitrag zur Kenntnis der Diatomeenflora Sachsens, p. 349, fig. a-d, 1929.

Sinônimos: *Eunotia paludosa* var. *trinacria* (Krasske) Nörpel & Alles, 1991.

Fig.: 59

Valvas com margem dorsal convexa, com três ondulações pouco evidentes, ondulação mediana um pouco mais proeminente que as demais, margem ventral reta a sutilmente côncava. Ápices subcapitados. Nódulos terminais nas extremidades. Estrias delicadas, paralelas a radiadas nas extremidades. Aréolas inconspícuas em MO.

C.: 20,9 µm; L.: 2,9 µm; C/L.: 7,2; E.: 19/10 µm.

Comentários: os exemplares aqui analisados são semelhantes aos exemplares tipo ilustrados por Lange-Bertalot et al. (1996) na revisão de alguns materiais tipo de espécies descritas por Krasske. Para a região leste do estado do Paraná, a espécie é citada por Neiva (2005) e por Tremarin, Ludwig e Moreira-Filho (2008), ambos os estudos apresentam poucos exemplares da espécie, em nossas observações, conseguimos registrar somente um exemplar.

Ecologia: ambientes distróficos com águas ácidas (METZELTIN; BAK; WITKOWSKI, 2011).

Ocorrência UPGB: 49406, 49407, 49603, 47494, 47500, 47510, 47512, 47513, 47523, 47524, 47516, 47525, 47519, 47521.

***Eunotia yanomami* Metzeltin & Lange-Bertalot**

Iconographia Diatomologica, v. 5, p. 86-87, pl. 34-36; 37, Figs. 7-8, pl. 45, fig. 6, pl. 63, fig. 2, 1998.

Figs.: 67-70

Valvas levemente arqueadas, margem dorsal convexa, ondulada, margem ventral côncava. Ápices cuneados a cuneados-arredondados. Nódulos terminais nas extremidades. Estrias paralelas, levemente radiadas nas extremidades. Aréolas inconspícuas em MO.

C.: 113,3-152,7 μm ; L.: 13,9-16,9 μm ; C/L.: 8,1-9; E.: 10-11/10 μm ; A.: 20-25/10 μm .

Comentários: a população analisada apresentou uma grande variação, sendo formas bastante alongadas ou oblongas, com ondulações dorsais pouco ou muito pronunciadas e ápices variando desde cuneado-arredondadas a fortemente cuneados. *Eunotia yanomami* é semelhante à *Eunotia zygodon* Ehrenberg diferenciando-se apenas por *E. yanomami* ter valvas com maior comprimento e possuir a menor largura acima de 10 μm (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998). Além disso, *E. zygodon* possui os nódulos terminais trilobados (PATRICK; REIMER, 1966), enquanto *E. yanomami* possui os nódulos terminais simples. A presença de um nódulo trilobado pode, algumas vezes, ser causado por um artefato de técnica, onde a sombra da helictoglossa causa a impressão de um lobo. Bicca, Torgan e Santos (2011) ilustram um exemplar de *E. zygodon* que apresenta um nódulo terminal lobado, não trilobado como ilustrado por Patrick e Reimer. Considerando que essa característica não é facilmente visualizada, o contorno valvar com ondulações dorsais mais altas e mais estreitas nas ilustrações do material tipo brasileiro (pl. 34, figs. 1-6, METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998) podem ser usadas para a delimitação da espécie. O espécime mais longo (152,7 μm) possui ondulações planas na margem dorsal, mas está de acordo com o material tipo da Guiana que também apresenta espécimes grandes (pl. 36, figs. 5-6, METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998). Esta característica está presente em outras espécies como *E. anamargaritae*, mas seus ápices são arredondados e

não cuneados como em *E. yanomami* (COSTA et al. 2017). Dentre as populações estudadas as ilustradas por Neiva (2005) como *E. zygodon*, por Tremarin, Ludwig e Moreira-Filho (2008) como *E. anamargaritae* e *Eunotia* sp. por Klak-Santos (2017), correspondem, morfológicamente, às características de *E. yanomami*. Além destes, Marra et al. (2016) e Silva-Lehmkuhl (2019) registraram populações de *E. yanomami*.

Ecologia: ambientes oligo-mesotróficos com água ácidas a neutras (pH 6,5-7,3) (COSTA et al., 2017).

Ocorrência UPCB: 48152, 48153, 49405, 49407, 49602, 47493, 47494, 47495, 47496, 47497, 47498, 47499, 47502, 47506, 47509, 47510, 47511, 47524, 47525, 63377, 78037, 78049, 78332.

***Eunotia zygodon* Metzeltin & Lange-Bertalot**

Iconographia Diatomologica, v. 5, p. 86-87, pl. 34-36; 37, Figs. 7-8, pl. 45, fig. 6, pl. 63, fig. 2, 1998.

Sinônimos: *Climacidium zygodon* (Ehrenberg) Ehrenberg, 1873.

Figs.: 71-74

Valvas levemente arqueadas, margem dorsal convexa, fortemente ondulada, margem ventral côncava. Ápices cuneados a cuneados-arredondados. Nódulos terminais nas extremidades. Estrias paralelas, levemente radiadas nas extremidades. Aréolas delicadas.

C.: 59,7-122,5 µm; L.: 14,3-17,7 µm; C/L.: 4,1-7,6; E.: 10-12/10 µm; A.: 21-24/10 µm.

Comentários: muitas variedades de *E. zygodon* são registradas na literatura, entretanto mais estudos são necessários para separar a variedade típica de outros táxons semelhantes. Um desses táxons semelhantes é *Eunotia tropica* Hustedt de Madagascar (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 2002) que difere

de *E. zygodon* por ter ondulações menos pronunciadas e ápices levemente cuneados (COSTA et al., 2017).

Moreira-Filho e Momoli (1966) ilustram um exemplar de *Eunotia indica* var. *gracilis* Frenguelli, contudo, este exemplar, atualmente, assemelha-se com *Eunotia zygodon* var. *gracilis* Hustedt, sendo necessárias mais análises para se determinar a real identidade deste exemplar. Na região leste, *E. zygodon* é registrada por Contin (1990), Furstenberger e Valente-Moreira (2000) e Tremarin, Ludwig e Moreira-Filho (2008).

Ecologia: ambientes com águas ácidas a neutras (pH 6,6-7,3) com baixa condutividade específica (COSTA et al., 2017).

Ocorrência UICN: 25153, 25154, 25161, 25163, 25165, 25167, 25169, 25173, 25175, 25177, 47494, 47496, 47497, 47498, 47503, 47509, 47510, 47511, 47513, 47523, 47514, 47524, 47516, 47517, 47518, 47525, 47520.

***Eunotia* sp. 1**

Fig.: 66

Valva arqueada, margem dorsal convexa, fortemente ondulada, com ondulações assimétricas, margem ventral côncava. Ápices truncados. Nódulos terminais nas extremidades. Estrias paralelas. Aréolas inconspícuas em MO. C.: 58 µm; L.: 9 µm; C/L.: 6,4E.: 13/10 µm.

Comentários: *Eunotia* sp. 1 possui semelhanças com *E. georgii*, *E. muelleri* e *E. serra*, todas essas espécies são caracterizadas, principalmente, por possuírem valvas arqueadas com margem dorsal fortemente onduladas e com inúmeras ondulações, entretanto, *Eunotia* sp. 1 possui as ondulações dorsais assimétricas, característica essa não observada nas outras espécies. *Eunotia serra-australis* Metzeltin e Lange-Bertalot possui algumas valvas com assimetria nas ondulações, contudo, essa assimetria não é tão pronunciado quanto a assimetria de *Eunotia* sp. 1. Além disto, *E. serra-australis* possui ápices arredondados ao invés de truncados como em *Eunotia* sp. 1

(METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998). Espécie semelhante é ilustrada por Neiva (2005) identificada como *Eunotia* sp. 1.

Ocorrência UPGB: 76017.

GRUPO 2

Eunotia bilunaris (Ehrenberg) Schaarschmidt

Kanitz, v. 5, p. 159, 1880.

Basiônimo: *Synedra bilunaris* Ehrenberg, 1831 (1832).

Sinônimos: *Synedra bilunaris* Ehrenberg, 1832

Exilaria curvata Kützing, 1833

Exilaria lunaria Jenner, 1845

Synedra lunaris var. *bilunaris* Brun, 1880

Synedra ulna var. *bilunaris* (Ehrenberg; Ehrenberg) Brun, 1880

Eunotia lunaris var. *excisa* Grunow, 1881

Eunotia curvata (Kützing) Lagerstedt, 1884

Eunotia lunaris var. *bilunaris* (Ehrenberg) Grunow, 1885

Pseudo-eunotia lunaris var. *bilunaris* (Ehrenberg) De Toni, 1892

Eunotia lunaris f. *bilunaris* (Grunow) A.Cleve

Figs.: 75-78

Valvas arqueadas, margem dorsal convexa, margem ventral forte a levemente côncava. Ápices arredondados a atenuado-arredondados, não destacados do corpo valvar. Nódulos terminais nas extremidades. Estrias paralelas na região mediana a radiadas em direção às extremidades. Aréolas inconspícuas em MO.

C.: 20,2-57,3 µm; L.: 1,6-3,2 µm; C/L.: 5,4-7,4; E.: 16-28/10 µm; A.: 25-26/10 µm.

Comentários: os exemplares ilustrados por Landucci (2002) possuem características muito próximas a *E. bilunaris*, entretanto algumas diferenças morfológicas e morfológicas enquadram-se em *Eunotia juettnerae* Lange-Bertalot. *Eunotia bilunaris* e *E. juettnerae* são comumente confundidas, pois, alguns exemplares de *E. bilunaris* possuem uma morfologia muito parecida com a morfologia de *E. juettnerae*, diferenciando-se, principalmente, por dois caracteres: a largura valvar (*E. bilunaris* 3,5-5,5 µm; *E. juettnerae* 2,7-4 µm) e a densidade de estrias (*E. bilunaris* 13-17 em 10 µm; *E. juettnerae* 16-19 em 10 µm) (LANGE-BERTALOT; BAK; WITKOWSKI, 2011).

As populações apresentadas por Neiva (2005), Santos, Tremarin e Ludwig (2011), Tremarin, Ludwig e Moreira-Filho (2008), Silva-Lehmkuhl et al. (2010), Faria et al. (2010), Marra (2015) e Klak-Santos (2017) enquadram-se em *E. bilunaris* quando comparadas com outras populações deste táxon (Patrick e Reimer, 1966; Krammer e Lange-Bertalot, 1991; Lange-Bertalot, Bak e Witkowski, 2011). Não foi possível avaliar o material tipo, uma vez que Ehrenberg (1832) descreveu *Synedra bilunaris* somente com uma descrição sem ilustrações. Schaarschmidt (1881) realizou a transferência de *S. bilunaris* para o gênero *Eunotia*, novamente, somente com uma descrição sem ilustrações.

Ecologia: espécie tolerante encontrada em ambientes oligotróficos a eutróficos (HOFMANN, 1994; VAN DAM; MERTENS; SINKELDAM, 1994; LANGE-BERTALOT; BAK; WITKOWSKI, 2011; FAUSTINO et al., 2016; COSTA et al., 2017).

Ocorrência UICN: 47493, 47494, 47495, 47496, 47497, 47499, 47500, 47502, 47503, 47506, 47509, 47510, 47511, 47512, 47513, 47523, 47514, 47515, 47524, 47516, 47517, 47518, 47525, 47519, 47520, 47521, 48153, 49405, 49409, 49602, 53795, 53809, 53812, 53822, 63363, 63365, 63368, 63475, 63476, 63477, 63478, 78032-78037, 78044-78049, 78331.

***Eunotia juettnerae* Lange-Bertalot**

In: Lange-Bertalot, Bak & Witkowski, *Diatoms of Europe*, p. 127, pl. 26, Figs 1-17, pl. 27, Figs 1-6, 2011.

Figs.: 79-83

Valvas com margem dorsal convexa, margem ventral levemente côncava. Ápices levemente protraídos. Nódulos terminais nas extremidades. Estrias paralelas em toda extensão valvar. Aréolas inconspícuas em MO.
C.: 34,8-56,7 μm ; L.: 2,9-3,8 μm ; C/L.: 11,6-15,7; E.: 16-19/10 μm .

Comentários: os exemplares ilustrados por Landucci (2002) foram identificados como *E. bilunaris*, contudo a população de (Landucci) possui algumas diferenças merísticas e morfológicas quando comparada com *E. bilunaris*. A população de Landucci (2002) apresenta ápices mais agudos, menor largura valvar (*E. bilunaris* 3,5-5,5 μm) e maior densidade de estrias (*E. bilunaris* 13-17 em 10 μm) de que *E. bilunaris*, enquadrando-se, portanto em *E. juettnerae*. Os exemplares analisados assemelham-se morfológicamente e meristicamente com os exemplares tipo ilustrados por Lange-Bertalot, Bak e Witkowski (2011).

Ecologia: ambientes mesotróficos com águas ácidas (pH 6,6-6,7) e baixa condutividade específica (LANGE-BERTALOT; BAK; WITKOWSKI, 2011; COSTA et al., 2017).

Ocorrência UPCB: 44533-44545, 44547-44550.

Eunotia mucophila (Lange-Bertalot & Nörpel Schempp) Metzeltin, Lange-Bertalot & García-Rodríguez, Iconographia Diatomologica, v.15, p. 53, pl. 23, Figs. 1-24, 2005

Basiônimo: *Eunotia bilunaris* var. *mucophila* Lange-Bertalot, Nörpel-Schempp e E.Alles, 1991.

Figs. 88-89

Valvas com margem dorsal convexa, margem ventral côncava. Ápices arredondados e não destacados, nódulos terminais da rafe destacados e

posicionados na região mediana dos ápices valvares. Estrias paralelas. Aréolas inconspícuas em MO.

C.: 48,8-52,8 µm; L.: 3,2-3,6 µm; C/L.: 14,6-15,2; E.: 30/10 µm.

Comentários: os exemplares analisados assemelham-se morfológica e meristicamente com os exemplares ilustrados por Metzeltin, Bak e Witkowski (2011). Os autores elevaram o táxon de variedade (*E. bilunaris* var. *mucophila*) para espécie e comentaram que em trabalhos anteriores muitas populações de *E. mucophila* foram identificadas erroneamente como *E. bilunaris*, como foi o caso de um exemplar (Fig. 6) ilustrado por Tremarin, Ludwig e Moreira-Filho. Para a região leste do Paraná a espécie foi citada por Moreira-Filho, Valente-Moreira e Cecy (1973), Cecy, Valente-Moreira e Hohmann (1973) e Caetano (1984) como *Eunotia curvata*, por Shirata (1986) e Contin (1990) como *Eunotia luna* e por Kim (2015) como *E. mucophila*.

Ecologia: ambientes oligo-mesotróficos com águas ácidas (pH 5,1-6,8) (LANGE-BERTALOT; BAK; WITKOWSKI, 2011; COSTA ET AL., 2017).

Ocorrência UPCB: 12467, 12468, 12472, 12482, 12487. 12491, 12492, 12497, 12508, 12511, 12512, 12515, 12517, 76003, 76011, 76016.

***Eunotia naegelii* Migula**

In Thomé, Fr. Deutschland, v.2, n.1, p. 203, 1907.

Sinônimos: *Synedra alpina* Naegeli ex Kützing, 1849.

Eunotia lunaris var. *alpina* (Nägeli ex Kützing) Grunow, 1881.

Pseudo-eunotia alpina (Nägeli) De Toni, 1892.

Eunotia alpina (Nägeli) Hustedt, 1913.

Figs.: 84-87

Valvas arqueadas, margem dorsal convexa, margem ventral levemente côncava. Ápices arredondados levemente fletidos dorsalmente. Nódulos

terminais nas extremidades. Estrias paralelas em toda extensão valvar. Aréolas inconspícuas em MO.

C.: 61,2-86,9 μm ; L.: 2,9-3,7 μm ; C/L.: 21,1-24,1; E.: 31-36/10 μm .

Comentários: *Eunotia naegellii* apresenta morfologia semelhante a *E. bilunaris* diferindo. No entanto, com relação ao formato dos ápices, *Eunotia bilunaris* possui ápices arredondados, enquanto em *E. naegellii* os ápices são arredondados e levemente defletidos dorsalmente. Além disso, *E. bilunaris* possui medidas maiores de largura valvar (3,5-5,5 μm) e menor densidade de estrias (13-17 em 10 μm). Para a região leste, foram realizados registros da espécie por Caetano (1984) como *Eunotia fallax* var. *gracillima* f. *densistriata* e como *E. naegellii* por Ludwig et al. (2005), Faria, Tremarin e Ludwig (2010), Silva-Lehmkuhl et al. (2010), Marra et al. (2016), Klak-Santos (2017) e Silva-Lehmkuhl et al. (2019).

Ecologia: ambientes ultraoli-oligotróficos com água ácidas (pH 5,1-6,3) (COSTA et al., 2017).

Ocorrência UPGB: 12467, 12492, 48150, 63364, 63368, 63378, 63475, 63476, 63477, 63478, 78328.

***Eunotia paulovalida* Metzeltin & Lange-Bertalot**

Iconographia Diatomologica, v. 18, p. 114, pl. 82, Figs.: 1-3, 2007.

Fig.: 90

Valva com margem dorsal levemente convexa, margem ventral reta. Ápices arredondados. Nódulos terminais nas extremidades. Estrias paralelas. Aréolas inconspícuas em MO..

C.: 71,2 μm ; L.: 5,1 μm ; C/L.: 13,9; E.: 20/10 μm .

Comentários: a espécie apresenta valvas quase retas, diferindo de *E. valida* Hustedt que apresenta valvas arqueadas e ápices voltados para a margem dorsal. O único espécime observado concorda totalmente com o material tipo ilustrado por Metzeltin e Lange-Bertalot (2007).

Ecologia: ambientes ultraoligotróficos com águas ácidas (pH 5,4) com baixa condutividade específica (COSTA et al., 2017).

Ocorrência UPGB: 76015.

Eunotia rolandschmidtii Metzeltin & Lange-Bertalot

Iconographia Diatomologica, v. 5, p. 90, pl. 1, Figs.: 14-16, 1998.

Fig.: 91

Valvas com margem dorsal convexa, margem ventral reta a ligeiramente côncava. Ápices subcapitados, destacados pela constrição nas bases dos ápices. Estrias lineares na região mediana tornando-se paralelas próximo às extremidades. Aréolas inconspícuas em MO.

C.: 192,1 µm; L.: 7,5 µm; C/L.: 25,6; E.: 10/10 µm.

Comentários: o táxon mais semelhante a *E. rolandschmidtii* é *E. patrickae* Hustedt que apresenta ápices naziformes mais agudos e valvas mais estreitas (2,8-3,5 µm) (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 2007; COSTA et al., 2017).

Ecologia: ambientes oligotróficos com águas ácidas (pH 6,4) (COSTA et al., 2017).

Ocorrência UPGB: 76018.

Eunotia valida Hustedt

Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas, v. 10, p. 178, Fig.: 229, 1930.

Figs.: 92-95

Valvas com margem dorsal convexa, margem ventral levemente côncava. Ápices arredondados. Nódulos terminais nas extremidades. Estrias paralelas. Aréolas inconspícuas em MO.

C.: 82,6-138,7 µm; L.: 5,7-6 µm; C/L.: 13,7-24,3; E: 10-14/10 µm.

Comentários: *E. valida* possui morfologia semelhante a *E. glacialis* F. Meister, contudo, *E. glacialis* possui ápices mais obtusos que *E. valida* e uma relação comprimento/largura inferior quando comparada a qualquer táxon próximo (LANGE-BERTALOT; BAK; WITKOWSKY, 2011).

Ecologia: ambientes ultra oligo-oligotróficos com águas ácidas (pH 5,4-6,3) e baixa condutividade específica (COSTA et al., 2017).

Ocorrência UPGB: 76018.

