

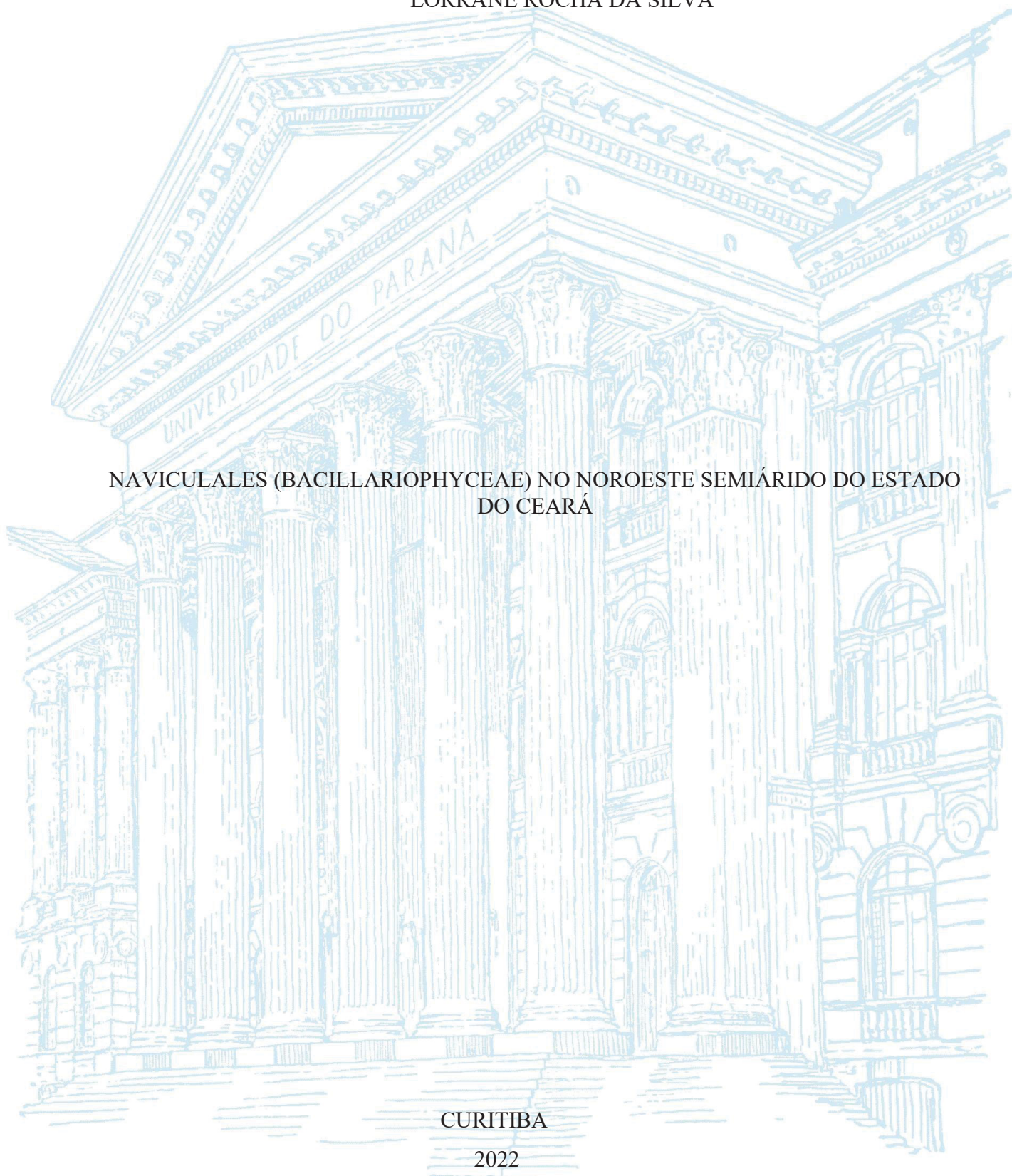
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LORRANE ROCHA DA SILVA

NAVICULES (BACILLARIOPHYCEAE) NO NOROESTE SEMIÁRIDO DO ESTADO  
DO CEARÁ

CURITIBA

2022



LORRANE ROCHA DA SILVA

NAVICULALES (BACILLARIOPHYCEAE) NO NOROESTE SEMIÁRIDO DO  
ESTADO DO CEARÁ

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

Orientadora: Profa. Dra. Thelma  
Alvim Veiga Ludwig  
Coorientador: Prof. Dr. Kaoli Pereira  
Cavalcante

CURITIBA

2022

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

Silva, Lorrane Rocha da

Naviculales (Bacillariophyceae) no noroeste semiárido do estado do Ceará / Lorrane Rocha da Silva. – 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: Prof. Dr. Kaoli Pereira Cavalcante.

1. Diatomáceas. 2. Taxonomia. 3. Indicadores biológicos. 4. Caatinga. 4. Ceará. I. Ludwig, Thelma Avim Veiga, 1957-. II. Cavalcante, Kaoli Pereira 1987-. 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 **LORRANE ROCHA DA SILVA** intitulada: **NAVICULALES (BACILLARIOPHYCEAE) NO NOROESTE SEMIÁRIDO DO ESTADO DO CEARÁ**, 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, 31 de Janeiro de 2022.