GRUPO 3

Eunotia major (W. Smith) Rabenhorst

Flora europaea algarum aquae dulcis et submarinae. Sectio I, p. 72, 1864.

Basiônimo: *Himantidium majus* Wm. Smith, British. Diat., v. 2, p. 14, pl. 33, fig. 286, 1856.

Sinônimos: *Himantidium majus* W.Smith, 1856.

Himantidium arcus var. *majus* (W.Smith) Brun, 1880.

Eunotia arcus var. *majus* (W.Smith) Brun ex Petit, 1888.

Eunotia monodon var. *majus* (W.Smith) Hustedt, 1930.

Figs.: 96-99

Valvas arqueadas, margem dorsal moderadamente convexa, margem ventral côncava. Ápices arredondados, destacados do corpo valvar. Nódulos terminais nas extremidades. Estrias paralelas na região mediana a curvo-radiadas em direção às extremidades. Aréolas delicadas.

C.: 68,7-112,5 µm; L.: 10,6-11,3 µm, C/L.: 6,2-9,9; E: 8-10/10 µm; A.: 21-22/10 µm.

Comentários: *E. major* é frequentemente confundida com *E. monodon*. Segundo Patrick e Reimer (1966), essa confusão tem sua origem com

Ehrenberg que ilustrou exemplares de ambas as espécies, mas as identificou como *E. monodon*. Patrick e Reimer salientam ainda, que as duas espécies podem ser facilmente diferenciadas, pois, *E. major* possui ápices distintamente capitados e destacados do corpo valvar, enquanto *E. monodon* possui ápices levemente destacados do corpo valvar, separados apenas por um estreitamento. Hustedt (1930; 1927-66) já havia descrito algumas diferenças entre *E. monodon* e *E. monodon* var. *major* (sin. *E. major*). Hustedt (1930; 1927-66) comenta que as espécies diferenciam-se por *E. major* possuir a margem dorsal levemente mais arqueada, margens dorsal e ventral paralelas e ápices cuneados, enquanto, *E. monodon* possui margem dorsal levemente convexa, margem ventral fortemente côncava e ápices arredondados, levemente destacados do corpo valvar, nunca capitados. Lange-Bertalot (1993) fez uma extensa discussão sobre a sinonimização de *E. major* e *E. monodon* separando as duas espécies com base, principalmente, na terminação da rafe, que parece terminar em uma helictoglossa mais distante do ápice em *E. major*.

Smith (1856) descreveu os exemplares tipo de *Himantidium majus* (sin. *E. major*), para a Irlanda, possuindo valvas arqueadas, margem dorsal elevada, ápices inflados a arredondados, 27 estrias em 10 µm, 55-75 µm de comprimento e 6 µm de largura valvar. Lange-Bertalot, Bak e Witkowski (2011) analisaram o material tipo de Smith e descrevem os indivíduos com valvas arqueadas, margem dorsal moderada a fortemente convexa, margem ventral estreita a fortemente côncava, ápices longo-protraídos a subcapitados com os polos fortemente arredondados, 10-13 estrias em 10 µm, 40-200 µm de comprimento e 10-13 µm de largura valvar.

A população ilustrada por Landucci (2002) possui morfologia semelhante a descrita e ilustrada por Lange-Bertalot, Bak e Witkowski (2011), possuindo, entretanto, um maior limite métrico com relação a largura valvar e ao número de estrias. Contudo, esse maior limite métrico ainda é suportado pelos limites métricos descritos por Smith (1856) na proposta original da espécie, pertencendo a população de Landucci (2002) a *E. major*. Além da população de Landucci, Shirata (1986), Contin (1990) e Tremarin, Ludwig e Moreira-Filho (2008).

Ecologia: ambientes oligotróficos, moderadamente ácidos, ricos em ácido húmico e com condutividade específica baixa (LANGE-BERTALOT; BAK; WITKOWSKI, 2011).

Ocorrência UPGB: 44533, 44534, 44537, 44542-44543, 47509, 47510.

Eunotia metamonodon Lange-Bertalot

In Lange-Bertalot, Diatoms of Europe, v. 6, p. 153, pl. 217, Figs 1-10, 2011.

Figs.: 100-103

Valvas com margem dorsal convexa, margem ventral côncava a reta. Ápices arredondados. Nódulos terminais próximos às extremidades. Estrias lineares na região mediana a ligeiramente paralelas próximo aos ápices. Aréolas delicadas.

C.: 72,3-130,6 µm; L.: 8,6-11,2 µm; C/L.: 8,4-11,6; E.: 7-9/10 µm; A.: 22-24/10 µm.

Comentários: *Eunotia metamonodon* foi descrita para comportar as populações que antes eram chamadas de *Eunotia monodon*, mas que depois da lectotipificação de *E. monodon*, não se enquadram mais na espécie. *E. metamonodon* é semelhante a *E. monodon* morfologicamente, entretanto, a primeira possui maiores medidas valvares (40-250 µm de comprimento e 10-15 µm de largura) quando comparada com *E. monodon* (33 µm de comprimento e 6,6 µm de largura) (LANGE-BERTALOT; BAK; WITKOWSKI, 2011). Para o leste do estado a espécie foi citada por Kim (2015).

Ecologia: não há dados na literatura.

Ocorrência UPGB: 76005.

Eunotia monodon Ehrenberg

Abh. Akad. Wiss. Berl., p. 414, pl. 2, fig. 7, 1841 (1843).

Sinônimos: *Climacidium monodon* (Ehrenberg) Ehrenberg, 1872

Fig.: 188

Valva com margem dorsal convexa, margem ventral côncava. Ápices arredondados, levemente destacados do corpo valvar, geralmente mais estreito ao L. da valva na região mediana. Nódulos terminais nas extremidades. Estrias paralelas na região mediana a curvo-radiadas em direção às extremidades. Aréolas delicadas.

C.: 73,9 µm; L.: 10,5 µm; C/L.: 7; E.: 10/10 µm; A.: 26/10 µm.

Comentários: *Eunotia monodon* é um táxon amplamente citado na literatura ao longo do tempo, sendo frequentemente confundido com outros táxons. Entretanto, Lange-Bertalot, Bak e Witkowski (2011) realizaram a lectotipificação da espécie, conseguindo delimitar melhor este e outros táxons semelhantes. *Eunotia monodon* possui valvas menores do que *E. metamonodon* e *E. major* e se diferencia, também, de *Eunotia monodontiforma* Lange-Bertalot & Nörpel-Schempp por possuir valvas mais largas e ápices menos cuneados (LANGE-BERTALOT; BAK; WITKOWSKI, 2011; COSTA et al., 2017). No leste do Paraná a espécie foi citada por Shirata (1986), Tremarin, Ludwig e Moreira-Filho (2008) e Marra et al. (2016).

Ecologia: ambientes oligo-mesotróficos com águas ácidas a neutras (pH 6,3-7,6) e baixa condutividade específica (COSTA et al., 2017).

Ocorrência UPGB: 47493, 47494, 47496, 47497, 47498, 47499, 47500, 47509, 47511, 47512, 47513, 47523, 47514, 47515, 47524, 47518, 78035.

Eunotia pseudoindica Frenguelli

Rev. Mus. La Plata, Bot., v. 3, p. 307, 1941.

Figs.: 105-108

Valvas com margem dorsal convexa. Margem ventral côncava. Ápices cuneados, destacados do corpo valvar. Nódulos terminais nas extremidades. Estrias paralelas tornando-se radiadas em direção aos ápices, Aréolas delicadas.

C.: 43,2-79,3 μm ; L.: 9,8-11,3 μm ; C/L.: 4,3-7; E.: 14-15/10 μm ; A.: 22-28/10 μm .

Comentários: Frenguelli (1941) propõe a espécie *E. pseudoindica* com base em exemplares anteriormente descritos por ele como *E. indica*. Estes exemplares foram encontrados em amostras provenientes de um sistema de banhados e lagoas de Yberá, na Argentina. A diferença entre *E. pseudoindica* e *E. indica* baseia-se principalmente na forma das extremidades valvares. *E. indica* possui extremidades cuneado-arredondadas e *E. pseudoindica* extremidades cuneadas, mais atenuadas e alongadas. Além disso, o autor comenta que *E. indica* está mais relacionada com o grupo de *E. monodon* e que *E. pseudoindica* assemelha-se mais com as formas de *E. zygodon*, principalmente no que se refere ao tamanho e à forma da margem dorsal da valva. O exemplar identificado como *E. indica* por Tremarin, Ludwig e Moreira-Filho (2008), pertence a *E. pseudoindica*.

Ecologia: ambientes oligo-mesotróficos com águas ácidas a neutras (pH 6,3-7) com baixa condutividade específica (COSTA et al., 2017).

Ocorrência UPCB: 47494, 47495, 47497, 47513, 47515, 47516, 47517, 47525, 47497, 4751.

Eunotia yberai Frenguelli

Contribuciones al conocimiento de las Diatomeas Argentinas, v. 37, p. 446, pl. 8, Fig.: 12, 1933.

Fig.: 109

Valva com margem dorsal convexa, margem ventral côncava. Ápices cuneados a cuneados-arredondados. Nódulos terminais nas extremidades. Estrias paralelas, levemente radiadas nas extremidades. Aréolas inconspícuas em MO.

C.: 88,2 µm; L.: 15,4 µm; C/L.: 5,7; E.: 13/10 µm; A.: 21/10 µm.

Comentários: o indivíduo aqui ilustrado concorda com o conceito de táxon em Metzeltin et al. (2005). *Eunotia yberai* apresenta semelhanças com *E. indica*, diferindo com relação ao formato dos ápices, *E. indica* ápices mais arredondados do que cuneiforme, como em *E. yberai* (COSTA et al., 2017).

Ecologia: ambientes eu-hipereutróficos com águas alcalinas (pH 7,3-9,6) com alta condutividade específica (COSTA et al., 2017).

Ocorrência UPCB: 76015.

DISCUSSÃO

O número de táxons registrados, até o presente momento, neste estudo (35) pode ser considerado elevado, quando comparado com outros estudos brasileiros específicos de *Eunotia*. Bicudo et al. (1995) registraram 14 espécies para o Pantanal Mato-grossense, Cavalcante et al. (2014) encontraram 12 táxons no estado de Santa Catarina, Ferrari et al. (2007) registraram 23 espécies em corpos d'água amazônicos e 87 táxons foram registrados por Costa et al (2017). No estado do Paraná, os estudos que se destacam, por possuir maior diversidade de espécies do gênero, foram os de Ludwig e Valente-Moreira (1989) com 24 espécies, Tremarin, Ludwig e Moreira-Filho (2008) registraram 40 espécies e o de Favaretto et al. (2019) apresenta 21 táxons.

Problemas taxonômicos foram encontrados por diversas razões, dentre elas, observamos que ao longo do tempo os critérios que circunscrevem as espécies modificaram-se e as relações entre elas e entre populações de espécies polimórficas também. Nas últimas décadas, com a interrupção da tendência de agregação entre os "taxonomistas alfa" essa questão começou a ser revertida (VANORMELINGEN; VERLEYEN; VYVERMAN, 2008), reforçando ainda mais a necessidade da realização de trabalhos de revisão taxonômica.

A análise das estruturas das espécies de *Eunotia* em MEV é fundamental para descrição e correta determinação das espécies do gênero, sendo necessária para a diferenciação interespecífica de algumas espécies, como é o caso de *E. major* e *E. metamonodon*. Além disto, a MEV mostra-se essencial para a observação da rimoportula: ausência ou presença, número (1 ou 2) e posição (alinhada a helictoglossa, centralizada no ápice ou oposta a helictoglossa), para ser usada na diferenciação interespecífica no gênero (VYVERMAN et al. 1998; SIMS; MANN; MEDLIN, 2006).

É importante ressaltar que ainda há muito trabalho a ser realizado, pois várias espécies registradas nos estudos selecionados para esta revisão taxonômica, não foram possíveis de observar, pois não foram encontradas nas lâminas originais, nem nas amostras disponíveis no Herbário onde foram depositadas, ou não havia amostras depositadas em herbário.

Esta revisão resultou no aumento significativo na quantidade de espécies de *Eunotia* registradas para a região leste do Paraná.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F.F.; SANTOS-SILVA, E.N.; ECTOR, L.; WETZEL, E. *Eunotia amazonica* sp. nov. (Bacillariophyta), a commons talk-forming species from the Rio Negro basin (Brazilian Amazon). **European Journal of Phycology**, v. 53, n. 2, 2018.
- BARBER, H.G.; HAWORTH, E.Y. The features of the Diatom frustule. **Freshwater Biological Association**, 1981.
- BARTOZEK, E.C.R.; TREMARIN, P.I.; PERES, C.K.; BRANCO, C.C.Z. *Eunotia itacueretabaensis* sp. nov. (Bacillariophyceae, Eunotiaceae) from the Campos Gerais region, Southern Brazil. *Phytotaxa*, v. 439, n. 1, 2020.
- BICCA, A.B.; TORGAN, L.C. Novos registros de *Eunotia* Ehrenberg (Eunotiaceae Bacillariophyta) para o Estado do Rio Grande do Sul e Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 2, p. 427-435, 2009.
- BICUDO, D.C.; DE-LAMONICA-FREIRE, E.; FIGUEIREDO, D.M.; LIMA, D. Ficoflórula do pantanal de Mato Grosso, Brasil: Centrales e Eunotiaceae (Bacillariophyceae). **Hoehnea**, v. 22, n. 1/2, p. 165-182, 1995.
- CAETANO, Z. **Diatomáceas (Bacillariophyta) dos lagos do Colégio Santa Maria, Município de Almirante Tamandaré, Estado do Paraná, Brasil**. 1984. 274 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Curso de Pós-Graduação em Botânica, Curitiba.
- CANANI, L.G.C.; MENEZES, M.; TORGAN, L.C. Diatomáceas epilíticas de águas oligotróficas e ácidas do Sudeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, p. 130-140, 2011.
- CANANI, L.G.C.; TORGAN, L.C. Two new *Eunotia* species with subapical costae, an uncommon structure for the genus. **Diatom Research**, v. 28, n. 4, p. 395-406, 2013.

CANTONATI, M.; LANGE-BERTALOT, H. Diatom monitors of close-to-pristine, very-low alkalinity habitats: three new *Eunotia* species from springs in Nature Parks of the southeastern Alps. **Journal of Limnology**, v. 70, n. 2, p. 209-221, 2011.

CAVALCANTE, K.P.; TREMARIN, P.I.; CASTRO, E.C.; TIBIRIÇÁ, C.E.J.A.; WOJCIECHOWSKI, J.; LUDWIG, T.A.V. Epiphytic *Eunotia* (Bacillariophyceae) on *Podostemum* from Santa Catarina, southern Brazil, including new observations on morphology and taxonomy of some rare recorded species. **Biota Neotropica**, v. 14, n. 3, p. 1-12, 2014.

CONTIN, L.F. Contribuição ao estudo das diatomáceas (Chrysophyta, Bacillariophyceae) na região da barragem de captação d'água do rio Iguaçu (SANEPAR), em Curitiba, Estado do Paraná, Brasil. **Estudos de Biologia**, n.24, p. 5-95, 1990.

COSTA, L.F.; WETZEL, C.E.; LANGE-BERTALOT, H.; ECTOR, L.; BICUDO, D.C. Taxonomy and ecology of *Eunotia* species (Bacillariophyta) in southeastern Brazilian reservoirs. *In*: LANGE-BERTALOT, H.; KOCIOLEK, J.P. **Bibliotheca Diatomologica**, J. Cramer, v. 64, 2017a.

COSTIN, J.C. **Diatomáceas (Ochrophyta) epilíticas do Rio Negro, Paraná**: estrutura da comunidade antes e após um derramamento de óleo diesel e vegetal. 2007. ix, 69f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Botânica. Defesa: Curitiba, 2007, Curitiba. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1884/16255>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

DÍAZ-CASTRO, J.G.; SOUZA-MOSIMANN, R.M.; LAUDARES-SILVA, R.; FORSBERG, B.R. Composição da comunidade de diatomáceas perifíticas do Rio Jaú, Amazonas, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 33, n. 4, p. 583-606, 2003.

EDLUND, M.B.; BRANT, L.A. *Eunotia charliereimeri*, a new *Eunotia* species (Bacillariophyceae) with amphoroid frustule symmetry. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, v. 160, p. 47-56, 2010.

ESKINAZI-LEÇA, E.E.; SATO, S. Contribuição ao estudo das diatomáceas da praia de Piedade (Pernambuco - Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 5/6, p. 73-114, 1966.

FARIA, D.M.; TREMARIN, P.I.; LUDWIG, T.A.V. Diatomáceas perifíticas da represa Itaquí, São José dos Pinhais, Paraná: Fragilariales, Eunotiales, Achnanthales e *Gomphonema* Ehrenberg. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 3, p. 415-427, 2010.

FAUSTINO, S.B., FONTANA, L., BARTOZEK, E.C.R., BICUDO, C.E.M.; BICUDO, D.C. Composition and distribution of diatom assemblages from core and surface sediments of a water supply reservoir in Southeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 16, n. 2, 2016.

FAVARETTO, C.C.R.; TREMARIN, P.I.; MEDEIROS, G.; LUDWIG, T.A.V.; BUENO, N.C. *Eunotia* (Bacillariophyceae) from a subtropical stream adjacent to Iguaçu National Park, Brazil, with the proposition of a new species. *Biota Neotrópica*, v. 21, n. 1, e20190811, 2021.

FERRARI, F.; PROCOPIAK, L.K.; ALENCAR, Y.B.; LUDWIG, T.A.V. *Eunotiaceae* (Bacillariophyceae) em igarapés da Amazônia Central, Manaus e Presidente Figueiredo, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 37, p. 1-16, 2007.

FUREY, P.C.; LOWE, R.L.; JOHANSEN, J.R. *Eunotia* Ehrenberg (Bacillariophyta) of the Great Smoky Mountains National Park, USA. **Bibliotheca Diatomologica**, v. 56, 2011. 134 pp.

FÜRSTENBERGER, C.B.; VALENTE-MOREIRA, I.M. Diatomáceas (Bacillariophyta) perifíticas da lagoa Tarumã, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Insula**, v. 29, p. 117-134, 2000.

GARBUIO, R. **Biodiversidade das diatomáceas perifíticas em ambientes de baixo impacto antrópico, na área dos mananciais da serra, Piraquara, Paraná.** 2014. 54 f. Monografia (Bacharelado) - Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Curso de Graduação em Ciências Biológicas, Curitiba. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1884/40343>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

GARCIA, D.R.; BUENO, N.C.; NARDELLI, M.S.; TREMARIN, P.I.; LUDWIG, T.A.V.; BAUMGARTNER, G. *Eunotia* Ehrenberg (Bacillariophyceae) in the Hercílio River, Santa Catarina, southern Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 38, n. 3, p. 623-637, 2015.

GLUSCHCHENKO, A.M.; KULIKOVSKIY, M.S. Sistemática e distribuição de táxons de *Eunotia camelus* (Eunotiaceae, Bacillariophyceae) de corpos hídricos do Sudeste da Ásia. **Botanical Journal**, v. 102, n. 3, p. 329-338, 2017a.

GLUSCHCHENKO, A.M.; KULIKOVSKIY, M.S. Taxonomy and Distribution of the Genus *Eunotia* Ehrenberg in Aquatic Ecosystems of Vietnam. **Inland Water Biology**, v. 10, n. 2, p. 130-139, 2017b.

GLUSCHCHENKO, A.M.; KULIKOVSKIY, M.S.; KUZNETSOVA, I.V. **The genus *Eunotia* Ehrenberg (Bacillariophyceae) in waterbodies of South-East Asia.** Yaroslavl, Filigran, 2018. 211p.

HAMILTON, P.B.; SIVER, P.A. A Morphological Investigation of *Eunotia fennica* (Bacillariophyceae) from a Freshwater Acidic Pond in New Foundland, Canadá. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, v. 160, p. 89-98, 2010.

HOFMANN, G. **Aufwuchs-Diatomeen in Seen und ihre Eignung als Indikatoren der Trophie.** In. LANGE-BERTALOT, H. Bibliotheca Diatomologica, v. 30, J. Cramer, 1994.

HOFMANN, G.; LANGE-BERTALOT, H.; WERUM, M. **Diatomeen im Süßwasser - Benthos von Mitteleuropa**. In: LANGE-BERTALOT, H. Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. In German, with Latin nomenclature and Latin species index, Koeltz Botanical Books, Alemanha, 2013.

HUSTEDT, Friedrich. Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. **Koenigstein: Otto Koeltz Science**, 1930.

HUSTEDT, F. Zellteilungsfolge und Variabilität bei Diatomeen. **Archiv für Hydrobiologie**, v. 21, p. 391-400, 1955.

JUTTNER, I.; VAN DE VIJVER, B.; WILLIAMS, D.M.; LANGE-BERTALOT, H.; ECTOR, L. The genus *Eunotia* (Bacillariophyta) in the Falkland Islands and species-area relationships in sub-Antarctic islands. **Diatom Research**, v. 33, n. 4, p. 413-452, 2019.

KIM, K.I.M.B. ***Eunotia* (Diatomeae) perifíticas, em ambientes de baixo impacto antrópico, na área dos mamanciais da Serra do Mar, Sul do Brasil**. 2015. 46 f. Monografia (Bacharelado) - Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Curso de Graduação em Ciências Biológicas, Curitiba. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1884/40572>>. Acesso em: 21 fev. 2018 .

KLAK-SANTOS, R. **Trajetória sucessional de diatomáceas perifíticas de substratos artificiais em reservatórios urbanos**. 2017. 76 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Botânica. Defesa: Curitiba, 11/09/2017. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1884/52560>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

KOBAYASI, H.; ANDO, K.; NAGUMO, T. On some endemic species of the genus *Eunotia* in Japan. In: R. Ross (ed.), Proceedings of the Sixth Symposium on Recent and Fossil Diatoms, Budapest, September 1-5, 1980, Taxonomy-

Morphology-Ecology-Biology. **Koeltz Publishing, Koenigstein**, p. 93-114, 1981.

KULIKOVSKIY, M.; LANGE-BERTALOT, H.; GENKAL, S.I.; WITKOWSKI, A. *Eunotia* (bacillariophyta) in the holarctic: New species from the Russian Arctic. **Polish Botanical Journal**, v. 55, n. 1, p. 93-106, 2010.

LANDUCCI, M. **Diatomáceas de rios da bacia hidrográfica litorânea, Paraná, Brasil**: coscinodiscophyceae, fragilariophyceae e bacillariophyceae (achnanthales e eunotiales). 2002. ix, 141f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Curitiba.

LANGE-BERTALOT, H. 85 neue Taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa, Vol. 2/1-4. **Bibliotheca Diatomologica**, v. 27, 1993. 454 pp.

LANGE-BERTALOT, H. *Navicula* sensu stricto, 10 genera separated from *Navicula* sensu lato, *Frustulia*. **Diatoms of Europe**, v. 2, 2001. 526 pp.

LANGE-BERTALOT, H., HOFMANN, G., WERUM, M. & CANTONATI, M. **Freshwater benthic diatoms of Central Europe: over 800 common species used in ecological assessments. English edition with updated taxonomy and added species**. In: CANTONATI, M.; KELLY, M.; LANGE-BERTALOT, H. Koeltz Botanical Books, 2017. 942 pp.

LANGE-BERTALOT, H.; METZELTIN, D. **Indicators of oligotrophy 800 taxa representative of three ecologically distinct lake types**. In: LANGE-BERTALOT, H. Iconographia diatomologica: annotated diatom micrographs. Konigste In: KoeltzScientific, 1996. v. 2.

LANGE-BERTALOT, H.; BAK, M.; WITKOWSKI, A. ***Eunotia* and some related genera** In: LANGE-BERTALOT, H. Diatoms of Europe. A.R.G. Gantner Verlag K.G.; Koenigstein, 2011.

LEHMKUHL, E.A. **Diatomáceas (Diatomeae) da baía de Guaratuba, estado do Paraná, Brasil**. 2009. 282f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Botânica. Defesa: Curitiba, 30/03/2009, Curitiba. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1884/21292>. Acesso em: 6 jan. 2022.

LIU, Y.; WANG, Q.; FU, C. Taxonomy and distribution of diatoms in the genus *Eunotia* from the Da'erbin Lake and surrounding bogs in the Great Xing'an Mountains, China. **Nova Hedwigia**, v. 92, n. 1-2, 205-232, 2011.

LUDWIG, T.A.V.; VALENTE-MOREIRA, I.M. Contribuição ao conhecimento da diatomoflórula do parque regional do Iguaçu, Paraná, Brasil: I. *Eunotiaceae* (Bacillariophyceae). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v.32, n.3, p. 543-560, 1989.

LUDWIG, T.A.V.; BIGUNAS, P.I.T.; NEIVA, T.F.; COQUEMALA, V.; PICCININI, C. Diatomáceas (Ochromytha) dos lagos do Jardim Botânico. **Revista do Museu Nacional do Rio de Janeiro**, v. 10, p. 301-323, 2005.

MARRA, R.C.; TREMARIN, P.I.; ALGARTE, V.M.; LUDWIG, T.A.V. Epiphytic diatoms (Diatomeae) from Piraquara II urban reservoir Paraná state. **Biota Neotropica**, v. 16, n. 4, 2016.

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H. **Tropical Diatoms of South America**. In: LANGE-BERTALOT, H. Iconographia Diatomologica: annotated diatom micrographs. Konigste In: KoeltzScientific, 1998. v. 5.

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H. **Tropical Diatoms of South America II**. In: LANGE-BERTALOT, H. Iconographia Diatomologica: annotated diatom micrographs. A.R.G. Gantner Verlag K.G, 2007. v. 18.

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H.; GARCÍA-RODRÍGUEZ, F. **Diatoms of Uruguay. Compared with other taxa from South America and elsewhere**. In: H. LANGE-BERTALOT, H. Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom

Micrographs. Taxonomy-Biogeography Diversity. A.R.G. Gantner Verlag K.G., 2005, v. 15.

MOREIRA-FILHO, H.; ESKINAZI-LEÇA, E.; VALENTE-MOREIRA, I.M.; CUNHA, J.A. Avaliação taxonômica e ecológica das Diatomáceas (Chrysophyta – Bacillariophyceae) marinhas e estuarinas nos estados do Espírito Santo, Bahia, Sergipe e Alagoas. **Acta Biologica Brasilica**, v.6, p.87-110,1996.

MOREIRA-FILHO, H.; KUTNER, M.B. Contribuições ao conhecimento das Diatomáceas do manguezal de Alexandra, Paraná. **Boletim da Universidade Federal do Paraná**, Botânica v. 4, p. 1-36, 1962.

MOREIRA-FILHO, H.; VALENTE-MOREIRA, I. M. 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**, v. 47, n. 1-2, p. 1-17, 1981.

MOREIRA-FILHO, H.; VALENTE-MOREIRA, I.M.; CECY, I.I.T. Diatomáceas na barragem de captação d'água (SANEPAR) do rio Iguaçu, em Curitiba, Estado do Paraná. **Acta Biológica Paranaense**, v. 2, n. 1-4, p. 133-145, 1973.

NEIVA, T.F. **Diatomáceas briofíticas em Sphagnum L.spp. e Rhacocarpus inermis (C.Muell.) Lindb.** 2005. viii, 249f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Botânica. Defesa: Curitiba, 24/02/2005, Curitiba. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1884/19323>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

PATRICK, R.M. Diatoms of Northeastern Brazil. Part I. - Coscinodiscaceae, Fragilariceae and Eunotiaceae. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, v. 92, p. 191- 227, 1940.

PATRICK, R. Some nomenclatural problems and a new species and a new variety in the genus *Eunotia* (Bacillariophyceae). **Notulae Naturae**, v. 312, p. 1-15, 1958.

PATRICK, R.; REIMER, C. W. **The diatoms of the United States:** exclusive of Alaska and Hawaii. Philadelphia, The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, v. 1, 1966.

PAVLOV, A.; LEVKOV, Z. Diversity and distribution of taxa in the genus *Eunotia* Ehrenberg (Bacillariophyta) in Macedonia. **Phytotaxa**, V. 86, N. 1, P. 1-117, 2013.

REICHARDT, E. Die Diatomeen (Bacillariophyceae) in Ehrenbergs Material von Cayenne, Guyane Gallica (1843). **Iconographia Diatomologica**, v. 1, 1995. 99 pp.

RUMRICH, U.; LANGE-BERTALOT, H.; RUMRICH, M. **Diatomeen der Anden Von Venezuela bis Patagonien/TierradelFuego.** In: LANGE-BERTALOT, H. *Iconographia Diatomologica: annotated diatom micrographs.* Königstein, Koeltz Scientific, 2000. v. 9.

ROUND, F.E.; CRAWFORD, R.M.; MANN, D.G. **The diatoms: biology and morphology of the genera.** New York: Cambridge University Press, 670p.; 1990.

SALA, S.E.; DUQUE, S.R.; NÚÑEZ-AVELLANEDA, M.; LAMARO, A.A. Diatoms from the Colombian Amazon: Some species of the genus *Eunotia* (Bacillariophyceae). **Acta Amazonica**, v. 32, p. 4, 589-603, 2002.

SANTOS, E.M.; TREMARIN, P.I.; LUDWIG, T.A.V. Diatomáceas perifíticas (Ochrophyta) em *Potamogeton polygonus* Chamess. & Schldl. (Potamogetonaceae): citações pioneiras para o estado do Paraná. **Biota Neotrópica**, v. 11, n. 3, 2011.

SCHAARSCHMIDT, J. **Algae.** In: KANITZ, A. *Plantas Romaniae hucusque cognitae.* Magyar Novenytani Lapok, v. 5, p. 151-165, 261-268, 1881.

SHIRATA, M.T. **Contribuição ao estudo das Diatomáceas (Bacillariophyceae) no lago do Parque São Lourenço, Curitiba, Estado do Paraná, Brasil.** 1986. 273 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Curso de Pós-Graduação em Botânica, Curitiba.

SILVA, W.J.; JAHN, R.; MENEZES, M. Diatoms from Brazil: the taxa recorded by Christian Gottfried Ehrenberg. *Phytokeys*, v. 18, p. 19-37, 2012.

SILVA, W.J.; NOGUEIRA, I.S.; SOUZA, M.G.M. Catálogo de diatomáceas da região Centro-Oeste brasileira. *Iheringia*, v. 66, n. 1, p. 61-86, 2011.

SILVA, A.M.; LUDWIG, T.A.V.; TREMARIN, P.I.; VERCELLINO, I.S. Diatomáceas perifíticas em um sistema eutrófico brasileiro (Reservatório do Iraí, estado do Paraná). *Acta Botanica Brasilica*, v. 24, n. 4, p. 997-1016, 2010.

SILVA-LEHMKUHL, A.M.; TREMARIN, P.I.; VERCELLINO, I.S.; LUDWIG, T.A.V. Periphytic diatoms from an oligotrophic lentic system, Piraquara I reservoir, Paraná state, Brazil. *Biota Neotropica*, v. 19, n. 2, 2019.

SIMONSEN, R. The diatom plankton of Indian Ocean Expedition of R/V "Meteor", 1964-65 Meteor Forschungsergebnisse. Reihe D-Biologie, v. 19, p. 1-66, 1974.

SIMONSEN, R. Atlas and catalogue of the diatom types of Friedrich Hustedt. **J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Velagsbuchhandlung**, Catalogue, 1987.

SIMS, P.A.; MANN, D.G.; MEDLIN, L.K.. Evolution of the diatoms: insights from fossil, biological and molecular data. *Phycologia*, v. 45, p. 361–402, 2006.

SMITH, W. A synopsis of the British Diatomaceae; with remarks on their structure, functions and distribution; and instructions for collecting and preserving specimens. **John van Voorst**, v. 2, 1856. 107 pp.

SOUZA, M.G.M.; MOREIRA-FILHO, H. Diatoms (Bacillariophyceae) of two aquatic macrophyte banks from Lagoa Bonita, Distrito Federal, Brazil, I: Thalassiosiraceae and *Eunotiaceae*. **Bulletin Du Jardin botanique national de Belgique**, v. 67, n. 1/4, p. 259-278, 1999.

SOUZA-MOSIMANN, R.M.; TAVARES, A.S.; FREITAS, V.P. Contribuição ao conhecimento da diatomoflórula do conteúdo estomacal de algumas espécies de peixes da Amazônia I *Myelus* sp (Pacu) do Lago do Prato, AM, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 27, p. 9-26, 1997.

TORGAN, L.C.; DELANI, O.M. Estudo taxonômico de diatomáceas (Bacillariophyceae) do “Complexo Banhado Grande”, Rio Grande do Sul, Brasil: representantes do gênero *Eunotia* Ehrenberg. **Iheringia**, v. 38, p. 81-107, 1988.

TREMARIN, P.; FREIRE, E.; BERTOLLI, L.; LUDWIG, T.A.V. Catálogo das diatomáceas (Ochrophyta-Diatomeae) continentais do estado do Paraná. **Iheringia**, Série Botânica, v.64, n.2, p. 79-107, 2009.

TREMARIN, P.I.; LUDWIG, T.A.V.; MOREIRA-FILHO, H.M. *Eunotia* Ehrenberg (Bacillariophyceae) do rio Guaraguaçu, litoral do Paraná, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 22, n. 3, p. 845-862, 2008.

VAN DAM, H.; MERTENS, A.; SINKELDAM, J. A code check list and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. **Netherlands Journal of Aquatic Ecology**, v. 28, n. 1, p. 117-133, 1994.

VANORMELINGEN, P.; CHEPURNOV, V.A.; MANN, D.G.; SABBE, K.; VYVERMAN, W. Genetic Divergence and Reproductive Barriers among Morphologically Heterogeneous Sympatric Clones of *Eunotia bilunaris* *Sensu Lato* (Bacillariophyta). **Protist**, v. 159, n. 1, p. 73-90, 2008.

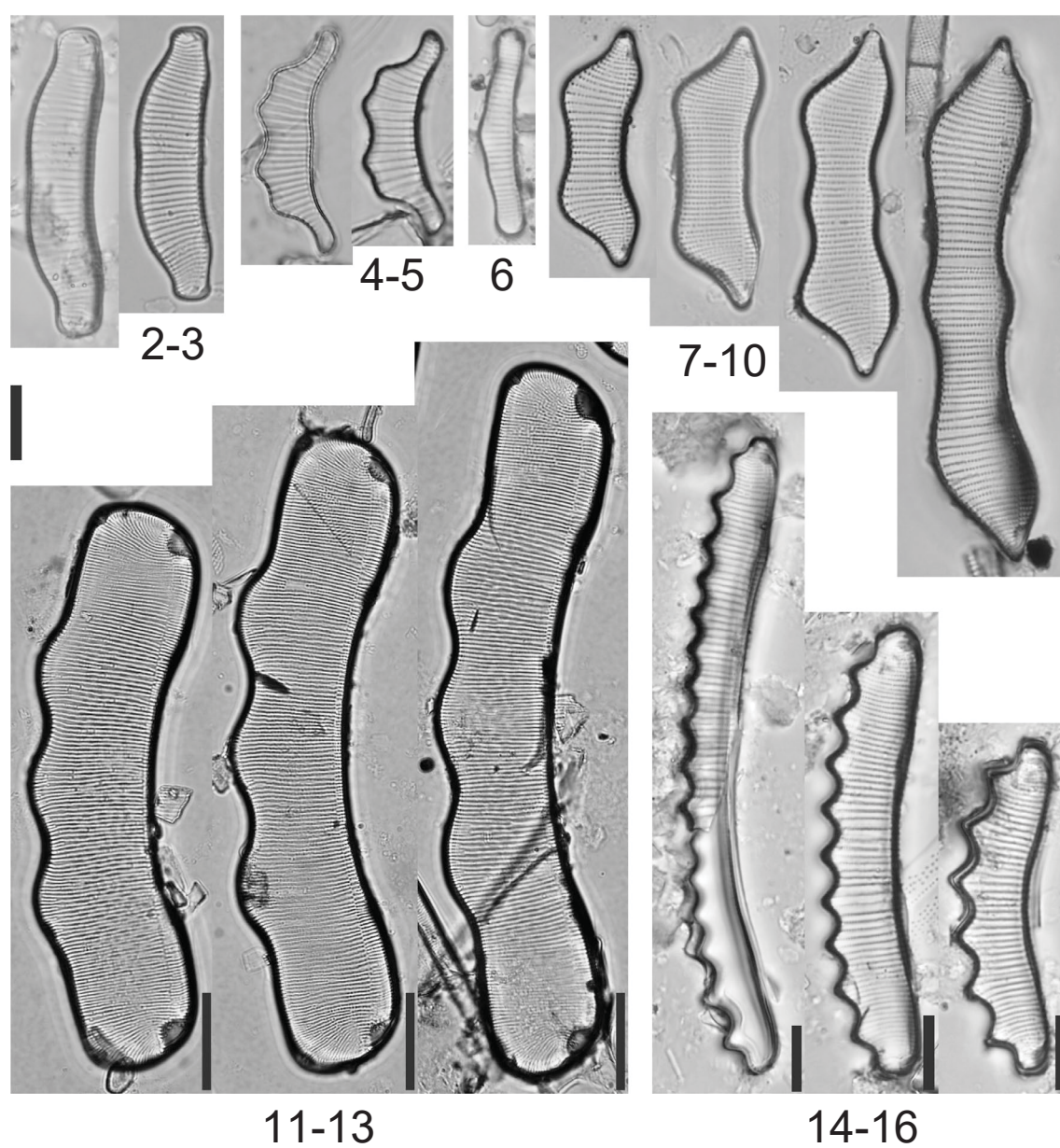
VYVERMAN, W.; SABBE, K.; MANN, D.; KILROY, C.; VYVERMAN, R.; VANHOUTTE, K.; HODGSON, D. *Eunophora* gen. nov. (Bacillariophyta) from

Tasmania and New Zealand: description and comparison with *Eunotia* and amphoroid diatoms. **European Journal of Phycology**, v. 33, n. 2, p. 95–111, 1998.