Assinatura Eletrônica

22/02/2022 21:53:03.0

THELMA ALVIM VEIGA LUDWIG

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

21/02/2022 09:49:47.0

DÁVIA MARCIANA TALGATTI

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ)

Assinatura Eletrônica

21/02/2022 14:20:21.0

DENISE MATIAS DE FARIA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - POS-DOC PPGEÇO)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Deus por ter me concedido a oportunidade de fazer este mestrado, concedeu forças e sabedoria para concluir. Agradeço a minha mãe e meus avós que me apoiaram e compreenderam a importância desse passo e conviveram com a saudade durante estes anos. Agradeço ao meu esposo, meu companheiro que apoiou e compreendeu a minha ausência por muitas vezes.

Agradeço à professora Thelma Veiga Alvim Ludwig, por essa oportunidade maravilhosa, por sua orientação, correções e paciência. Ao meu coorientador Kaoli Cavalcante, por seu tempo, sugestões e correções. Aos meus companheiros de laboratório, á Paula, Guilherme, Eduardo e Gabrielle, obrigada pela paciência e disponibilidade de ajudar e sempre responder minhas dúvidas.

Ao Centro de Microscopia Eletrônica da Federal do Paraná pela disponibilidade de uso dos equipamentos essenciais para a finalização deste trabalho. Ao laboratório de ficologia, UFPR, pelo suporte com equipamentos e literaturas.

Á CAPES pela concessão da bolsa, que permitiu a minha permanência em Curitiba para realizar pós-graduação.

Agradeço a todos que de forma direta ou indireta contribuiu para a conclusão desta pesquisa.

## RESUMO

As diatomáceas são um grupo de microrganismos fotossintetizantes, unicelulares, facilmente reconhecidos por sua parede celular composta por sílica. São amplamente distribuídas, frequentemente utilizadas como indicadores ambientais, e integrantes do grupo de produtores primários. No Brasil existem extensas lacunas geográficas de estudos taxonômicos, pois geralmente concentram-se na região sul e sudeste do país. A região semiárida caracteriza-se pela irregularidade de chuvas, ocasionando baixas trocas de água entre o rio e o solo adjacente, e resultando na existência de uma densa rede de rios temporários. Os ambientes aquáticos da região noroeste do Ceará são pouco estudados e, especificamente quando se trata do estudo das diatomáceas, estudos são escassos. Este trabalho propõe o estudo taxonômico de gêneros da ordem Naviculales (Bacillariophyceae) em águas continentais do Noroeste Cearense. A área de estudo concentra-se em quatro bacias da região, que são: Bacia do Parnaíba, Bacia do Coreaú, Bacia Litoral e a Bacia do Acaraú, onde foram coletadas amostras planctônicas e perifíticas, tendo sido analisado um total de 28 amostras, dessa foram identificados 47 táxons infra-genéricos, sendo eles distribuídos em 10 famílias e 15 gêneros. Os gêneros com maior representatividade de espécies foi *Navicula* Bory seguido por *Stauroneis* Ehrenberg. As espécies identificadas nesse estudo são primeiras citações para o Ceará, destes *Stauroneis sikkimensis* é a primeira citação pra o Brasil. O presente estudo evidencia a subestimada diversidade de diatomáceas na região semiárida cearense e a necessidade de ampliação de estudos taxonômicos ecológicos em regiões pouco exploradas.

Palavras-chave: Caatinga. Ceará. Semiárido. Diatomáceas.

## ABSTRACT

Diatoms are a group of photosynthetic, unicellular microorganisms that are easily recognized by their silica cell wall. They are widely distributed, often used as environmental indicators, and are part of the primary producer group. In Brazil, there are extensive geographic gaps in taxonomic studies, as they are generally concentrated in the south and southeast of the country. The semi-arid region is characterized by irregular rainfall, causing low water exchange between the river and the adjacent soil, resulting in the existence of a dense network of temporary rivers. The aquatic environments of the northwest region of Ceará are little studied and, specifically when it comes to the study of diatoms, studies are scarce. This work proposes the taxonomic study of genera of the order Naviculales (Bacillariophyceae) in continental waters of Northwest Ceará. The study area is concentrated in four basins of the region, which are: Parnaíba Basin, Coreaú Basin, Litoral Basin and Acaraú Basin, where planktonic and periphytic samples were collected, having analyzed a total of 28 samples, of this 47 infrageneric taxa were identified, distributed in 10 families and 15 genera. The genera with the highest representation of species was *Navicula* Bory followed by *Stauroneis* Ehrenberg. The species identified in this study are the first citations for Ceará, of these *Stauroneis sikkimensis* is the first citation for Brazil. The present study highlights the underestimated diversity of diatoms in the semi-arid region of Ceará and the need to expand ecological taxonomic studies in underexplored regions.

Keywords: caatinga, Ceará, diatoms, semiarid, taxonomy.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> Área de estudo: Bacias hidrográficas do Noroeste do Estado do Ceará e os pontos de coleta.....                  | 12 |
| 3.1 Família Naviculaceae                                                                                                         |    |
| <b>Figura 1.</b> <i>Capartogramma crucicula</i> , <i>Hippodonta avittata</i> e <i>Hippodonta capitata</i> .....                  | 20 |
| <b>Figura 2.</b> <i>Navicula angusta</i> e <i>N. capitatoradiata</i> .....                                                       | 22 |
| <b>Figura 3.</b> <i>Navicula cincta</i> e <i>N. cryptocephala</i> .....                                                          | 25 |
| <b>Figura 4.</b> <i>Navicula cryptotenella</i> .....                                                                             | 27 |
| <b>Figura 5.</b> <i>Navicula eichorniaephila</i> .....                                                                           | 29 |
| <b>Figura 6.</b> <i>Navicula erifuga</i> .....                                                                                   | 31 |
| <b>Figura 7.</b> <i>Navicula heimansioides</i> e <i>Navicula notha</i> .....                                                     | 33 |
| <b>Figura 8.</b> <i>Navicula rostellata</i> .....                                                                                | 35 |
| <b>Figura 9.</b> <i>Navicula schroeterii</i> e <i>Navicula symmetrica</i> .....                                                  | 36 |
| <b>Figura 10.</b> <i>Navicula</i> sp.....                                                                                        | 38 |
| <b>Figura 11:</b> <i>Seminavis strigosa</i> .....                                                                                | 39 |
| 3.2 Famílias Amphipleuraceae, Cosmioneidaceae, Diadesmidaceae, Neidiaceae, Plagiotropidaceae, Sellaphoraceae e Pleurosigmataceae |    |
| <b>Figura 1.</b> <i>F. amosseana</i> , <i>F. crassinervia</i> e <i>F. saxônica</i> .....                                         | 41 |
| <b>Figura 2.</b> <i>Cosmioneis brasiliana</i> .....                                                                              | 42 |
| <b>Figura 3.</b> <i>Diadesmis confervacea</i> .....                                                                              | 43 |
| <b>Figura 4.</b> <i>Luticola ectorii</i> .....                                                                                   | 44 |
| <b>Figura 5.</b> <i>Luticola subaequalis</i> .....                                                                               | 45 |
| <b>Figura 6.</b> <i>Luticola goeppertiana</i> .....                                                                              | 46 |
| <b>Figura 7.</b> <i>Neidium ampliatus</i> .....                                                                                  | 47 |
| <b>Figura 8.</b> <i>Plagiotropis lepidoptera</i> .....                                                                           | 48 |
| <b>Figura 912.</b> <i>Fallacia pygmaea</i> e <i>F. insociabilis</i> .....                                                        | 49 |

|                                                                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Figura 10.</b> <i>Sellaphora auldreekie</i> .....                                                            | 50  |
| <b>Figura 11.</b> <i>Sellaphora bacillum</i> .....                                                              | 51  |
| <b>Figura 12.</b> <i>Gyrosigma sciotoense</i> .....                                                             | 53  |
| <b>Figura 13.</b> <i>Gyrosigma obtusatum</i> .....                                                              | 54  |
| <b>Figura 14.</b> <i>Stauroneis</i> sp. 1 e <i>Stauroneis</i> sp. 2.....                                        | 56  |
| Apêndice – Artigo                                                                                               |     |
| Famílias Stauroneidaceae e Brachysiraceae                                                                       |     |
| <b>Figura 1.</b> Área de estudo: Bacias hidrográficas do Noroeste do Estado do Ceará e os pontos de coleta..... | 97  |
| <b>Figura 1.</b> <i>Craticula ambigua</i> .....                                                                 | 97  |
| <b>Figura 2.</b> <i>Craticula cuspidata</i> e <i>Craticula perrotettii</i> .....                                | 98  |
| <b>Figura 3.</b> <i>Craticula riparia</i> .....                                                                 | 99  |
| <b>Figura 4.</b> <i>Stauroneis akamina</i> .....                                                                | 100 |
| <b>Figura 5.</b> <i>Stauroneis baconiana</i> , <i>S. gracilior</i> e <i>S. gracilis</i> .....                   | 101 |
| <b>Figura 6.</b> <i>Stauroneis sikkimensis</i> e <i>S. subgracilis</i> .....                                    | 102 |
| <b>Figura 7.</b> <i>Brachysira brebissonii</i> e <i>Brachysira microcephala</i> .....                           | 103 |
| <b>Figura 8.</b> <i>Brachysira subrostrata</i> .....                                                            | 104 |

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                        |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1. INTRODUÇÃO GERAL.....</b>                                                                                                        | <b>10</b>  |
| <b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>                                                                                                      | <b>11</b>  |
| 2.1 ÁREA DE ESTUDO.....                                                                                                                | 12         |
| 2.2 AMOSTRAGEM.....                                                                                                                    | 14         |
| 2.3 PROCEDIMENTO LABORATORIAL.....                                                                                                     | 15         |
| 2.3.1 Preparação das amostras para análise em microscopia eletrônica.....                                                              | 16         |
| 2.4 TRATAMENTO TAXONÔMICO.....                                                                                                         | 16         |
| <b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>                                                                                                  | <b>16</b>  |
| ENQUADRAMENTO TAXONÔMICO.....                                                                                                          | 17         |
| 3.1 Família Naviculaceae.....                                                                                                          | 18         |
| 3.2 Família Amphipleuraceae, Cosmioneidaceae Diadesmidaceae, Neidiaceae,<br>Plagiotropidaceae, Sellaphoraceae e Pleurosigmataceae..... | 40         |
| <b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                                                                                    | <b>57</b>  |
| <b>5. REFERÊNCIAS.....</b>                                                                                                             | <b>58</b>  |
| <b>6. APÊNDICE.....</b>                                                                                                                | <b>72</b>  |
| <b>7. ANEXO.....</b>                                                                                                                   | <b>105</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