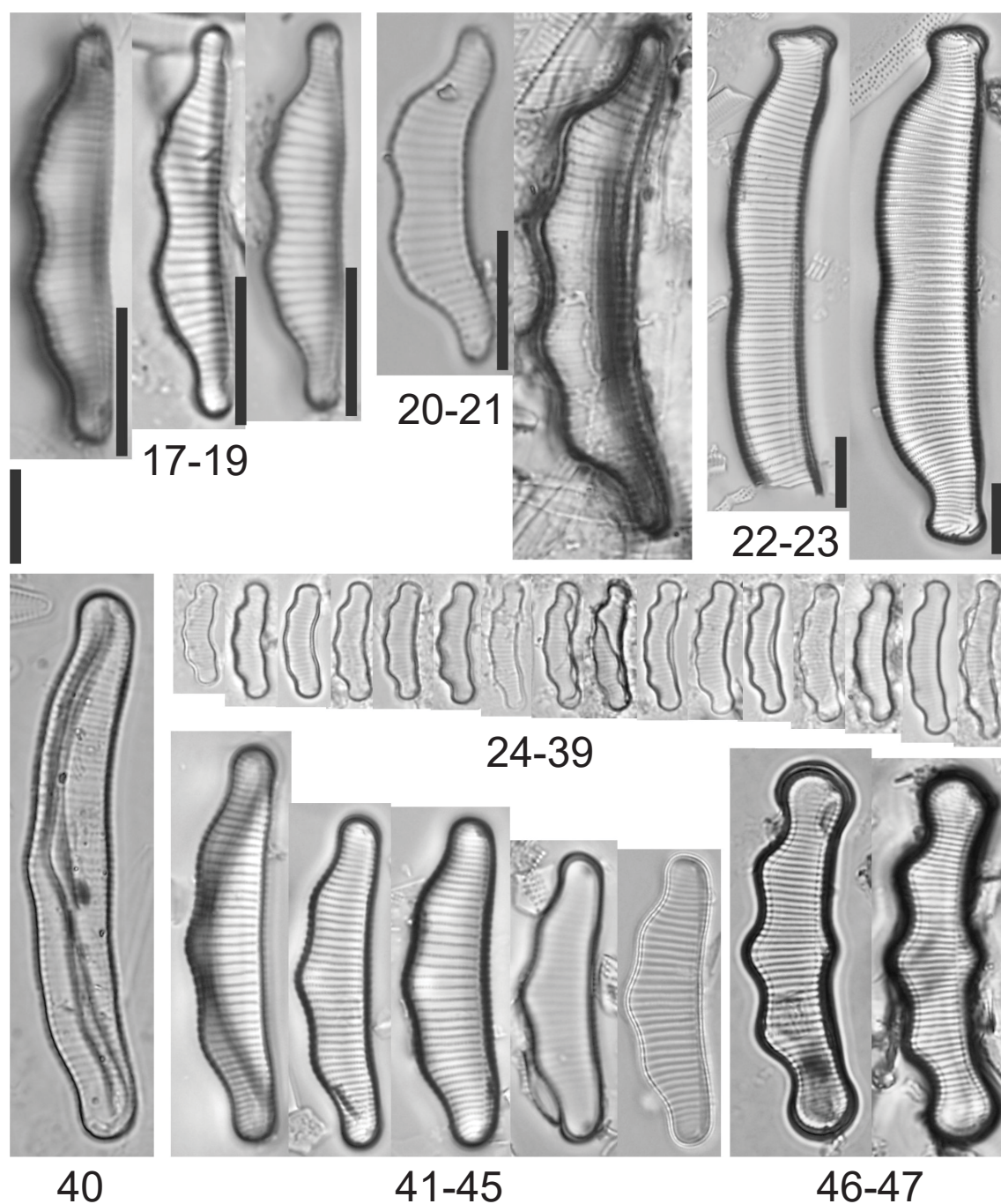
WERUM, M.; LANGE-BERTALOT, H. Diatoms in springs from Central European and elsewhere under the influence of hydrogeology and anthropogenic impacts. *In*: LANGE-BERTALOT, H. **Iconographia Diatomologica**. A.R.G. Gantner Verlag K.G.; Ruggell. v. 13, 2004.

WETZEL, C.E.; ECTOR, L.; HOFFMANN, L.; BICUDO, D.C. Colonial planktonic *Eunotia* (Bacillariophyceae) from Brazilian Amazon: Taxonomy and biogeographical considerations on the *E. asterionelloides* species complex. **Nova Hedwigia**, v. 91, n. 1-2, p. 49-86, 2010.

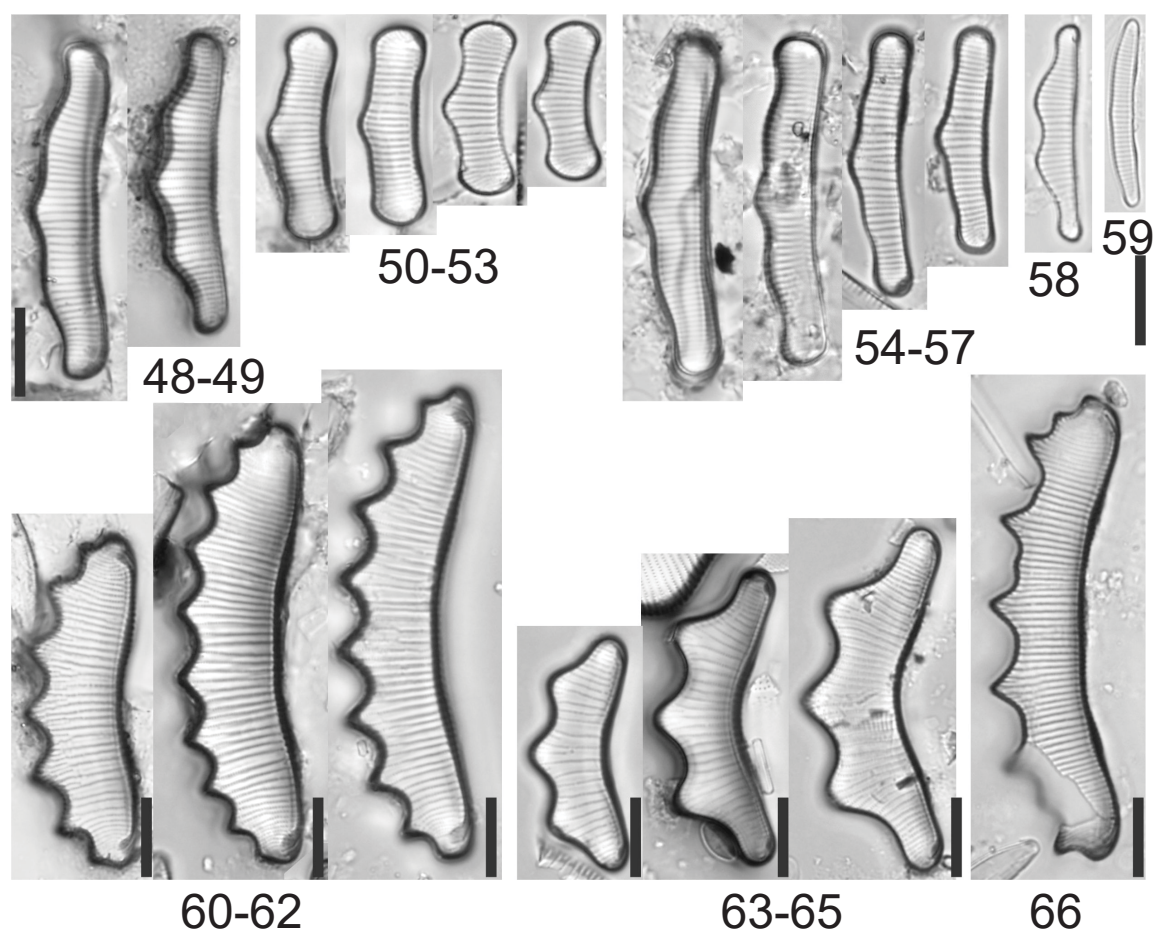
WETZEL, C.E.; ECTOR, L.; HOFFMANN, L.; LANGE-BERTALOT, H.; BICUDO, D.C. Two new periphytic *Eunotia* species from the Neotropical Amazonian 'blackwaters', with a type analysis of *E. braunii*. **Diatom Research**, v. 26, n. 135-146, 2011.



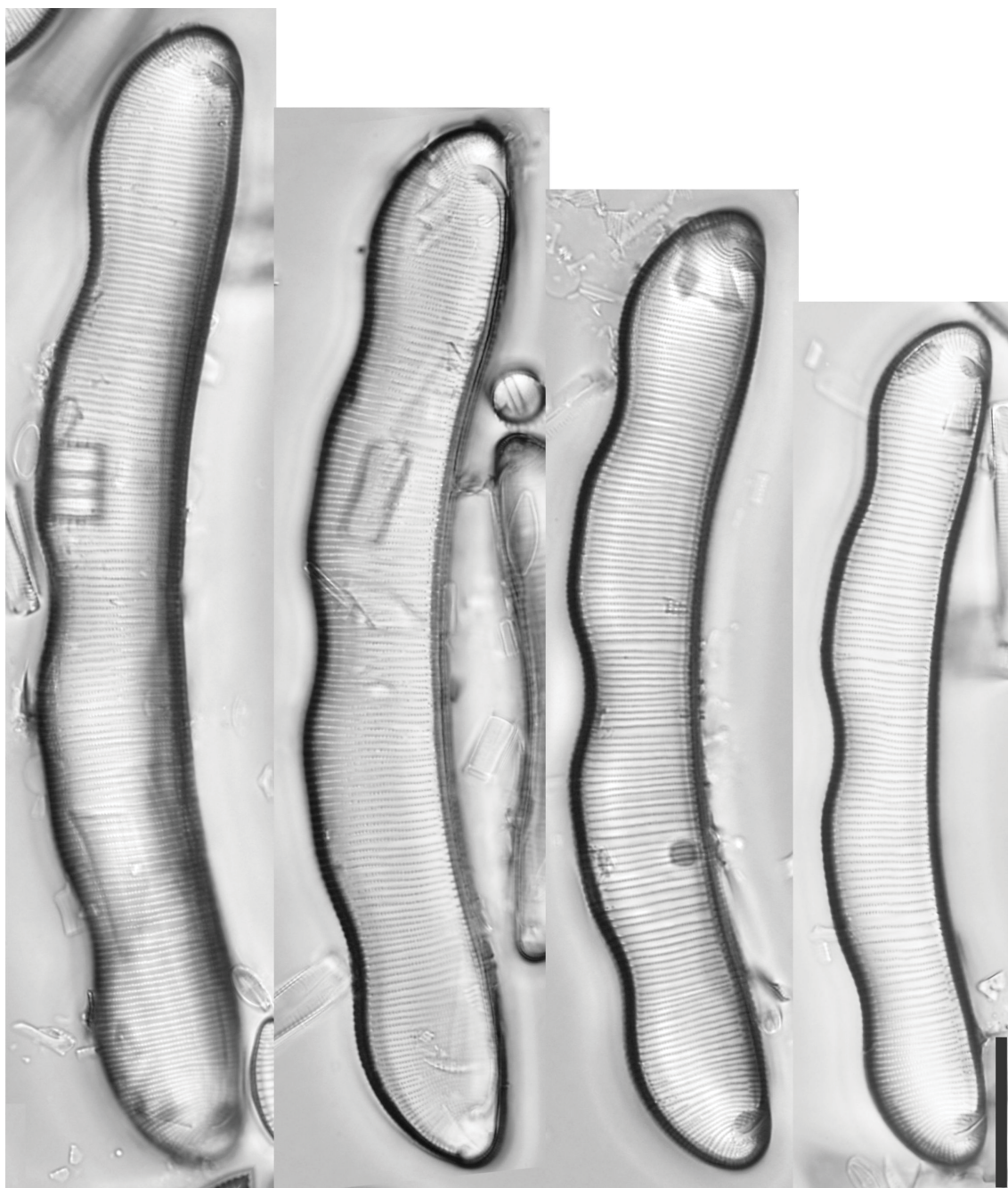
Figuras 2-16. *Eunotia* do leste do Paraná. Figs. 2-3: *E. bidens*; Figs. 4-5: *E. camelus*; Fig. 6: *E. capitata*; Figs. 7-10: *E. didyma*; Figs. 11-13: *E. elephas*; Figs. 14-16: *E. georgii*. Barras de escala: Figs. 2-10, 14-16: 10 µm, Figs. 11-13: 20 µm.



Figuras 17-47. *Eunotia* do leste do Paraná. Figs. 17-19: *E. herzogii*; Figs. 20-21: *E. longicamelus*; Figs. 22-23: *E. parabidens*; Figs. 24-39: *E. paratridentula*; Fig. 40: *E. pectinalis* var. *undulata*; Figs. 41-45: *E. pyramidata*; Figs. 46-47: *E. pyramidatoides*. Barras de escala: 10 μm.

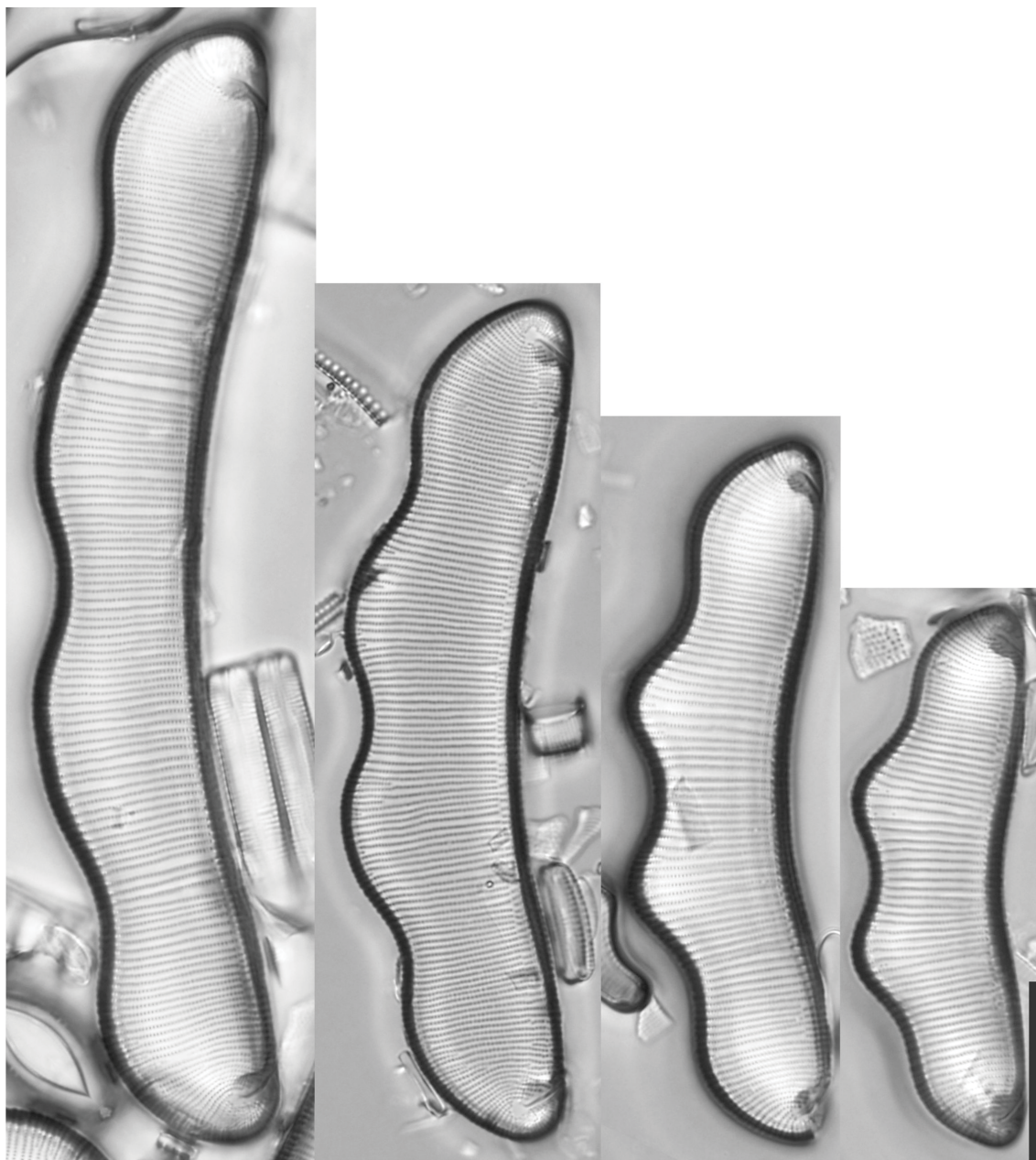


Figuras 48-66. *Eunotia* do leste do Paraná. Figs. 48-49: *E. quaternaria*; Figs. 50-53: *E. rabenhorstii* var. *monodon*; Figs. 54-57: *E. rabenhorstii* var. *triodon*; Fig. 58: *E. schneideri*; Fig. 59: *E. trinacria*; Figs. 60-62: *E. serra*; Figs. 63-65: *E. trigibba*; Fig. 66: *Eunotia* sp. 1. Barras de escala: 10 μm.



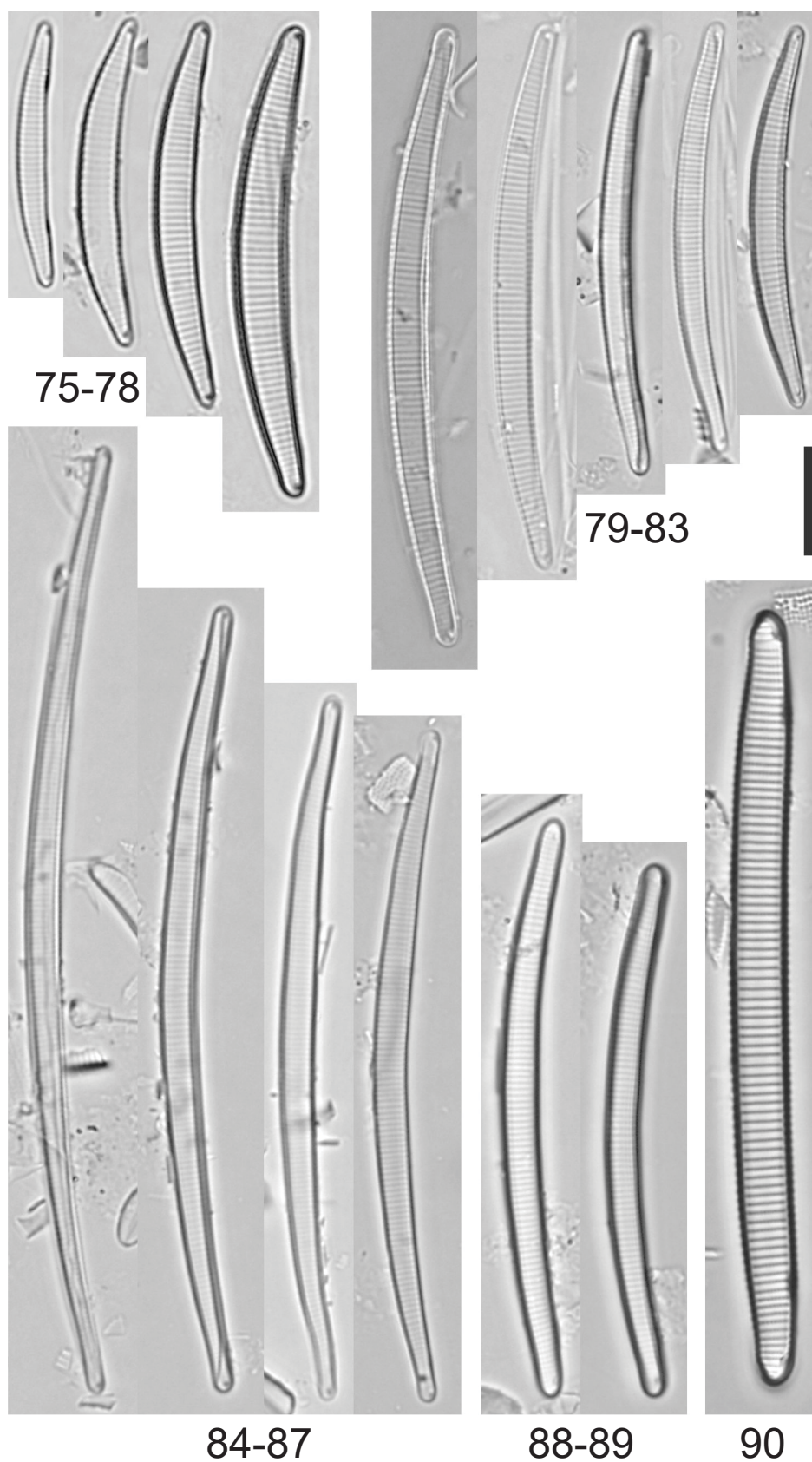
67-70

Figuras 67-70. *Eunotia* do leste do Paraná. Figs. 67-70: *E. yanomami*. Barra de escala: 20 μ m.

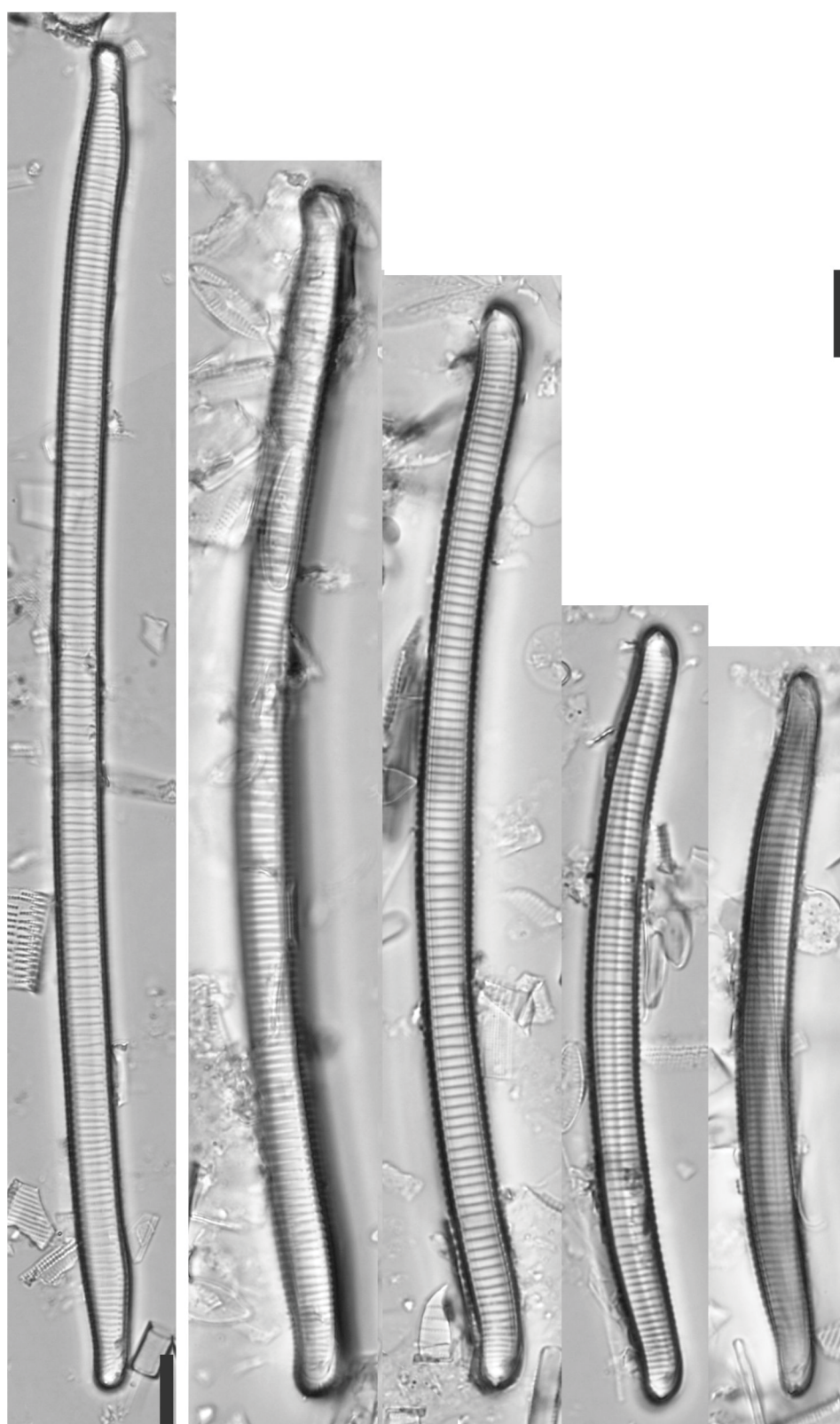


71-74

Figuras 71-74. *Eunotia* do leste do Paraná. Figs. 71-74: *E. zygodon*. Barra de escala: 20 μ m.



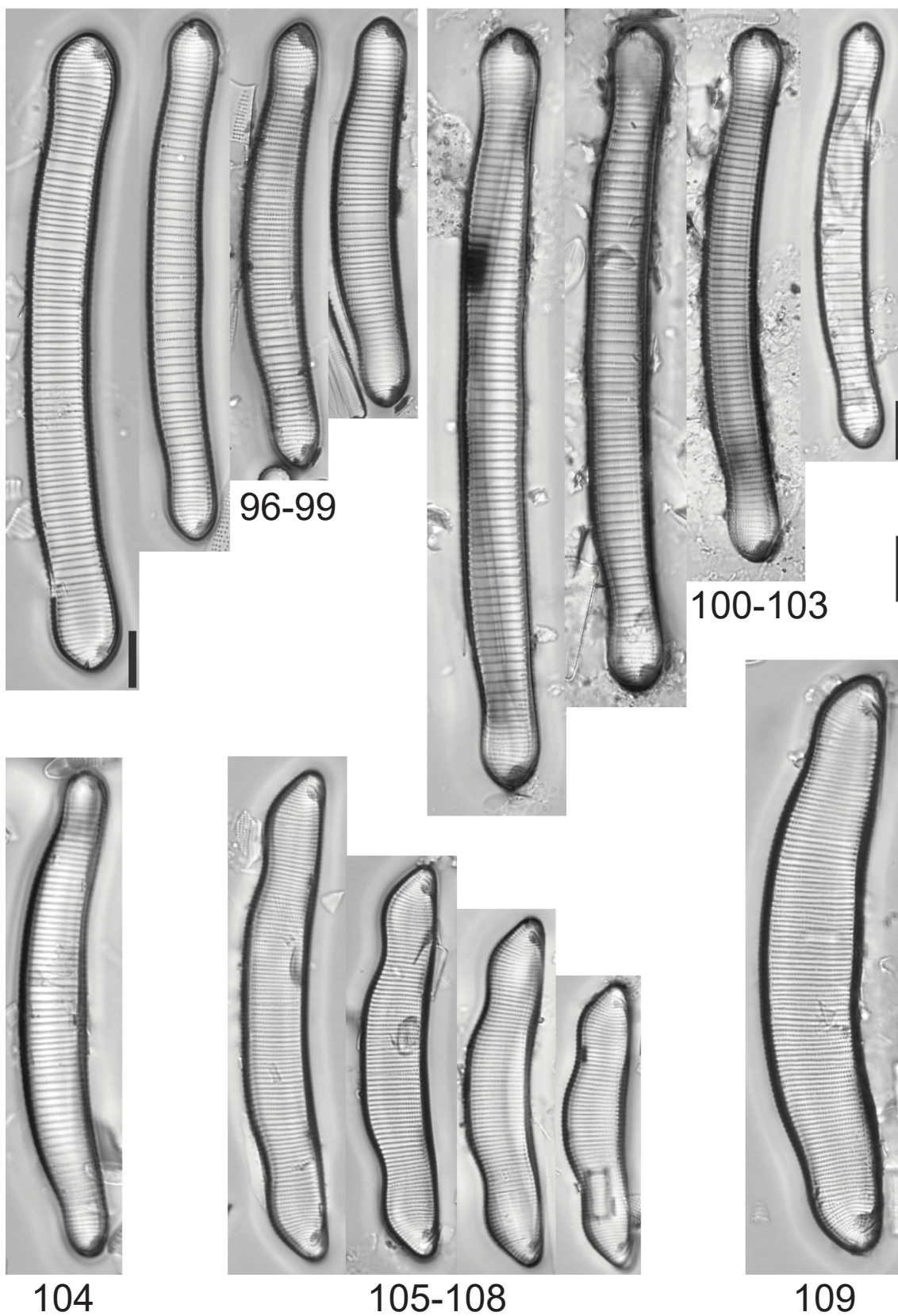
Figuras 75-90. *Eunotia* do leste do Paraná. Figs. 75-78: *E. bilunaris*; Figs. 79-83: *E. juettnerae*; Figs. 84-87: *E. naegelli*; Figs. 88-89: *E. mucophila*; Fig. 90. *E. paulovalida*. Barra de escala: 10 µm.



91

92-95

Figuras 91-95. *Eunotia* do leste do Paraná. Fig. 91: *E. rolandschmidtii*; Figs. 92-95: *E. valida*. Barras de escala: 10 μ m.



Figuras 96-109. *Eunotia* do leste do Paraná. Figs. 96-99: *E. major*; Figs. 100-103: *E. metamonodon*; Fig. 104: *E. monodon*; Figs. 105-108: *E. pseudoindica*; Fig. 109: *E. yberai*. Barras de escala: 10 μm.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final deste trabalho, baseado principalmente na revisão da taxonomia de diatomáceas existentes em trabalhos publicados e não publicados com base em amostras coletadas em ambientes aquáticos localizados na região leste do estado do Paraná, salientamos alguns problemas encontrados.

Uma das dificuldades encontradas foi não encontrar qualquer indivíduo de algumas espécies ilustradas em lâminas ou amostras antigas. Provavelmente, este fato deveu-se a dois principais fatores: 1. espécies raras nas amostras e 2. preservação ineficiente das amostras depositadas em herbário 3. lâminas permanentes depositadas não conterem os materiais que estariam em duplicatas que muitas vezes ficaram com os autores e/ou resina utilizada para a preservação das amostras ineficientes.

Exemplificando: *Frustulia amphipleuroides* (Grunow) A. Cleve foi descrita e ilustrada na dissertação de Bigunas (2005) com registro de ocorrência na amostra 47511, contudo, não encontramos o exemplar na lâmina permanente deposita no herbário, realizamos então a oxidação da amostra e preparamos novas lâminas, mas, nenhum indivíduo da espécie foi encontrado. *Eunotia bigibba* var. *rupestris*, *Eunotia subrobusta* e *E. didyma* que são relatadas por Ludwig e Valente-Moreira (1989), também, não foram encontradas nas lâminas permanentes depositadas no herbário. Novas lâminas foram montadas mas, ainda assim, não foi possível realizar o registro das espécies. Neste caso, provavelmente, tanto a amostra quanto a lâmina já estavam sofrendo com problemas de preservação.

Existem vários fixadores empregados na fixação e conservação de algas, entretanto, ainda não se conhece a solução ideal para fixar e preservar as algas (BICUDO; MENEZES, 2017). No herbário UPCB as amostras antigas estão preservadas em solução de formalina 4% e as mais recentes em solução TRANSEAU. A utilização de formalina na fixação e preservação de diatomáceas vem sendo criticada, pois, a formalina danifica a fina estrutura das diatomáceas (KOLBE, 1948; KRAMMER; LANGE-BERTALOT, 2000). Riemann (1960) demonstrou que a formalina, mesmo em concentrações extremamente baixas, faz com que o dióxido de silício seja liberado das valvas das diatomáceas, portanto,

esta pode ter sido a razão de exemplares representando algumas espécies não serem encontradas em amostras mais antigas, por conta da forma de fixação.

Quando analisamos as lâminas permanentes depositadas no herbário, encontramos lâminas preparadas com Caedax (OLIVEIRA, 1984; CAETANO, 1984), Permout (SHIRATA, 1986; LUDWIG; VALENTE-MOREIRA, 1989), Hyrax (BRASSAC, 1996; LEANDRINI, 1999) e Naphrax (a partir de BRASSAC, 1996). Esses meios de montagem possuem vantagens e desvantagens. Entre as vantagens, pode-se afirmar que todos possuem um bom índice de refração para o estudo das diatomáceas (Caedax: 1,55-1,67, Hyrax: 1,71, Naphrax: 1,76-1,80 e Permout: 1,53). A resina Naphrax possui o maior índice de refração e vem sendo indicada como o melhor meio de montagem para diatomáceas (NEUHAUS et al, 2017). Sinais de deterioração destas resinas podem ser observadas tais como: o amarelamento, a formação de rachaduras, cristalização ou retração da resina ou pelo descolamento da lamínula. Caedax e Hyrax deterioram-se em cerca de 10 anos, Permout, mais ou menos em 20 anos, enquanto Naphrax sofre este processo em mais ou menos 50 anos (NEUHAUS et al, 2017). Durante este processo de deterioração da resina, o material também é prejudicado, chegando a não ser mais possível analisar essas amostras.

Dentre os meios de montagem usados com as diatomáceas o Bálsamo do Canadá é o que possui maior vida útil documentada, havendo registros de amostras em bom estado de conservação após 150 anos (NEUHAUS et al, 2017). Contudo, apesar de seu índice de refração ser adequado para o estudo das diatomáceas, ele não é o melhor, o que vai acarretar em uma perda de qualidade das imagens obtidas (HART, 1957).

Biologia Molecular

Os estudos moleculares vêm crescendo e se tornando uma ferramenta muito útil para a identificação de diatomáceas, especialmente diante da notável plasticidade fenotípica observada em diversos gêneros, por exemplo *Eunotia* e *Frustulia* (VANORMELINGEN et al., 2007, 2008; URBÁNKOVÁ; VESELÁ, 2013).

Cox (2014) comenta que, embora a microscopia óptica (MO) e a microscopia eletrônica (ME) ainda sejam a base para a taxonomia das diatomáceas, é fundamental a adoção de abordagens complementares, como a biologia molecular,

rendendo ricas fontes de informações com relação à diversidade genética dentro de espécies de diatomáceas bem caracterizadas morfológicamente. A aplicação de marcadores moleculares para identificação de táxons (*DNA barcoding*) é um método emergente que tem o potencial de ser rápido, universalmente aplicável e com alta confiabilidade. Além disso, por utilizar sequências de DNA, a identificação independe de conceitos de espécies morfológicas preexistentes, podendo estar ligada a qualquer conceito taxonômico. O *DNA barcoding*, em geral, utiliza fragmentos curtos de DNA (400-600 pb) para identificar espécies (HEBERT et al., 2003) e a correta identificação depende da qualidade das sequências obtidas bem como da precisão do banco de sequências disponível para comparação (KAHLERT et al., 2019). Considerando a crescente disponibilidade de sequenciamentos de DNA, o método molecular torna-se promissor na identificação de espécies para pesquisa básica e aplicada (URBÁNKOVÁ; VESELÁ, 2013).

Muitos grupos de protistas, como as diatomáceas, ainda são pouco caracterizados através da biologia molecular, apesar da incontestável importância ecológica e econômica destes organismos (MCMANUS; KATZ, 2009; STERN et al., 2010). Desde que as técnicas moleculares foram aplicadas à pesquisa de diatomáceas pela primeira vez na década de 1980 (MEDLIN et al., 1988), estudos filogenéticos moleculares têm sido realizados (THERRIOT et al., 2010), na tentativa de superar as limitações morfológicas (EVANS et al., 2007; MONIZ; KACZMARSKA, 2010; MANN et al., 2010). Avanços têm sido alcançados, mas estamos longe de identificar diatomáceas pela análise molecular, pois o banco de dados ainda é restrito há um pequeno grupo de espécies, sendo registradas sequências para 1.512 espécies e a expectativa é de 15.000 espécies (RIMET et al. 2019; GUIRY; GUIRY, 2021).

Estudos unindo a taxonomia clássica e a biologia molecular para os gêneros *Eunotia* (VANORMELINGEN et al., 2007, 2008), *Frustulia* (VESELÁ et al., 2012, URBÁNKOVÁ; VESELÁ, 2013; URBÁNKOVÁ et al., 2016) e *Humidophila* (ANDREEVA et al, 2016) já foram desenvolvidos, utilizando sequências do DNA das regiões LSU, SSU, ITS, *rbcl* e COI. Para diatomáceas, as sequências mais utilizadas para identificação molecular de espécies são *rbcl* (ribulose-bisphosphate carboxylase), SSU (small subunit ribosomal) e LSU (large subunit ribosomal) (MACGILLIVARY; KACZMARSKA, 2011, LUDDINGTON et al., 2012; ZOU et al. 2021). Após este estudo taxonômico com base na morfologia, sugere-se tentar

estudar os grupos através de análises moleculares, principalmente nos complexos de espécies *Frustulia crassinervia*, *F. weinholdii*, *Eunotia zygodon-yanomami* e *Eunotia georgii-muelleri-serra*.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, R.M.; RACHOU, R.G. Levantamento preliminar de organismos planctônicos em alguns criadouros do *Anopheles darlingi* no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Malariologia e Doenças Tropicais**, v. 6, n. 1, p. 481-496, 1954.

ANDREEVA, S.; KULIKOVSKIY, M.; MALTSEV, Y.; PODUNAY, Y.; GUSEV, E. Molecular genetic investigation of diatom genera *Diadesmis* and *Humidophila* (Bacillariophyceae). **Botanicheskiy Zhurnal**, V. 101, N. 6, P. 621-628, 2016.

ATAZADEH, I.; SHARIFI, M.; KELLY, M.G. Evaluation of the trophic diatom index for assessing water quality in River Gharasou, western Iran. **Hydrobiologia**, v. 589, p. 165-173, 2007.

BARTOZEK, E.C.R.; TREMARIN, P.I.; PERES, C.K.; BRANCO, C.C.Z. *Eunotia itacueretabaensis* sp. nov. (Bacillariophyceae, Eunotiaceae) from the Campos Gerais region, Southern Brazil. **Phytotaxa**, v. 439, n. 1, 2020.

BOLD, C.H.; WYNNE, M.J. **Introduction to the Algae**. 2 ed. Englewood Cliffs: Prentice – Hall, 1995.

BICUDO, C.E.M.; MENEZES, M. **Introdução: As algas do Brasil**. In: FORZZA, R.C.; et al. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Catálogo de plantas e fungos do Brasil [online], v. 1 p. 49-60, 2010.

BRASSAC, N.M. **Diatomáceas (Bacillariophyceae) do Rio Covó - Usina Hidrelétrica de Segredo, Paraná**. 1996. 144 f. Monografia (Bacharelado) - Universidade Federal do Paraná. Curso de Graduação em Ciências Biológicas, Curitiba.

CAETANO, Z. **Diatomáceas (Bacillariophyta) dos lagos do Colégio Santa Maria, Município de Almirante Tamandaré, Estado do Paraná, Brasil**. 1984. 274 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Curso de Pós-Graduação em Botânica, Curitiba.

COX, E.J. Diatom identification in the face of changing species concepts and evidence of phenotypic plasticity. **Journal of Micropalaeontology**, v. 33, n. 2, p. 111–120, 2014.

EVANS, K.M. WORTLEY, A.H.; MANN, D.G. An assessment of potential diatom "barcoding" genes (cox1, rbcL, 18S and ITS rDNA) and their effectiveness in determining relationships in *Sellaphora* (Bacillariophyta). **Protist**, v. 158, p. 349-364, 2007.

FAVARETTO, C.C.R.; TREMARIN, P.I.; MEDEIROS, G.; LUDWIG, T.A.V.; BUENO, N.C. *Eunotia* (Bacillariophyceae) from a subtropical stream adjacent to Iguaçu National Park, Brazil, with the proposition of a new species. *Biota Neotrópica*, v. 21, n. 1, e20190811, 2021.

GUIRY, M.D. In: Guiry, M.D.; Guiry, G.M.. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway, 2018. Disponível em: [<http://www.algaebase.org>]. Acesso em 15 de outubro de 2019.

GURBUZ, H.; KIVRAK, E. Use of epilithic diatoms to evaluate water quality in the Karasu River of Turkey. **Journal of Environmental Biology**, v. 23, p. 239-246, 2002.

HART, T.J. Notes on practical methods for the study of marine diatoms. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 36, n. 3, p. 593-597, 1957.

HEBERT, P.D.N.; CYWINSKA, A.; BALL, S.L.; DEWAARD, J.R. Biological identification through DNA barcodings. **Proceedings of the Royal Society Biological Sciences**, v. 270, p. 313-321, 2003.

JUTTNER, I.; SHARMA, S.; DAHAL, B.M.; ORMEROD, S.J.; CHIMONIDES, P.J.; COX, E.J. Diatoms as indicators of stream quality in the Kathmandu Valley and Middle Hills of Nepal and India. **Freshwater Biology**, v. 48, p. 2065-2084, 2003.

KAHLERT, M.; KELLY, M.G.; MANN, D.G.; RIMET, F.; SATO, S.; BOUCHEZ, A.; KECK, F. Connecting the morphological and molecular species concepts to facilitate species identification within the genus *Fragilaria* (Bacillariophyta). **Journal of Phycology**, v. 55, n. 4, 2019.

KOLBE, R.W. Elektronenmikroskopische Untersuchungen von diatomeenmembranen. **Arkiv für Botanik**, 33, p. 1-21, 1948.