As diatomáceas (Bacillariophyta) incluem um grupo monofilético de microalgas essencialmente unicelulares, reconhecidas por sua parede celular rígida composta por sílica ( $\text{SiO}_2$ ), a frústula. Este envoltório silício é composto por duas partes, as tecas, que se encaixam como duas metades, como se fossem placas de petri (COX; WILLIAMS, 2006; TAYLOR; COCQUYT, 2016).

Este grupo de algas é amplamente distribuído, abundante no fitoplâncton e no fitobentos de águas marinhas e de águas doces (ROUND et al., 1990). Provavelmente, é um dos mais numerosos organismos aquáticos eucarióticos (GRAHAM; WILCOX, 2000).

As diatomáceas são frequentemente utilizadas como indicadores ambientais confiáveis, essa utilidade pode ser atribuída principalmente à sua abundância, diversidade e devido ao seu alto nível de resposta ao conteúdo e composição iônica do meio aquático (POTAPOVA; CHARLES, 2003; JULIUS; THERIOT, 2010). São integrantes dos produtores primários da cadeia alimentar nos ecossistemas aquáticos. Desempenham papel muito importante no ciclo global de muitos elementos, principalmente no ciclo do carbono e da sílica. Estima-se que anualmente, as diatomáceas sejam responsáveis por 20 a 25% da produção do oxigênio global (MANN, 1999; NELSON et al., 1995).

No Brasil as estimativas em relação ao número de espécies de algas são subestimadas, considerando as extensas lacunas geográficas de estudos taxonômicos. Menezes et al. (2015) apontam que as estimativas estão muito distantes da verdadeira diversidade de algas no Brasil. O conhecimento sobre a biodiversidade de algas tem crescido nos últimos anos, de acordo ao estudo realizado entre 2010-2015 por Menezes et al. (2015), no entanto há certa discrepância geográfica em relação aos números de espécies de diatomáceas encontradas por região do país, o maior número de espécies registradas concentra-se na região sul e sudeste, sendo respectivamente 775 e 844, enquanto para a nordeste há apenas 392 táxons registrados (REFLORA, 2021).

De acordo a plataforma reflora (2021) há apenas 3 registros de diatomáceas para o estado do Ceará, no entanto, já existem trabalhos publicados que constatarem maior número de registros. Patrick (1940) estudou espécies das famílias Coscinodiscaceae, Fragilariaceae e Eunotiaceae, registrando cerca de 40 táxons para o Estado cearense, e afirma que Krasske, em 1939, publicou uma lista de diatomáceas do Nordeste, incluindo o estado do Ceará. Outros trabalhos mais recentes como o de Vieira et al. (2013) realizaram estudo sobre a biodiversidade de microalgas perifíticas do rio da batateira (sítio fundão – Crato-CE), onde foram registrados

119 táxons de microalgas, e a divisão Bacillariophyta destacou-se como a mais representativa. Sete táxons representam a ordem Naviculales, sendo *Navicula lanceolata* Ehrenberg e *Frustulia rhomboides* (Ehrenberg) De Toni registrados entre os de maior abundância. Também outras três espécies de *Navicula* e duas de *Pinnularia* Ehrenberg foram encontradas. Costa et al., (2015) em seu estudo sobre a caracterização da comunidade de microalgas perifíticas em um reservatório do semiárido cearense, registrou 92 táxons, sendo 34% pertencentes às Bacillariophyta. A ordem Naviculales foi representada por *Navicula lanceolata*, *Navicula radiosa* Kützinger e *Navicula* sp. Lucas et al. (2015) em seu trabalho sobre variação temporal da comunidade fitoplanctônica no reservatório Rosário/CE, constatou representatividade da classe Bacillariophyceae de 10%, com apenas um representante da divisão Bacillariophyta, não pertencente às Naviculales. Fernandes et al. (2016) analisando o papel das macrófitas na condução de assembleias de microalgas perifíticas em um reservatório brasileiro, dos 127 táxons, 29% eram Bacillariophyta e *Navicula radiosa* ocorreu nas amostras com 90,4 % de frequência. Também foram registradas espécies de *Pinnularia* e *Gyrosigma* Hassall.

Recentemente, Maciel et al. (aceito, 2022), publica as diatomáceas Coscinodiscophyceae e Mediophyceae no nordeste do Ceará, com 14 táxons identificados e documentados sob microcopia de luz e eletrônica de varredura.

Diante destes dados, o número de espécies e de estudos realizados no Ceará ainda é escasso, e o conhecimento da biodiversidade nessa região, contribuirá sobremaneira com a distribuição das diatomáceas de águas doces na região nordeste do Brasil.