KOSTER, D.; HUBENER, T. Application of diatom indices in a planted ditch constructed for tertiary sewage treatment in Schwaan, Germany. **International Review of Hydrobiology**, v. 86, p. 241-252, 2001.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. **Bacillariophyceae**. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2. Ettl, Gerloff H, Heynig J H and Mollenhauer D (Eds.). Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, 2000.

LAVOIE, I.; CAMPEAU, S.; ZUGIC-DRAKULIC, N.; WINTER, L.G.; FORTIN, C. Using diatoms to monitor stream biological integrity In: eastern Canada: an overview of 10 years of index development and ongoing challenges. **Science of the Total-Environment**, v. 475, p. 187-200. 2014.

LEANDRINI, J.A. **Diatomáceas perifíticas da região de captação de água da Sanepar, Maringá - PR: córrego Sarandi e Rio Pirapó**. 1999. 244 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná.

LUDDINGTON, I. A.; KACZMARSKA, I.; LOVEJOY, C. Distance and Character-Based Evaluation of the V4 Region of the 18S rRNA Gene for the Identification of Diatoms (Bacillariophyceae). **PlosOne**, v. 7, 2012.

LUDWIG, T.A.V.; VALENTE-MOREIRA, I.M. Contribuição ao conhecimento da diatomoflórula do parque regional do Iguaçu, Paraná, Brasil: I. *Eunotiaceae* (Bacillariophyceae). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v.32, n.3, p. 543-560, 1989.

MACGILLIVARY, M.L.; KACZMARSKA, I. Survey of the efficacy of a short fragment of the *rbcL* gene as a supplemental DNA barcoding for diatoms. **Journal of Eukaryotic Microbiology**, v. 58, p. 529-536, 2011.

MANN, D.G.; SATO, S.; TROBAJO, R.; VANORMELINGEN, P.; SOUFFREAU, C. DNA barcoding for species identification and discovery in diatoms. **Cryptogamie Algologie**, v. 31, p. 557– 577, 2010.

MAZNAH, W.O.W.; MANSOR, M. Aquatic pollution assessment based on attached diatom communities in the Pinang River Basin, Malaysia. **Hydrobiologia**, v. 487, p. 229-241, 2002.

MCMANUS, G.B.; KATZ, L. A. Molecular and morphological methods for identifying plankton: what makes a success full marriage?. **Journal of Plankton Research**, v. 31, p. 1119-1129, 2009.

MEDLIN, L.K.; ELWOOD, H.J.; STICKEL, S.; SOGIN, M.L. The characterization of enzymatically amplified eukaryotic 16S-like rRNA-coding regions. **Genetica**, v. 71, p. 491-499, 1988.

MONIZ, M.B.J.; KACZMARSKA, I. Barcoding of diatoms: Nuclear encoded ITS revisited. **Protist**, v. 161, p. 7-34, 2010.

MOREIRA-FILHO, H.; FERNANDES, E.C. Nota preliminar sobre as Bacillariophyceae (diatomáceas) da baía de Guaratuba, Paraná. **Tribuna Farmacêutica**, v. 26, p. 81-87, 1958.

NEUHAUS, B.; SCHMID, T.; RIEDEL, J. Collection management and study of microscope slides: Storage, profiling, deterioration, restoration procedures, and general recommendations. **Zootaxa**, v. 4321, n. 1, p. 1-173, 2017.

NEWALL, P.; WALSH, C.J. Response of epilithic diatom assemblages to urbanization influences. **Hydrobiologia**, v. 532, p. 53-67, 2005.

OLIVEIRA, R.J.M. **Contribuição ao conhecimento das diatomáceas (Bacillariophyceae) no plâncton estuarino do Rio Itibere, Município de Paranaguá, Estado do Paraná, Brasil.** 1984. 441 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Curso de Pós-Graduação em Botânica, Curitiba.

SHIRATA, M.T. **Contribuição ao estudo das Diatomáceas (Bacillariophyceae) no lago do Parque São Lourenço, Curitiba, Estado do Paraná, Brasil.** 1986. 273 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Curso de Pós-Graduação em Botânica, Curitiba.

REIMANN, B. Bildung, Bau und Zusammenhang Bacillariophyceenschalen. **Nova Hedwigia**, v. 2, 1960. 349 pp.

RIMET, F.; GUSEV, E.; KAHLERT, M.; KELLY, M.; KULIKOVSKIY, M.; MALTSEV, Y.; MANN, D.; PFANNKUCHEN, M.; TROBAJO, R.; VASSELON, V.; ZIMMERMANN, J.; BOUCHEZ A. Diat.barcode, an open-access curated barcode library for diatoms. Scientific Reports. <https://www.nature.com/articles/s41598-019-51500-6>. 2019.

ROUND, F.E.; CRAWFORD, R.M.; MANN, D.G. **The diatoms: biology and morphology of the genera.** New York: Cambridge University Press, 670p.; 1990.

SILVA, W.J.; JAHN, R.; MENEZES, M. Diatoms from Brazil: the taxa recorded by Christian Gottfried Ehrenberg. *Phytokeys*, v. 18, p. 19-37, 2012.

STERN, R.F.; HORAK, A.; ANDREW, R.L.; COFFROTH, M.A.; ANDERSEN, R.A.; KÜPPER, F.C.; JAMESON, I.; HOPPENRATH, M.; VÉRON, B.; KASAI, F.; BRAND, J.; JAMES, E.R.; KEELING, P. Environmental Barcoding Reveals Massive Dinoflagellate Diversity in Marine Environments. **PlosOne**, v. 5, 2010.

STOERMER, E.F.; JULIUS, M.L. Centric diatoms. *In*: SECKBACH, J.; KOCIOLEK, J.P. **The diatom world.** Springer, New York, 19^o ed, p. 559-594. 2011.

TAN, X.; SHELDON, F.; BUNN, S.E.; ZHANG, Q. Using diatoms indices for water quality assessment in a subtropical river, China. **Environment Science and Pollution Research International**, v. 20, n. 6, p. 4164-4175. 2013.

THERIOT, E.C.; ASHWORTH, M.P.; RUCK, E.; NAKOV, T.; JANSEN, R.K. A preliminary multigene phylogeny of the diatoms (Bacillariophyta): challenges for future research. **Plant Ecology and Evolution**, v. 143, p. 278-296, 2010.

TORRISI, M.; DELL'UOMO, A. Biological monitoring of some Apennine rivers (central Italy) using the diatom-based Eutrophication/Pollution Index (EPI-D) compared to other European diatom indices. **Diatom Research**, v. 21, p. 159-174, 2006.

TREMARIN, P.; FREIRE, E.; BERTOLLI, L.; LUDWIG, T.A.V. Catálogo das diatomáceas (Ochrophyta-Diatomeae) continentais do estado do Paraná. **Iheringia, Série Botânica**, v.64, n.2, p. 79-107, 2009.

URBÁNKOVA, P.; VESELÁ, J. DNA-barcoding: A case study in the diatom genus *Frustulia* (Bacillariophyceae). **Nova Hedwigia**, v. 142, p. 147-162, 2013.

URBÁNKOVA, P.; SCHARFEN, V.; KULICHOVÁ, J. Molecular and automated identification of the diatom genus *Frustulia* in northern Europe. **Diatom Research**, v. 31, n. 3, p. 217-229, 2016.

VANORMELINGEN, P.; CHEPURNOV, V.A.; MANN, D.G.; COUSIN, S.; VYVERMAN, W. Congruence of morphological, reproductive and ITS rDNA sequence data in some Australasian *Eunotia bilunaris* (Bacillariophyta). **European Journal of Phycology**, v. 42, n. 1, p. 61–79, 2007.

VANORMELINGEN, P.; CHEPURNOV, V.A.; MANN, D.G.; SABBE, K.; VYVERMAN, W. Genetic Divergence and Reproductive Barriers among Morphologically Heterogeneous Sympatric Clones of *Eunotia bilunaris Sensu Lato* (Bacillariophyta). **Protist**, v. 159, n. 1, p. 73-90, 2008.

VILMI, A.; KARJALAINEN, S.M.; LANDEIRO, V.L.; HEINO, J. Freshwater diatoms as environmental indicators: evaluating the effects of eutrophication using species morphology and biological indices. **Environmental Monitoring and Assessment**, p. 187-243, 2015.

WALSH, G.; WEPENER, V. The influence of land use on water quality and diatom community structures in urban and agriculturally stressed rivers. **Water**, v. 35, p. 579-594, 2009.

WETZEL, R. G. **Limnology**. 2. ed. Philadelphia: SandersCollege, 1983. 767p.

ZILLER, S.; MONTESANTO, B. Phytobenthos (diatoms) and Water Frame Directive implementation: the case of two Mediterranean rivers in Greece. **Fresenius Environmental Bulletin**, v. 13, p. 128-138, 2004.

ZOU, S.; BAO, Y.; WU, X.; WANG, C. DNA Barcoding Diatoms From China With Multiple Genes. **Frontiers in Marine Science**, v. 8, p. 1-14, 2016.

APÊNDICE

Relação das amostras analisadas.

					(continua)
UPCB	Coletor	Data	Localidade	Coordenadas	Amostra
11981	Shirata, M.T.	14/05/1982	Curitiba	25°23'13.4"S 49°16'00.4"W	Perifiton
11982	Shirata, M.T.	14/05/1982	Curitiba	25°23'02.9"S 49°15'56.8"W	Perifiton
11983	Shirata, M.T.	14/05/1982	Curitiba	25°23'03.6"S 49°16'02.0"W	Perifiton
11984	Shirata, M.T.	12/06/1982	Curitiba	25°23'13.4"S 49°16'00.4"W	Perifiton
11985	Shirata, M.T.	12/06/1982	Curitiba	25°23'02.9"S 49°15'56.8"W	Perifiton
11986	Shirata, M.T.	12/06/1982	Curitiba	25°23'03.6"S 49°16'02.0"W	Perifiton
11987	Shirata, M.T.	19/07/1982	Curitiba	25°23'13.4"S 49°16'00.4"W	Perifiton
11988	Shirata, M.T.	19/07/1982	Curitiba	25°23'02.9"S 49°15'56.8"W	Perifiton
11989	Shirata, M.T.	19/07/1982	Curitiba	25°23'03.6"S 49°16'02.0"W	Perifiton
11990	Shirata, M.T.	15/08/1982	Curitiba	25°23'13.4"S 49°16'00.4"W	Perifiton
11991	Shirata, M.T.	15/08/1982	Curitiba	25°23'02.9"S 49°15'56.8"W	Perifiton
11992	Shirata, M.T.	15/08/1982	Curitiba	25°23'03.6"S 49°16'02.0"W	Perifiton
11993	Shirata, M.T.	14/09/1982	Curitiba	25°23'13.4"S 49°16'00.4"W	Perifiton
11994	Shirata, M.T.	14/09/1982	Curitiba	25°23'02.9"S 49°15'56.8"W	Perifiton
11995	Shirata, M.T.	14/09/1982	Curitiba	25°23'03.6"S 49°16'02.0"W	Perifiton
11996	Shirata, M.T.	18/10/1982	Curitiba	25°23'13.4"S 49°16'00.4"W	Perifiton
11997	Shirata, M.T.	18/10/1982	Curitiba	25°23'02.9"S 49°15'56.8"W	Perifiton
11998	Shirata, M.T.	18/10/1982	Curitiba	25°23'03.6"S 49°16'02.0"W	Perifiton
11999	Shirata, M.T.	16/11/1982	Curitiba	25°23'13.4"S 49°16'00.4"W	Perifiton
12000	Shirata, M.T.	16/11/1982	Curitiba	25°23'02.9"S 49°15'56.8"W	Perifiton
12001	Shirata, M.T.	16/11/1982	Curitiba	25°23'03.6"S 49°16'02.0"W	Perifiton
12002	Shirata, M.T.	15/12/1982	Curitiba	25°23'13.4"S 49°16'00.4"W	Perifiton
12003	Shirata, M.T.	15/12/1982	Curitiba	25°23'02.9"S 49°15'56.8"W	Perifiton
12004	Shirata, M.T.	15/12/1982	Curitiba	25°23'03.6"S 49°16'02.0"W	Perifiton
12005	Shirata, M.T.	18/01/1983	Curitiba	25°23'13.4"S 49°16'00.4"W	Perifiton
12006	Shirata, M.T.	18/01/1983	Curitiba	25°23'02.9"S 49°15'56.8"W	Perifiton
12007	Shirata, M.T.	18/01/1983	Curitiba	25°23'03.6"S 49°16'02.0"W	Perifiton
12008	Shirata, M.T.	10/02/1983	Curitiba	25°23'13.4"S 49°16'00.4"W	Perifiton
12009	Shirata, M.T.	10/02/1983	Curitiba	25°23'02.9"S 49°15'56.8"W	Perifiton
12010	Shirata, M.T.	10/02/1983	Curitiba	25°23'03.6"S 49°16'02.0"W	Perifiton
12011	Shirata, M.T.	24/03/1983	Curitiba	25°23'13.4"S 49°16'00.4"W	Perifiton
12012	Shirata, M.T.	24/03/1983	Curitiba	25°23'02.9"S 49°15'56.8"W	Perifiton
12013	Shirata, M.T.	24/03/1983	Curitiba	25°23'03.6"S 49°16'02.0"W	Perifiton
12014	Shirata, M.T.	12/04/1983	Curitiba	25°23'13.4"S 49°16'00.4"W	Perifiton
12015	Shirata, M.T.	12/04/1983	Curitiba	25°23'02.9"S 49°15'56.8"W	Perifiton
12016	Shirata, M.T.	12/04/1983	Curitiba	25°23'03.6"S 49°16'02.0"W	Perifiton
12017	Shirata, M.T.	15/05/1983	Curitiba	25°23'13.4"S 49°16'00.4"W	Perifiton
12018	Shirata, M.T.	15/05/1983	Curitiba	25°23'02.9"S 49°15'56.8"W	Perifiton
12019	Shirata, M.T.	15/05/1983	Curitiba	25°23'03.6"S 49°16'02.0"W	Perifiton
12290	Contin, L.F.	28/03/1980	Curitiba	25°28'59.1"S 49°11'24.1"W	Perifiton
12291	Contin, L.F.	28/03/1980	Curitiba	25°28'59.1"S 49°11'24.1"W	Perifiton
12292	Contin, L.F.	28/03/1980	Curitiba	25°28'59.1"S 49°11'24.1"W	Perifiton
12293	Contin, L.F.	28/03/1980	Curitiba	25°28'59.1"S 49°11'24.1"W	Perifiton

(continua)

UPCB	Coletor	Data	Localidade	Coordenadas	Amostra
12336	Ludwig, T.A.V.	29/12/1980	Curitiba	25°29'01.4"S 49°11'21.3"W	Perifiton
12337	Ludwig, T.A.V.	29/12/1980	Curitiba	25°29'01.4"S 49°11'21.3"W	Perifiton
12338	Ludwig, T.A.V.	29/12/1980	Curitiba	25°29'01.4"S 49°11'21.3"W	Perifiton
12339	Ludwig, T.A.V.	29/12/1980	Curitiba	25°29'01.4"S 49°11'21.3"W	Perifiton
12340	Ludwig, T.A.V.	27/01/1981	Curitiba	25°29'01.4"S 49°11'21.3"W	Perifiton
12341	Ludwig, T.A.V.	27/01/1981	Curitiba	25°29'01.4"S 49°11'21.3"W	Perifiton
12342	Ludwig, T.A.V.	27/01/1981	Curitiba	25°29'01.4"S 49°11'21.3"W	Perifiton
12343	Ludwig, T.A.V.	27/01/1981	Curitiba	25°29'01.4"S 49°11'21.3"W	Perifiton
12344	Ludwig, T.A.V.	27/01/1981	Curitiba	25°29'01.4"S 49°11'21.3"W	Perifiton
12345	Ludwig, T.A.V.	25/02/1981	Curitiba	25°29'01.4"S 49°11'21.3"W	Perifiton
12346	Ludwig, T.A.V.	25/02/1981	Curitiba	25°29'01.4"S 49°11'21.3"W	Perifiton
12427	Ludwig, T.A.V.	19/11/1982	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12428	Ludwig, T.A.V.	19/11/1982	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12429	Ludwig, T.A.V.	19/11/1982	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12430	Ludwig, T.A.V.	19/11/1982	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12431	Ludwig, T.A.V.	15/12/1982	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12432	Ludwig, T.A.V.	15/12/1982	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12433	Ludwig, T.A.V.	15/12/1982	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12434	Ludwig, T.A.V.	15/12/1982	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12435	Ludwig, T.A.V.	18/01/1983	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12436	Ludwig, T.A.V.	18/01/1983	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12437	Ludwig, T.A.V.	18/01/1983	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12438	Ludwig, T.A.V.	18/01/1983	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12439	Ludwig, T.A.V.	10/02/1983	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12440	Ludwig, T.A.V.	10/02/1983	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12441	Ludwig, T.A.V.	10/02/1983	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12442	Ludwig, T.A.V.	10/02/1983	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12443	Ludwig, T.A.V.	20/03/1983	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12444	Ludwig, T.A.V.	20/03/1983	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12445	Ludwig, T.A.V.	20/03/1983	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12446	Ludwig, T.A.V.	20/03/1983	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12447	Ludwig, T.A.V.	10/04/1983	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12448	Ludwig, T.A.V.	10/04/1983	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12449	Ludwig, T.A.V.	10/04/1983	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12450	Ludwig, T.A.V.	10/04/1983	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12451	Ludwig, T.A.V.	10/05/1983	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12452	Ludwig, T.A.V.	10/05/1983	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12453	Ludwig, T.A.V.	10/05/1983	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12454	Ludwig, T.A.V.	10/05/1983	Curitiba	25°31'03.0"S 49°13'00.0"W	Perifiton
12463	Caetano, Z.	12/04/1980	Almirante Tamandaré	25°19'35.2"S 49°18'09.6"W	Fitoplâncton
12464	Caetano, Z.	12/04/1980	Almirante Tamandaré	25°19'45.5"S 49°18'16.7"W	Fitoplâncton
12465	Caetano, Z.	12/04/1980	Almirante Tamandaré	25°19'45.9"S 49°18'15.6"W	Fitoplâncton
12466	Caetano, Z.	12/04/1980	Almirante Tamandaré	25°19'50.4"S 49°18'22.3"W	Fitoplâncton
12467	Caetano, Z.	12/04/1980	Almirante Tamandaré	25°19'56.6"S 49°18'18.9"W	Fitoplâncton
12468	Caetano, Z.	24/05/1980	Almirante Tamandaré	25°19'35.2"S 49°18'09.6"W	Fitoplâncton
12469	Caetano, Z.	24/05/1980	Almirante Tamandaré	25°19'45.5"S 49°18'16.7"W	Fitoplâncton
12470	Caetano, Z.	24/05/1980	Almirante Tamandaré	25°19'45.9"S 49°18'15.6"W	Fitoplâncton

(continua)

UPCB	Coletor	Data	Localidade	Coordenadas	Amostra
12518	Caetano, Z.	31/03/1981	Almirante Tamandaré	25°19'35.2"S 49°18'09.6"W	Fitoplâncton
12519	Caetano, Z.	31/03/1981	Almirante Tamandaré	25°19'45.5"S 49°18'16.7"W	Fitoplâncton
12520	Caetano, Z.	31/03/1981	Almirante Tamandaré	25°19'45.9"S 49°18'15.6"W	Fitoplâncton
12521	Caetano, Z.	31/03/1981	Almirante Tamandaré	25°19'50.4"S 49°18'22.3"W	Fitoplâncton
12522	Caetano, Z.	31/03/1981	Almirante Tamandaré	25°19'56.6"S 49°18'18.9"W	Fitoplâncton
25152	Furstenberger, C.B.	21/10/1993	Ponta Grossa	25°14'39.9"S 50°01'51.3"W	Perifíton
25153	Furstenberger, C.B.	21/10/1993	Ponta Grossa	25°14'39.9"S 50°01'51.3"W	Perifíton
25154	Furstenberger, C.B.	21/11/1993	Ponta Grossa	25°14'39.9"S 50°01'51.3"W	Perifíton
25155	Furstenberger, C.B.	21/11/1993	Ponta Grossa	25°14'39.9"S 50°01'51.3"W	Perifíton
25156	Furstenberger, C.B.	19/12/1993	Ponta Grossa	25°14'39.9"S 50°01'51.3"W	Perifíton
25157	Furstenberger, C.B.	19/12/1993	Ponta Grossa	25°14'39.9"S 50°01'51.3"W	Perifíton
25158	Furstenberger, C.B.	22/01/1994	Ponta Grossa	25°14'39.9"S 50°01'51.3"W	Perifíton
25159	Furstenberger, C.B.	22/01/1994	Ponta Grossa	25°14'39.9"S 50°01'51.3"W	Perifíton
25160	Furstenberger, C.B.	22/02/1994	Ponta Grossa	25°14'39.9"S 50°01'51.3"W	Perifíton
25161	Furstenberger, C.B.	22/02/1994	Ponta Grossa	25°14'39.9"S 50°01'51.3"W	Perifíton
25162	Furstenberger, C.B.	21/03/1994	Ponta Grossa	25°14'39.9"S 50°01'51.3"W	Perifíton
25163	Furstenberger, C.B.	21/03/1994	Ponta Grossa	25°14'39.9"S 50°01'51.3"W	Perifíton
25164	Furstenberger, C.B.	20/04/1994	Ponta Grossa	25°14'39.9"S 50°01'51.3"W	Perifíton
25165	Furstenberger, C.B.	20/04/1994	Ponta Grossa	25°14'39.9"S 50°01'51.3"W	Perifíton
25166	Furstenberger, C.B.	21/05/1994	Ponta Grossa	25°14'39.9"S 50°01'51.3"W	Perifíton
25167	Furstenberger, C.B.	21/05/1994	Ponta Grossa	25°14'39.9"S 50°01'51.3"W	Perifíton
25168	Furstenberger, C.B.	19/06/1994	Ponta Grossa	25°14'39.9"S 50°01'51.3"W	Perifíton
25169	Furstenberger, C.B.	19/06/1994	Ponta Grossa	25°14'39.9"S 50°01'51.3"W	Perifíton
25170	Furstenberger, C.B.	20/07/1994	Ponta Grossa	25°14'39.9"S 50°01'51.3"W	Perifíton
25171	Furstenberger, C.B.	20/07/1994	Ponta Grossa	25°14'39.9"S 50°01'51.3"W	Perifíton
25172	Furstenberger, C.B.	18/08/1994	Ponta Grossa	25°14'39.9"S 50°01'51.3"W	Perifíton
25173	Furstenberger, C.B.	18/08/1994	Ponta Grossa	25°14'39.9"S 50°01'51.3"W	Perifíton
25174	Furstenberger, C.B.	18/09/1994	Ponta Grossa	25°14'39.9"S 50°01'51.3"W	Perifíton
25175	Furstenberger, C.B.	18/09/1994	Ponta Grossa	25°14'39.9"S 50°01'51.3"W	Perifíton
25176	Furstenberger, C.B.	16/10/1994	Ponta Grossa	25°14'39.9"S 50°01'51.3"W	Perifíton
25177	Furstenberger, C.B.	16/10/1994	Ponta Grossa	25°14'39.9"S 50°01'51.3"W	Perifíton
44533	Landucci, M.	06/07/2000	Morretes	25°29'14,5"S 48°51'9,6"W	Perifíton
44534	Landucci, M.	06/07/2000	Morretes	25°29'14,5"S 48°51'9,6"W	Perifíton
44535	Landucci, M.	06/07/2000	Morretes	25°26'1,7"S 48°52'25,6"W	Perifíton
44536	Landucci, M.	06/07/2000	Morretes	25°26'1,7"S 48°52'25,6"W	Perifíton
44537	Landucci, M.	20/11/2000	Antonina	25°20'43,2"S 48°46'14"W	Perifíton
44538	Landucci, M.	20/11/2000	Antonina	25°20'43,2"S 48°46'14"W	Perifíton
44539	Landucci, M.	20/11/2000	Antonina	25°19'9,9"S 48°42'26,8"W	Perifíton
44540	Landucci, M.	20/11/2000	Antonina	25°19'9,9"S 48°42'26,8"W	Perifíton
44541	Landucci, M.	06/07/2000	Paranaguá	25°19'9,9"S 48°42'26,8"W	Perifíton
44542	Landucci, M.	06/07/2000	Paranaguá	25°19'9,9"S 48°42'26,8"W	Perifíton
44543	Landucci, M.	06/07/2000	Paranaguá	25°43'59,8"S 48°35'26,2"W	Perifíton
44544	Landucci, M.	06/07/2000	Paranaguá	25°43'59,8"S 48°35'26,2"W	Perifíton
44545	Landucci, M.	20/11/2000	Matinhos	25°43'54,3"S 48°30'32,2"W	Perifíton
44546	Landucci, M.	20/11/2000	Matinhos	25°43'54,3"S 48°30'32,2"W	Perifíton
44547	Landucci, M.	20/11/2000	Guaratuba	25°50'14,9"S 48°34'22,1"W	Perifíton
44548	Landucci, M.	20/11/2000	Guaratuba	25°50'14,9"S 48°34'22,1"W	Perifíton

(continua)

UPCB	Coletor	Data	Localidade	Coordenadas	Amostra
44553	Visinoni, N.C.D.	06/07/2000	Quitandinha	25°26'1,7"S 48°52'25,6"W	Perifiton
44554	Visinoni, N.C.D.	06/07/2000	Quitandinha	25°26'1,7"S 48°52'25,6"W	Perifiton
44555	Visinoni, N.C.D.	06/07/2000	Fazenda Rio Grande	25°20'43,2"S 48°46'14"W	Perifiton
44556	Visinoni, N.C.D.	06/07/2000	Fazenda Rio Grande	25°20'43,2"S 48°46'14"W	Perifiton
44557	Visinoni, N.C.D.	20/11/2000	Pinhais	25°19'9,9"S 48°42'26,8"W	Perifiton
44558	Visinoni, N.C.D.	20/11/2000	Pinhais	25°19'9,9"S 48°42'26,8"W	Perifiton
44559	Visinoni, N.C.D.	20/11/2000	Quatro Barras	25°29'14,5"S 48°51'9,6"W	Perifiton
44560	Visinoni, N.C.D.	20/11/2000	Quatro Barras	25°29'14,5"S 48°51'9,6"W	Perifiton
44561	Visinoni, N.C.D.	10/01/2001	Almirante Tamandaré	25°26'1,7"S 48°52'25,6"W	Perifiton
44562	Visinoni, N.C.D.	10/01/2001	Almirante Tamandaré	25°26'1,7"S 48°52'25,6"W	Perifiton
44563	Visinoni, N.C.D.	10/01/2001	Itaperuçu	25°20'43,2"S 48°46'14"W	Perifiton
44564	Visinoni, N.C.D.	10/01/2001	Itaperuçu	25°20'43,2"S 48°46'14"W	Perifiton
44565	Visinoni, N.C.D.	10/01/2001	Rio Branco do Sul	25°19'9,9"S 48°42'26,8"W	Perifiton
44566	Visinoni, N.C.D.	10/01/2001	Rio Branco do Sul	25°19'9,9"S 48°42'26,8"W	Perifiton
44567	Visinoni, N.C.D.	11/01/2001	Balsa Nova	25°29'14,5"S 48°51'9,6"W	Perifiton
44568	Visinoni, N.C.D.	11/01/2001	Balsa Nova	25°29'14,5"S 48°51'9,6"W	Perifiton
44569	Visinoni, N.C.D.	11/01/2001	Campo Largo	25°26'1,7"S 48°52'25,6"W	Perifiton
44570	Visinoni, N.C.D.	11/01/2001	Campo Largo	25°26'1,7"S 48°52'25,6"W	Perifiton
44571	Visinoni, N.C.D.	11/01/2001	Curitiba	25°20'43,2"S 48°46'14"W	Perifiton
44572	Visinoni, N.C.D.	11/01/2001	Curitiba	25°20'43,2"S 48°46'14"W	Perifiton
44573	Visinoni, N.C.D.	30/05/2001	Doutor Ulysses	25°19'9,9"S 48°42'26,8"W	Perifiton
44574	Visinoni, N.C.D.	30/05/2001	Doutor Ulysses	25°19'9,9"S 48°42'26,8"W	Perifiton
44575	Visinoni, N.C.D.	08/06/2001	Campo Magro	25°29'14,5"S 48°51'9,6"W	Perifiton
44576	Visinoni, N.C.D.	08/06/2001	Campo Magro	25°29'14,5"S 48°51'9,6"W	Perifiton
44577	Visinoni, N.C.D.	30/05/2001	Tunas do Paraná	25°26'1,7"S 48°52'25,6"W	Perifiton
44578	Visinoni, N.C.D.	30/05/2001	Tunas do Paraná	25°26'1,7"S 48°52'25,6"W	Perifiton
44579	Visinoni, N.C.D.	30/05/2001	Bocaiúva do Sul	25°20'43,2"S 48°46'14"W	Perifiton
44580	Visinoni, N.C.D.	30/05/2001	Bocaiúva do Sul	25°20'43,2"S 48°46'14"W	Perifiton
44581	Visinoni, N.C.D.	06/06/2001	São José dos Pinhais	25°19'9,9"S 48°42'26,8"W	Perifiton
44582	Visinoni, N.C.D.	06/06/2001	São José dos Pinhais	25°19'9,9"S 48°42'26,8"W	Perifiton
44583	Visinoni, N.C.D.	06/06/2001	Araucária	25°19'9,9"S 48°42'26,8"W	Perifiton
44584	Visinoni, N.C.D.	06/06/2001	Araucária	25°19'9,9"S 48°42'26,8"W	Perifiton
47493	Tremarin, P.I.	16/04/2003	Pontal do Paraná	25°41'54,6"S 48°31'41,9"W	Fitoplâncton
47494	Tremarin, P.I.	16/04/2003	Pontal do Paraná	25°41'47,4"S 48°31'24,2"W	Perifiton
47495	Tremarin, P.I.	16/04/2003	Pontal do Paraná	25°41'54,6"S 48°31'41,9"W	Fitoplâncton
47496	Tremarin, P.I.	16/04/2003	Pontal do Paraná	25°41'47,4"S 48°31'24,2"W	Perifiton
47497	Tremarin, P.I.	16/04/2003	Pontal do Paraná	25°41'54,6"S 48°31'41,9"W	Fitoplâncton
47498	Tremarin, P.I.	16/04/2003	Pontal do Paraná	25°41'47,4"S 48°31'24,2"W	Perifiton
47499	Tremarin, P.I.	16/04/2003	Pontal do Paraná	25°41'54,6"S 48°31'41,9"W	Fitoplâncton
47500	Tremarin, P.I.	16/04/2003	Pontal do Paraná	25°41'47,4"S 48°31'24,2"W	Perifiton
47501	Tremarin, P.I.	16/04/2003	Pontal do Paraná	25°41'54,6"S 48°31'41,9"W	Fitoplâncton
47502	Tremarin, P.I.	16/04/2003	Pontal do Paraná	25°41'47,4"S 48°31'24,2"W	Perifiton
47503	Tremarin, P.I.	16/04/2003	Pontal do Paraná	25°41'54,6"S 48°31'41,9"W	Fitoplâncton
47504	Tremarin, P.I.	16/04/2003	Pontal do Paraná	25°41'47,4"S 48°31'24,2"W	Perifiton
47505	Tremarin, P.I.	16/04/2003	Pontal do Paraná	25°41'54,6"S 48°31'41,9"W	Fitoplâncton
47506	Tremarin, P.I.	16/04/2003	Pontal do Paraná	25°41'47,4"S 48°31'24,2"W	Perifiton
47507	Tremarin, P.I.	16/04/2003	Pontal do Paraná	25°41'54,6"S 48°31'41,9"W	Fitoplâncton

(continua)

UPCB	Coletor	Data	Localidade	Coordenadas	Amostra
47508	Tremarin, P.I.	16/04/2003	Pontal do Paraná	25°41'47,4"S 48°31'24,2"W	Perifíton
47509	Tremarin, P.I.	24/10/2003	Pontal do Paraná	25°41'54,6"S 48°31'41,9"W	Fitoplâncton
47510	Tremarin, P.I.	24/10/2003	Pontal do Paraná	25°41'47,4"S 48°31'24,2"W	Perifíton
47511	Tremarin, P.I.	24/10/2003	Pontal do Paraná	25°41'54,6"S 48°31'41,9"W	Fitoplâncton
47512	Tremarin, P.I.	24/10/2003	Pontal do Paraná	25°41'47,4"S 48°31'24,2"W	Perifíton
47513	Tremarin, P.I.	24/10/2003	Pontal do Paraná	25°41'54,6"S 48°31'41,9"W	Fitoplâncton
47514	Tremarin, P.I.	24/10/2003	Pontal do Paraná	25°41'47,4"S 48°31'24,2"W	Perifíton
47515	Tremarin, P.I.	24/10/2003	Pontal do Paraná	25°41'54,6"S 48°31'41,9"W	Fitoplâncton
47516	Tremarin, P.I.	24/10/2003	Pontal do Paraná	25°41'47,4"S 48°31'24,2"W	Fitoplâncton
47517	Tremarin, P.I.	24/10/2003	Pontal do Paraná	25°41'54,6"S 48°31'41,9"W	Perifíton
47518	Tremarin, P.I.	24/10/2003	Pontal do Paraná	25°41'47,4"S 48°31'24,2"W	Perifíton
47519	Tremarin, P.I.	24/10/2003	Pontal do Paraná	25°41'54,6"S 48°31'41,9"W	Fitoplâncton
47520	Tremarin, P.I.	24/10/2003	Pontal do Paraná	25°41'47,4"S 48°31'24,2"W	Perifíton
47521	Tremarin, P.I.	24/10/2003	Pontal do Paraná	25°41'54,6"S 48°31'41,9"W	Fitoplâncton
47522	Tremarin, P.I.	24/10/2003	Pontal do Paraná	25°41'47,4"S 48°31'24,2"W	Fitoplâncton
47523	Tremarin, P.I.	24/10/2003	Pontal do Paraná	25°41'54,6"S 48°31'41,9"W	Fitoplâncton
47524	Tremarin, P.I.	24/10/2003	Pontal do Paraná	25°41'47,4"S 48°31'24,2"W	Fitoplâncton
47525	Tremarin, P.I.	24/10/2003	Pontal do Paraná	25°41'54,6"S 48°31'41,9"W	Fitoplâncton
47526	Tremarin, P.I.	24/10/2003	Pontal do Paraná	25°41'47,4"S 48°31'24,2"W	Fitoplâncton
47527	Tremarin, P.I.	24/10/2003	Pontal do Paraná	25°41'54,6"S 48°31'41,9"W	Fitoplâncton
47528	Tremarin, P.I.	24/10/2003	Pontal do Paraná	25°41'47,4"S 48°31'24,2"W	Fitoplâncton
47529	Tremarin, P.I.	24/10/2003	Pontal do Paraná	25°41'54,6"S 48°31'41,9"W	Fitoplâncton
48152	Neiva, T.F.	01/04/2002	Curitiba	25°26'53.9"S 49°21'27.6"W	Perifíton
48153	Neiva, T.F.	01/08/2002	Curitiba	25°26'53.9"S 49°21'27.6"W	Perifíton
49405	Neiva, T.F.	01/05/2003	Piraquara	25°30'26.1"S 49°01'32.4"W	Perifíton
49406	Neiva, T.F.	01/04/2004	Ponta Grossa	25°05'39.0"S 50°03'32.6"W	Perifíton
49407	Neiva, T.F.	01/04/2004	Matinhos	25°47'22.4"S 48°31'39.5"W	Perifíton
49408	Neiva, T.F.	01/01/2004	Guaraqueçaba	25°20'22.5"S 48°23'42.3"W	Perifíton
49409	Neiva, T.F.	01/07/2004	Tijucas do Sul	25°56'44.0"S 49°17'04.0"W	Perifíton
49602	Neiva, T.F.	01/11/2003	Piraquara	25°30'26.1"S 49°01'32.4"W	Perifíton
49603	Neiva, T.F.	01/06/2004	Ponta Grossa	25°05'39.0"S 50°03'32.6"W	Perifíton
56160	Costin, J.C.	25/03/2000	Antonina	25°06'46,6"S 49°47'22,1"W	Perifíton
56161	Costin, J.C.	25/03/2000	Antonina	25°06'46,6"S 49°47'22,1"W	Perifíton
56162	Costin, J.C.	25/03/2000	Antonina	25°06'46,6"S 49°47'22,1"W	Perifíton
56163	Costin, J.C.	01/04/2000	Paranaguá	25°06'46,6"S 49°47'22,1"W	Perifíton
56164	Costin, J.C.	01/04/2000	Paranaguá	25°06'46,6"S 49°47'22,1"W	Perifíton
56165	Costin, J.C.	01/04/2000	Paranaguá	25°06'46,6"S 49°47'22,1"W	Perifíton
56166	Costin, J.C.	01/04/2000	Paranaguá	25°06'46,6"S 49°47'22,1"W	Perifíton
56167	Costin, J.C.	01/04/2000	Matinhos	25°06'46,6"S 49°47'22,1"W	Perifíton
56168	Costin, J.C.	01/04/2000	Matinhos	25°06'46,6"S 49°47'22,1"W	Perifíton
56169	Costin, J.C.	02/04/2000	Guaratuba	25°06'46,6"S 49°47'22,1"W	Perifíton
56170	Costin, J.C.	02/04/2000	Guaratuba	25°06'46,6"S 49°47'22,1"W	Perifíton
56171	Costin, J.C.	06/07/2000	Quitandinha	25°06'46,6"S 49°47'22,1"W	Perifíton
61717	Lehmkuhl, E.A.	27/04/2007	Guaratuba	25°51'31.8"S 48°34'00.8"W	Fitoplâncton
61813	Lehmkuhl, E.A.	27/04/2007	Guaratuba	25°49'30.9"S 48°35'06.3"W	Fitoplâncton
61814	Lehmkuhl, E.A.	27/04/2007	Guaratuba	25°51'19.2"S 48°37'54.7"W	Fitoplâncton
61815	Lehmkuhl, E.A.	29/07/2007	Guaratuba	25°51'31.8"S 48°34'00.8"W	Fitoplâncton

(continua)