A ordem Naviculales foi estabelecida por Bessey, em 1907 e a descrição foi posteriormente emendada por D.G. Mann. Dezoito famílias e aproximadamente 139 gêneros estão incluídos nesta ordem, uma das mais representativas dentro da classe Bacillariophyceae. Com aproximadamente 5.700 espécies (GUIRY; GUIRY, 2022), a maioria dos representantes ocorrem em águas doces (PATRICK; REIMER, 1966) e podem ser encontradas em ambientes epifíticos, bênticos e subaéreos (ROUND et al., 1990).

O gênero mais representativo na ordem é *Navicula* Bory, que inclui espécies continentais e marinhas e pertencem à Naviculaceae. Antigamente, a família incluía a maioria das diatomáceas birafídeas e simétricas (ROUND et al., 1990) e começou a ser dividido a partir de novos caracteres considerados para a classificação, entre eles, aspectos morfológicos, citológicos e reprodutivos (CANTONATI et al., 2012; SEGURA-GARCÍA et al., 2010). A partir de detalhes ultraestruturais das valvas, revelados em microscopia eletrônica, muitas espécies deste gênero foram agrupadas e transferidas para outros gêneros, tais como *Luticola* D.G. Mann, *Fallacia* Stickle et D.G. Mann, *Cavinula* D.G. Mann et A.J. Stickle, *Craticula*

Grunow (SEGURA-GARCÍA et al., 2010), entre outros. Atualmente, há 1.536 espécies registradas como aceitas para *Navicula* (GUIRY & GUIRY, 2022).

*Navicula* caracteriza-se por possuir valvas simétricas, estrias paralelas ou radiadas no centro da valva compostas por aréolas longitudinalmente alongadas, as fissuras externas da rafe são retas, ligeiramente expandidas, em forma de gancho ou bifurcadas em suas terminações proximais, e em forma de gancho ou curvas nos ápices da valva, geralmente para o lado secundário (COX 1999).

Este estudo faz parte de um projeto maior sobre a diversidade de diatomáceas de águas continentais do Noroeste do Ceará. Até o momento, as diatomáceas centricas encontram-se em fase de publicação (MACIEL et al., 2022 – no prelo). Esta região possui grande diversidade de e precisa de mais estudos taxonômicos e ecológicos, no intuito de colaborar com a diminuição da heterogeneidade de estudos por estado, regiões geopolíticas e podermos ter um panorama da diversidade diatomologica brasileira, este trabalho teve por objetivo geral realizar um estudo taxonômico das diatomáceas da ordem Naviculales no noroeste do Ceará.

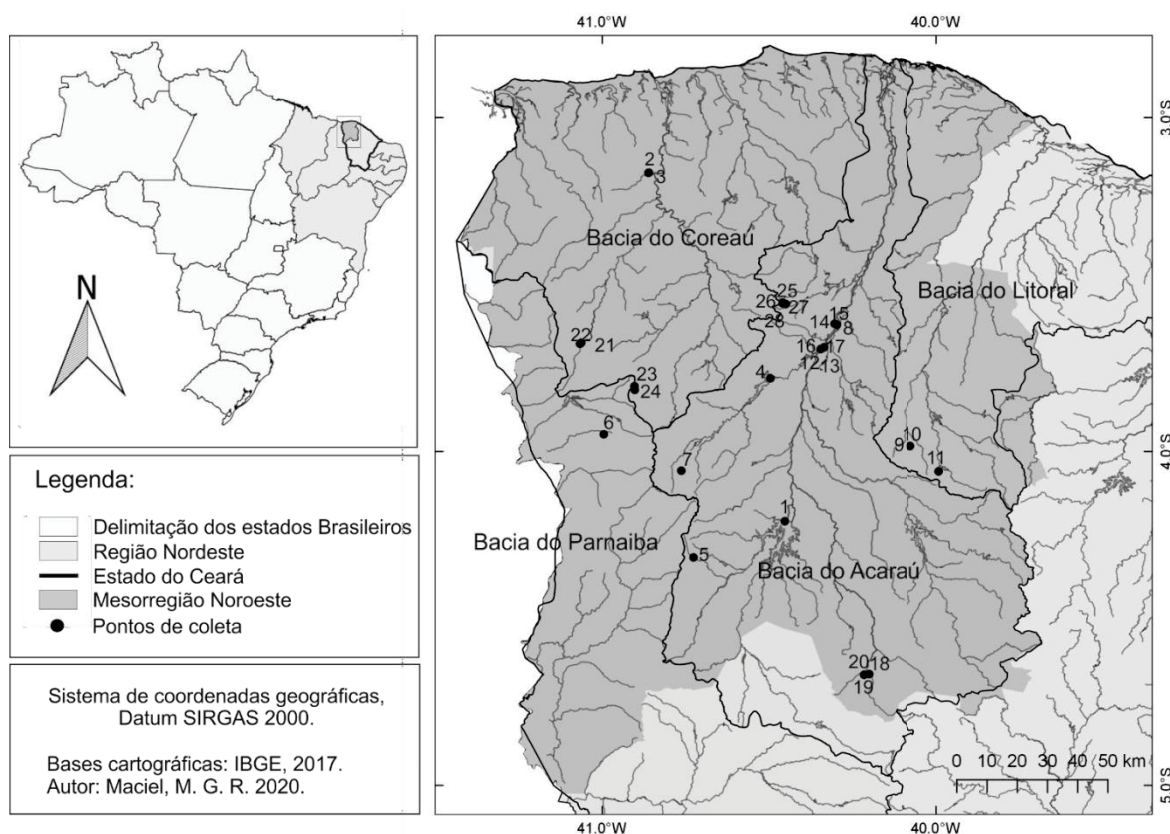
Como objetivos específicos:

- Identificar, listar e discutir táxons da ordem Naviculales encontrados no noroeste do Ceará.
- Documentar a variação intra e interespecífica dos táxons encontrados.
- Registrar a distribuição geográfica dos táxons no noroeste semiárido no estado do Ceará, para um conhecimento mais homogêneo do estudo de diatomáceas no Brasil.
- Registrar novidades taxonômicas para o grupo.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Área de estudo**

A área de estudo compreende a região do noroeste cearense com aproximadamente 34.560 Km<sup>2</sup> (Figura 1) incluindo 48 municípios. Abrange quatro bacias hidrográficas: bacias do Parnaíba, Bacia do Coreaú, Bacia Litoral e a Bacia do Acaraú (IPECE, 2008).



FONTE: Maria Gabrielle Maciel, 2020.

**Figura 1.** Área de estudo: Bacias hidrográficas do Noroeste do Estado do Ceará e os pontos de coleta para o presente estudo. (ver Tabela 1 para complemento de informações)

O semiárido brasileiro possui uma área de aproximadamente 980.000 km<sup>2</sup>, abrange o norte do estado de Minas Gerais, os sertões da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí. (SANTOS et al., 2014). O estado do Ceará possui aproximadamente 148.016 km<sup>2</sup> de área total, cerca de 136.142,17 km<sup>2</sup> de área caracterizada como semiárida (PEREIRA JUNIOR, 2007).

Semiárido é uma expressão usada para descrever o clima e as regiões onde ocorrem precipitações médias anuais entre 250 e 500 mm. Caracteriza-se pela irregularidade de chuvas, onde a evaporação supera a precipitação na maior parte do ano (SANTOS et al., 2014). Trata-se, portanto, de uma região com pouco volume de escoamento de águas superficiais (ZANELLA, 2014), pelas características climáticas e também pela estrutura geológica dominante, com predominância de solos rasos e rochas cristalinas que ocasionam baixas trocas de água entre o rio e o solo adjacente. O resultado é a existência de densa rede de rios temporários, cuja lâmina de água escoar durante o período chuvoso, secando completamente ou parcialmente nos meses subsequentes (CIRILO, 2008; ZANELLA, 2014).

A Caatinga é a vegetação característica de regiões semiáridas brasileiras e se estende

por cerca de 800.00 km<sup>2</sup> pelo Brasil. (LEAL et al, 2013). As bacias hidrográficas sob domínio da Caatinga apresentam características peculiares como o regime intermitente sazonal de rios, devido ao clima semiárido no nordeste do Brasil. (ROSA et al. 2013).

## 2.2 Amostragem

O material a ser estudado foi coletado no noroeste cearense, em janeiro de 2016, entre novembro e dezembro de 2018 e maio de 2019, totalizando 28 estações de amostragem (Figura 1), incluindo rios intermitentes e perenes, cachoeiras e açudes.

As amostras planctônicas foram coletadas com rede de plâncton, de malha com 20 µm de abertura. As amostras perifíticas foram coletadas de substratos naturais, como galhos, folhas e rochas através de espremido e raspagem com o auxílio de um estilete ou pequenas escovas. Todas as amostras foram preservadas e fixadas com solução aquosa de formol 4% v/v. As amostras analisadas foram depositadas no Herbário do Departamento de Botânica (UPCB) da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e no Herbário Francisco José de Abreu Matos (HUVA) conforme dados da tabela 1.

**Tabela 1.** Dados das amostras coletadas nas Bacias Hidrográficas na Região Noroeste do Ceará, com dados abióticos, coletores e números de registro nos Herbários da UFPR (UPCB) e da Universidade Estadual Vale do Acaraú (HUVA).