UPCB	Coletor	Data	Localidade	Coordenadas	Amostra
61816	Lehmkuhl, E.A.	29/07/2007	Guaratuba	25°49'30.9"S 48°35'06.3"W	Fitoplâncton
61817	Lehmkuhl, E.A.	29/07/2007	Guaratuba	25°51'19.2"S 48°37'54.7"W	Fitoplâncton
61818	Lehmkuhl, E.A.	18/10/2007	Guaratuba	25°51'31.8"S 48°34'00.8"W	Fitoplâncton
61819	Lehmkuhl, E.A.	18/10/2007	Guaratuba	25°49'30.9"S 48°35'06.3"W	Fitoplâncton
61820	Lehmkuhl, E.A.	18/10/2007	Guaratuba	25°51'19.2"S 48°37'54.7"W	Fitoplâncton
61821	Lehmkuhl, E.A.	24/01/2008	Guaratuba	25°51'31.8"S 48°34'00.8"W	Fitoplâncton
61822	Lehmkuhl, E.A.	24/01/2008	Guaratuba	25°49'30.9"S 48°35'06.3"W	Fitoplâncton
61823	Lehmkuhl, E.A.	24/01/2008	Guaratuba	25°51'19.2"S 48°37'54.7"W	Fitoplâncton
63363	Silva, A.M.	20/11/2007	Pinhais	25°30'23.12"S 49° 28.18"W	Perifiton
63364	Silva, A.M.	19/02/2008	Pinhais	25°30'23.12"S 49° 28.18"W	Perifiton
63365	Silva, A.M.	06/05/2008	Pinhais	25°30'23.12"S 49° 28.18"W	Perifiton
63366	Silva, A.M.	05/08/2008	Pinhais	25°30'23.12"S 49° 28.18"W	Perifiton
63367	Silva, A.M.	20/11/2007	Pinhais	25°30'23.12"S 49° 28.18"W	Perifiton
63368	Silva, A.M.	19/02/2008	Pinhais	25°30'23.12"S 49° 28.18"W	Perifiton
63369	Silva, A.M.	06/05/2008	Pinhais	25°30'23.12"S 49° 28.18"W	Perifiton
63370	Silva, A.M.	05/08/2007	Pinhais	25°30'23.12"S 49° 28.18"W	Perifiton
63371	Silva, A.M.	29/10/2007	Piraquara	25°30'23.12"S 49° 28.18"W	Perifiton
63372	Silva, A.M.	19/02/2008	Piraquara	25°30'23.12"S 49° 28.18"W	Perifiton
63373	Silva, A.M.	14/05/2008	Piraquara	25°30'23.12"S 49° 28.18"W	Perifiton
63374	Silva, A.M.	12/08/2008	Piraquara	25°30'23.12"S 49° 28.18"W	Perifiton
63375	Silva, A.M.	29/10/2007	Piraquara	25°30'23.12"S 49° 28.18"W	Perifiton
63376	Silva, A.M.	19/02/2008	Piraquara	25°30'23.12"S 49° 28.18"W	Perifiton
63377	Silva, A.M.	14/05/2008	Piraquara	25°30'23.12"S 49° 28.18"W	Perifiton
63378	Silva, A.M.	12/08/2008	Piraquara	25°30'23.12"S 49° 28.18"W	Perifiton
63475	Faria, D.M.	15/05/2008	São José dos Pinhais	25°30'02.6"S 49°07'28.3"W	Perifiton
63476	Faria, D.M.	15/08/2008	São José dos Pinhais	25°30'02.6"S 49°07'28.3"W	Perifiton
63477	Faria, D.M.	15/11/2008	São José dos Pinhais	25°30'02.6"S 49°07'28.3"W	Perifiton
63478	Faria, D.M.	15/02/2009	São José dos Pinhais	25°30'02.6"S 49°07'28.3"W	Perifiton
65800	Silva, A.M.	31/10/2007	Araucária	25°31'59.9"S 49°23'19.1"W	Perifiton
65801	Silva, A.M.	31/10/2007	Araucária	25°31'57.5"S 49°22'51.9"W	Perifiton
65802	Bertolli, L.M.	20/02/2008	Araucária	25°31'59.9"S 49°23'19.1"W	Perifiton
65803	Bertolli, L.M.	20/02/2008	Araucária	25°31'57.5"S 49°22'51.9"W	Perifiton
65804	Bertolli, L.M.	02/05/2008	Araucária	25°31'59.9"S 49°23'19.1"W	Perifiton
65805	Bertolli, L.M.	02/05/2008	Araucária	25°31'57.5"S 49°22'51.9"W	Perifiton
65806	Bertolli, L.M.	27/08/2008	Araucária	25°31'59.9"S 49°23'19.1"W	Perifiton
65807	Bertolli, L.M.	27/08/2008	Araucária	25°31'57.5"S 49°22'51.9"W	Perifiton
72965	Castro, E.C. de	16/04/2003	Antonia	25°43'59,8"S 48°35'26,2"W	Perifiton
72966	Castro, E.C. de	16/04/2003	Antonia	25°43'59,8"S 48°35'26,2"W	Perifiton
72967	Castro, E.C. de	16/04/2003	Antonia	25°43'59,8"S 48°35'26,2"W	Perifiton
72968	Castro, E.C. de	16/04/2003	Antonia	25°43'59,8"S 48°35'26,2"W	Perifiton
72969	Castro, E.C. de	16/04/2003	Guaratuba	25°43'54,3"S 48°30'32,2"W	Perifiton
72970	Castro, E.C. de	16/04/2003	Guaratuba	25°43'59,8"S 48°35'26,2"W	Perifiton
72971	Castro, E.C. de	16/04/2003	Matinhos	25°48'58"S 48°33'19,1"W	Perifiton
72972	Castro, E.C. de	16/04/2003	Morretes	25°29'14,5"S 48°51'9,6"W	Perifiton
72973	Castro, E.C. de	16/04/2003	Morretes	25°29'14,5"S 48°51'9,6"W	Perifiton
72974	Castro, E.C. de	16/04/2003	Morretes	25°29'14,5"S 48°51'9,6"W	Perifiton
72975	Castro, E.C. de	16/04/2003	Morretes	25°21'896"S 48°52'447"W	Perifiton

(continua)

UPCB	Coletor	Data	Localidade	Coordenadas	Amostra
72976	Castro, E.C. de	16/04/2003	Morretes	25°21'896"S 48°52'447"W	Perifiton
72977	Castro, E.C. de	16/04/2003	Morretes	25°21'896"S 48°52'447"W	Perifiton
72978	Castro, E.C. de	16/04/2003	Morretes	25°21'896"S 48°52'447"W	Perifiton
72979	Castro, E.C. de	16/04/2003	Morretes	25°26'1,7"S 48°52'25,6"W	Perifiton
72980	Castro, E.C. de	16/04/2003	Morretes	25°26'1,7"S 48°52'25,6"W	Perifiton
72981	Castro, E.C. de	16/04/2003	Antonina	25°19'9,9"S 48°42'26,8"W	Perifiton
72982	Castro, E.C. de	16/04/2003	Antonina	25°19'9,9"S 48°42'26,8"W	Perifiton
72983	Castro, E.C. de	16/04/2003	Antonina	25°19'9,9"S 48°42'26,8"W	Perifiton
72984	Castro, E.C. de	16/04/2003	Antonina	25°20'43,2"S 48°46'14"W	Perifiton
72985	Castro, E.C. de	16/04/2003	Antonina	25°20'43,2"S 48°46'14"W	Perifiton
72986	Castro, E.C. de	16/04/2003	Antonina	25°20'43,2"S 48°46'14"W	Perifiton
72987	Castro, E.C. de	16/04/2003	Guaratuba	25°50'14,9"S 48°34'22,1"W	Perifiton
72988	Castro, E.C. de	16/04/2003	Guaratuba	25°50'14,9"S 48°34'22,1"W	Perifiton
72989	Castro, E.C. de	16/04/2003	Paranaguá	25°38'28"S 48°37'14,1"W	Perifiton
72990	Castro, E.C. de	16/04/2003	Paranaguá	25°38'28"S 48°37'14,1"W	Perifiton
72991	Castro, E.C. de	16/04/2003	Paranaguá	25°38'28"S 48°37'14,1"W	Perifiton
72992	Castro, E.C. de	16/04/2003	Paranaguá	25°38'28"S 48°37'14,1"W	Perifiton
72993	Castro, E.C. de	16/04/2003	Paranaguá	25°38'28"S 48°37'14,1"W	Perifiton
72994	Castro, E.C. de	21/08/2004	Morretes	25°21'896"S 48°52'447"W	Perifiton
72995	Castro, E.C. de	21/08/2004	Morretes	25°21'896"S 48°52'447"W	Perifiton
72996	Castro, E.C. de	21/08/2004	Morretes	25°21'896"S 48°52'447"W	Perifiton
72997	Castro, E.C. de	02/07/2005	Morretes	25°21'896"S 48°52'447"W	Perifiton
72998	Castro, E.C. de	23/02/2005	Morretes	25°21'896"S 48°52'447"W	Perifiton
72999	Castro, E.C. de	02/07/2005	Morretes	25°21'896"S 48°52'447"W	Perifiton
73000	Castro, E.C. de	23/02/2005	Antonina	25°19'9,9"S 48°42'26,8"W	Perifiton
73001	Castro, E.C. de	02/07/2005	Matinhos	25°48'58"S 48°33'19,1"W	Perifiton
73002	Castro, E.C. de	23/02/2005	Matinhos	25°48'58"S 48°33'19,1"W	Perifiton
73003	Castro, E.C. de	02/07/2005	Matinhos	25°48'58"S 48°33'19,1"W	Perifiton
73004	Castro, E.C. de	23/02/2005	Matinhos	25°48'58"S 48°33'19,1"W	Perifiton
73005	Castro, E.C. de	02/07/2005	Paranaguá	25°38'28"S 48°37'14,1"W	Perifiton
76002	Garbuio,R.	29/09/2013	Piraquara	25°29'47"S 48°58'44"W	Epifiton
76003	Garbuio,R.	29/09/2013	Piraquara	25°29'47"S 48°58'53"W	Epifiton
76004	Garbuio,R.	29/09/2013	Piraquara	25°29'47"S 48°58'53"W	Epifiton
76005	Garbuio,R.	29/09/2013	Piraquara	25°29'37"S 48°58'41"W	Epifiton
76006	Garbuio,R.	29/09/2013	Piraquara	25°29'37"S 48°58'38"W	Epifiton
76007	Garbuio,R.	29/09/2013	Piraquara	25°29'25"S 48°58'36"W	Epifiton
76008	Garbuio,R.	29/09/2013	Piraquara	25°29'47"S 48°58'54"W	Epifiton
76009	Garbuio,R.	29/09/2013	Piraquara	25°29'51"S 48°58'52"W	Epifiton
76010	Garbuio,R.	29/09/2013	Piraquara	25°29'44"S 48°59'23"W	Epifiton
76011	Garbuio,R.	29/09/2013	Piraquara	25°29'44"S 48°59'23"W	Perifiton
76012	Garbuio,R.	29/09/2013	Piraquara	25°29'32"S 48°59'36"W	Epifiton
76013	Garbuio,R.	29/09/2013	Piraquara	25°29'25"S 48°58'36"W	Epifiton
76014	Garbuio,R.	29/09/2013	Piraquara	25°29'32"S 48°59'36"W	Epifiton
76015	Garbuio,R.	29/09/2013	Piraquara	25°29'37"S 48°58'41"W	Epifiton
76016	Garbuio,R.	29/09/2013	Piraquara	25°29'44"S 48°59'23"W	Perifiton
76017	Garbuio,R.	29/09/2013	Piraquara	25°29'37"S 48°58'38"W	Epifiton
76018	Garbuio,R.	29/09/2013	Piraquara	25°29'37"S 48°58'38"W	Epifiton

					(conclusão)
UPCB	Coletor	Data	Localidade	Coordenadas	Amostra
76019	Garbuio,R.	29/09/2013	Piraquara	25°29'47"S 48°58'44"W	Epifíton
78328	Santos, R.K.	05/06/2017	Piraquara	25°29'37"S 48°58'41"W	Perifíton
78330	Santos, R.K.	05/06/2017	Piraquara	25°29'37"S 48°58'38"W	Perifíton
78331	Santos, R.K.	05/06/2017	Piraquara	25°29'32"S 48°59'36"W	Perifíton
96150	Ferreira, P.C.	21/01/2020	Piraquara	25°28'21.1"S 49°00'39.2"W	Perifíton
96151	Ferreira, P.C.	22/01/2020	Piraquara	25°28'19.7"S 49°00'42.5"W	Perifíton
96152	Ferreira, P.C.	23/01/2020	Piraquara	25°28'19.7"S 49°00'42.5"W	Perifíton

ANEXO

Instructions for authors - Fottea

Fottea is the journal published by Czech Phycological Society (formerly bulletin Czech Phycology). Fottea publishes papers on all aspects of the ecology, biology, phylogeny, and taxonomy of algae (including cyanobacteria). Fottea do not accept recently poor floristic (list of species, floristic records). Floristic papers can be accepted if they are accompanied by taxonomy (new taxa description, typification) or ecology (robust dataset with sophisticated statistic). Manuscripts submitted must be original and not have been accepted for publication or be under consideration elsewhere. It is the responsibility of authors to ensure that nothing in a submitted manuscript would be in breach of any copyright agreement. On acceptance of a manuscript, copyright is transferred to the journal.

Editorial policy

Articles submitted for publication are independently reviewed by referees, and the Editor-in- Chief. However, manuscripts that clearly do not meet the criteria for publication may be rejected by the Editor-in-Chief without being sent for review.

The manuscript

Manuscripts may be submitted in the form of **Original Articles** or **Reviews** or **Short notes** and should be submitted preferably via the Manuscript submission system. Long contributions such as monographs with photographic plates (up to 60 plates) can also be accepted (deadline for such monographs 1st May). It is essential that manuscripts are written using *double spacing throughout* (including references and legends) with all margins of at least 3 cm. Do not right-justify or divide words at the ends of lines. The font Times New Roman (12 point) is preferred with the regular font style. Only species names should be in italics. Latin names should be followed by the full or abbreviated authorities (in case of abbreviated authorities please follow *Authors of Plant Names*, Royal Botanic Gardens, Kew; BRUMMITT & POWELL 1992 or <http://www.ipni.org/index.html>), when first used, unless a large number of names with authorities are grouped in a table. Use “et” in latin names (*Nupela troglophila* Falasco, C.E. Wetzel et Ector). All pages should be numbered in series, with the first page a title page, the second an abstract, followed by the text, references, tables, and legends for figures in that order. Normally, the text

should be subdivided into six sections: Introduction, Materials and Methods, Results (or Observations), Discussion, Acknowledgements and References, although this may not be appropriate for some articles (such as some taxonomic papers).

SI (metric) units must be used. Leave a space between numerals and their units (e.g. 10 mm). Abbreviations should be explained in words when first used. Symbols, units, and nomenclature should conform to international usage. Non-English speakers should get the text checked if at all possible, as the editors cannot always be expected to carry out major linguistic revision.

Original Articles should be prepared according to the following format:

The title page should have only the title, the name(s) and address(es) of the author(s), any necessary footnotes, and a short running title suitable for page headings. If the name of an organism is used in the title, an indication of its taxonomic position must be given. The address for correspondence and offprint requests will be that of the first author unless otherwise indicated by means of a footnote. The corresponding author's e-mail (or faxnumber) should be included.

The Abstract of not more than 1000 letters including spaces should be concise and informative.

Key words: immediately following the abstract, list 6 to 10 key words (alphabetically), separated by commas.

Acknowledgements should be given under a single heading at the end of the article.

References in the text are cited by author (small caps) and publication date. Use "&" between pairs of authors; for three or more authors, give the first author followed by "et al." and the year. Multiple references must be listed in chronological order (e.g. JOOSTEN & VAN DEN HOEK 1986; BREEMAN 1988; BREEMAN et al. 1994a, b). Only cite articles or books already published or in press. In the list at the end of the paper, references should be typed double spaced in alphabetical order. Include publishers and city of publication for books.

Abbreviations of journal names should follow the *World List of Scientific Periodicals or the selection Abbreviated Titles of Biological Journals* issued by the Biological Council.

References should appear in the following style:

HINDÁK, F.; HINDÁKOVÁ, A.; MARVAN, P.; HETEŠA, J. & HAŠLER, P. (2006): Diversity, abundance and volume biomass of the phytoplankton of the Morava River (Czech Republic, Slovakia) and the Dyje River (Czech Republic) in November 2005. – *Czech Phycology* 6: 77–97.

KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. (1998): Cyanoprokaryota I. – In: Ettl, H.; Gärtner, G.; Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds): *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Band 19/1. – 548pp., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart – Jena.

WOŁOWSKI, K. & HINDÁK, F. (2005): *Atlas of Euglenophytes*. – 136 pp., Veda, Bratislava.

KOMÁREK, J. (2003): Coccoid and colonial cyanobacteria. – In: Wehr, J.D. & Sheath, R.G.

(eds): *Freshwater Algae of North America*. – pp. 59–116, Academic Press, San Diego.

Tables should be numbered consecutively with arabic numerals, double-spaced throughout, on a separate numbered page, have a brief title at the top and be referred to in the text. Tables should not include vertical lines or shading. Tables should not be insert as compact picture.

Table width must fit to 7.7 (one column), 16 (two columns) or 24.7 cm (landscape paper), text: Times New Roman, font size 9.

Figures should be planned so that they will fit one column (7.7 cm) or two columns (16 cm) in width, and be no more than 22 cm in length. Allow sufficient space so that the legend can be placed beneath the figure or group. A linear scale must be placed directly on each figure (please follow style of scale bare used in example below). Scale value should be indicated in the legend.

Legends for figures must be typed double-spaced on a separate page and provide enough information for interpretation of the figure, with all abbreviations used.

Line drawings, diagrams, photographs must have good contrast and quality. Groups of photographs forming a single page should be squared accurately and mounted with spaces between them (the same width, cca 2 mm). Figures should be planned so that the all outer margins are aligned (follow example below). Electronic files should be prepared using standard programs (e.g. Adobe Photoshop, Corel Draw) at a resolution of at least 300dpi (for photographs) and 600dpi (for drawings) and saved as tiff files. Numbers and lettering should be aligned accurately, in Arial font (10-12 bold for figure numbers), black or white depending upon the image background (no circles). Magnification scales should be inserted on the figures, aligned accurately; the length of the line should be given in the legend. **Plates mounted in Word or Power Point cannot be accepted for printing.**

ÍNDICE REMISSIVO

<i>Humidophila brekkaensis</i>	18
<i>Humidophila contenta</i>	20
<i>Humidophila nienta</i>	21
<i>Humidophila paracontenta</i>	22
<i>Humidophila</i> sp.	23
<i>Frustulia asymmetrica</i>	58
<i>Frustulia australocrassinervia</i>	59
<i>Frustulia capitata</i>	61
<i>Frustulia crassinervia</i>	63
<i>Frustulia crassipunctatoides</i>	65
<i>Frustulia crassiundosa</i>	67
<i>Frustulia creuzburgensis</i>	68
<i>Frustulia erifuga</i>	70
<i>Frustulia guayanensis</i>	71
<i>Frustulia guayanensis</i> ssp. <i>ecuadoriana</i>	73
<i>Frustulia interposita</i>	74
<i>Frustulia krammeri</i>	75
<i>Frustulia neofrenguelli</i>	77
<i>Frustulia neomundana</i>	78
<i>Frustulia pangaea</i>	80
<i>Frustulia</i> cf. <i>pseudomagaliesmontana</i>	81
<i>Frustulia quadrisinuata</i>	81
<i>Frustulia saxonica</i>	83
<i>Frustulia soror</i>	85
<i>Frustulia undosa</i>	86
<i>Frustulia vulgaris</i>	87
<i>Frustulia zizkae</i>	88
<i>Frustulia</i> sp. 1.....	89
<i>Frustulia</i> sp. 2.....	90
<i>Frustulia</i> sp. 3	92
<i>Eunotia bidens</i>	148
<i>Eunotia camelus</i>	149

<i>Eunotia capitata</i>	149
<i>Eunotia didyma</i>	150
<i>Eunotia elephas</i>	151
<i>Eunotia georgii</i>	153
<i>Eunotia herzogii</i>	154
<i>Eunotia longicamelus</i>	155
<i>Eunotia parabidens</i>	156
<i>Eunotia paratridentula</i>	157
<i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>undulata</i>	158
<i>Eunotia pyramidata</i>	159
<i>Eunotia pyramidatoides</i>	160
<i>Eunotia quaternaria</i>	161
<i>Eunotia rabenhorstii</i> var. <i>monodon</i>	162
<i>Eunotia rabenhorstii</i> var. <i>triodon</i>	163
<i>Eunotia schneideri</i>	164
<i>Eunotia serra</i>	164
<i>Eunotia trigibba</i>	165
<i>Eunotia trinacria</i>	166
<i>Eunotia yanomami</i>	167
<i>Eunotia zygodon</i>	168
<i>Eunotia</i> sp. 1.....	169
<i>Eunotia bilunaris</i>	170
<i>Eunotia juettnerae</i>	171
<i>Eunotia mucophila</i>	172
<i>Eunotia naegeli</i>	173
<i>Eunotia paulovalida</i>	174
<i>Eunotia rolandschmidtii</i>	175
<i>Eunotia valida</i>	175
<i>Eunotia major</i>	176
<i>Eunotia metamonodon</i>	178
<i>Eunotia monodon</i>	179
<i>Eunotia pseudoindica</i>	180
<i>Eunotia yberai</i>	181