| <i>Reg. Herb. (UFPR)</i> | <i>Reg. Herb. (HUVA)</i> | <i>Cód.</i> | <i>Est.</i> | <i>Local de coleta</i>                         | <i>Bacia</i> | <i>Tipo de Amostra</i> | <i>Coletor</i>   | <i>Coordenadas</i>             |
|--------------------------|--------------------------|-------------|-------------|------------------------------------------------|--------------|------------------------|------------------|--------------------------------|
| UPCB 78392               | HUVA 24516               | 2018.37     | 1           | Açude Araras                                   | Acaraú       | Epifíton               | Damasceno, F.B.M | 04°12'31.3"S<br>40°27'17.1"W   |
| UPCB 78393               | HUVA 24517               | 2019.20     | 2           | Açude Gangorra                                 | Coreaú       | Epifíton               | Maciel, M. G. R. | 03°09'55.2"S<br>40°51'43.8"W   |
| UPCB 78394               | HUVA 24518               | 2019.21     | 3           | Açude Gangorra - Riacho                        | Coreaú       | Epifíton               | Maciel, M. G. R. | 03°09'52.7"S<br>40°51'39"W     |
| UPCB 78395               | HUVA 24519               | 2018.32     | 4           | Açude Jaibaras                                 | Acaraú       | Epifíton               | Damasceno, F.B.M | 03°46'50"S<br>40°29'52"W       |
| UPCB 78396               | HUVA 24520               | 2018.33     | 5           | Bica do Ipu                                    | Acaraú       | Epilíton               | Maciel, M.G.R.   | 04°19'01.4"S<br>40°43'39.1"W   |
| UPCB 78397               | HUVA 24521               | Ib02        | 6           | Bica do Pajé                                   | Parnaíba     | Epifíton               | Damasceno, F.B.M | 03°56'54.13"S<br>40°59'44.24"W |
| UPCB 78398               | HUVA 24522               | 2019.13     | 7           | Cachoeira Belizário                            | Parnaíba     | Epilíton               | Maciel, M.G.R.   | 04°3'26.6"S<br>40°45'49.9"W    |
| UPCB 78399               | HUVA 24523               | 2018.01     | 8           | Fazenda UVA - Córrego temporário               | Acaraú       | Epifíton               | Cavalcante, K.P. | 3°37'02"S<br>40°18'22"W        |
| UPCB 78400               | HUVA 24524               | 2018.29     | 9           | Olho d'água do Pajé/lado de fora da fonte      | Litoral      | Epilíton               | Rodrigues, L.A.  | 3°59'00"S<br>40°04'39"W        |
| UPCB 78401               | HUVA 24525               | 2018.27     | 10          | Olho d'água do Pajé/Parede do tanque do tanque | Litoral      | Perifíton-Macrófita    | Rodrigues, L.A.  | 3°59'00"S<br>40°04'39"W        |
| UPCB 78402               | HUVA 24526               | 2018.23     | 11          | Pedra da andorinha/espelho d'água/próximo da   | Litoral      | Epifíton               | Maciel, M.G.R.   | 4°03'34"S<br>39°59'32"W        |

| entrada    |            |         |    |                                                                |          |              |                  |                               |
|------------|------------|---------|----|----------------------------------------------------------------|----------|--------------|------------------|-------------------------------|
| UPCB 78403 | HUVA 24527 | 2018.08 | 12 | Rio Acaraú, Derby, atrás AABB                                  | Acaraú   | Fitoplâncton | Rodrigues, L.A.  | 3°41'15.64"S<br>40°20'14.55"W |
| UPCB 78404 | HUVA 24528 | 2019.07 | 13 | Rio Acaraú, Derby, atrás AABB                                  | Acaraú   | Epifíton*    | Cavalcante, K.P. | 3°41'15.64"S<br>40°20'14.50"W |
| UPCB 78405 | HUVA 24529 | 2018.03 | 14 | Rio Acaraú, Fazenda UVA                                        | Acaraú   | Episâmon     | Cavalcante, K.P. | 3°37'09"S<br>40°18'04"W       |
| UPCB 78406 | HUVA 24530 | 2018.04 | 15 | Rio Acaraú, Fazenda UVA                                        | Acaraú   | Epifíton     | Cavalcante, K.P. | 3°37'12"S<br>40°17'57"W       |
| UPCB 78407 | HUVA 24531 | 2018.06 | 16 | Rio Acaraú, Margem esquerda (em frente a biblioteca municipal) | Acaraú   | Fitoplâncton | Rodrigues, L.A.  | 3°41'33.50"S<br>40°20'51"W    |
| UPCB 78408 | HUVA 24532 | 2018.10 | 17 | Rio Acaraú, Margem esquerda (em frente a biblioteca municipal) | Acaraú   | Epifíton*    | Damasceno, F.B.M | 3°41'34.34"S<br>40°20'51.10"W |
| UPCB 78409 | HUVA 24533 | Cat02   | 18 | Rio dos macacos - Açude do Carmina                             | Acaraú   | Epifíton     | Maciel, M. G. R. | 4°39'59.1"S<br>40°12'09.5"W   |
| UPCB 78410 | HUVA 24534 | cat01   | 19 | Rio dos macacos - Açude do Celso                               | Acaraú   | Epifíton*    | Maciel, M. G. R. | 4°40'06.5"S<br>40°13'04.1"W   |
| UPCB 78411 | HUVA 24535 | 2018.14 | 20 | Rio dos macacos - Açude do Celso                               | Acaraú   | Epifíton*    | Maciel, M. G. R. | 4°40'06.5"S<br>40°13'04.1"W   |
| UPCB 78412 | HUVA 24536 | 2019.09 | 21 | Rio Guatiguaba - Poço                                          | Coreaú   | Epifíton     | Rodrigues, L.A.  | 03°40'37.7"S<br>41°03'59.6"W  |
| UPCB 78413 | HUVA 24537 | 2019.11 | 22 | Rio Guatiguaba - Poço do mamoeiro                              | Coreaú   | Epifíton*    | Maciel, M.G.R.   | 03°40'27.1"S<br>41°03'47.4"W  |
| UPCB 78414 | HUVA 24538 | 2018.22 | 23 | Sítio São Luis/ Bica do Mirante                                | Parnaíba | Epilíton     | Florindo, D.S.   | 03°48'15"S<br>40°54'14"W      |
| UPCB 78415 | HUVA 24539 | 2018.20 | 24 | Sítio São Luis/ Bica Sr Helder                                 | Parnaíba | Epilíton     | Maciel, M.G.R.   | 03°48'55"S<br>40°54'11"W      |
| UPCB 78416 | HUVA 24540 | 2019.16 | 25 | Sítio Cachoeira/Nascente do Riacho ponto2                      | Acaraú   | Epilíton     | Damasceno, F.B.M | 03°33'21.8"S<br>40°27'41.6"W  |
| UPCB 78417 | HUVA 24541 | 2019.17 | 26 | Sítio Cachoeira/Nascente ponto3                                | Acaraú   | Epifíton     | Damasceno, F.B.M | 03°33'15.1"S<br>40°27'39"W    |
| UPCB 78418 | HUVA 24542 | 2019.19 | 27 | Sítio Cachoeira/Nascente ponto5                                | Acaraú   | Epifíton     | Damasceno, F.B.M | 03°33'29.4"S<br>40°27'6.5"W   |
| UPCB 78419 | HUVA 24543 | 2019.15 | 28 | Sítio Cachoeira/Riacho ponto1                                  | Acaraú   | Epifíton     | Maciel, M.G.R.   | 03°33'22.3"S<br>40°27'31.7"W  |

### 2.3 Procedimento laboratorial

Em laboratório, as amostras foram oxidadas de acordo com SIMONSEN (1974) modificado por MOREIRA-FILHO & VALENTE-MOREIRA (1981), que utiliza permanganato de potássio e ácido clorídrico para remoção de matéria orgânica e sais solúveis. Lâminas foram montadas com amostras oxidadas, utilizando-se como meio de inclusão a resina Naphrax®, sendo posteriormente analisadas e fotografadas em microscópio de luz (ML), Olympus BX 40 com câmera de captura de imagens DP 071 acoplada.

### 2.3.1 Preparação das amostras para análise em microscopia eletrônica

Amostras oxidadas foram depositadas em suportes de alumínio e metalizadas com no equipamento BAL-TEC SCD 050 para visualização em microscópio eletrônico de varredura (MEV) JEOL-JSM 6360LV e TESCAN VEGA 3LMU, com apoio do Centro de microscopia eletrônica do Setor de Ciências Biológicas da UFPR.

## 2.4 Tratamento taxonômico

A identificação foi realizada através da análise morfológica e métrica das populações, documentadas por ilustração dos táxons, utilizando-se a literatura específica para a identificação (ex.: PATRICK; REIMER, 1975; KRAMMER, 2000; LANGE-BERTALOT, 2001; LEVKOV, et al., 2013; KRAMMER; LANGE-BERTALOT, 1986; 1991; FRENGUELLI, 1928; RUMRICH; LANGE-BERTALOT, 2000; WITKOWSKI; LANGE-BERTALOT; METZELTIN, 2000; SIVER; HAMILTON, 2011), além de artigos de taxonomia mais recentes. A terminologia para as descrições será baseada em Round et al. (1990), Barber e Haworth (1981) e Taylor e Cocquyt (2016).

O sistema de classificação taxonômica adotado para níveis supraordinais foi proposto por Medlin (2004; 2016), que considera dados morfológicos e moleculares, e, para níveis ordinais e infraordinais, o sistema proposto por Round, Crawford e Mann (1990)

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base em análise qualitativa das 28 amostras provenientes da região do Noroeste cearense, foram determinados 47 táxons todos identificados a nível de espécie com exceção de dois táxons *Stauroneis*. Tais táxons estão distribuídos em 10 famílias e 15 gêneros: Stauroneidaceae (12); Brachysiraceae (3); Naviculaceae (16); Amphipleuraceae (3); Cosmionidaceae (1); Diadesmidaceae (4); Neidiaceae (1); Plagiotropidaceae (1); Sellaphoraceae (5); Pleurosigmataceae (1).

Os resultados estão apresentados em 3 capítulos: 3.1 Famílias Stauroneidaceae e Brachysiraceae, no formato de artigo submetido à revista Rodriguésia, 3.2 Família Naviculaceae. Demais famílias na seção 3.3 Família Amphipleuraceae, Cosmionidaceae, Diadesmidaceae, Neidiaceae, Plagiotropidaceae, Sellaphoraceae e Pleurosigmataceae e duas espécies do gênero *Stauroneis* que não foram identificadas, *Stauroneis* sp. 1 pode ser uma nova

espécie, porém necessita de maiores análises em microscopia eletrônica.

Enquadramento taxonômico

Divisão Bacillariophyta

Subdivisão Bacillariophytina Medlin et Kaczmarska

Classe Bacillariophyceae Haeckel emend. Medlin et Kaczmarska

Ordem Naviculales Bessey

**3.1** Família Stauroneidaceae Mann

Gênero ***Craticula*** Grunow

Gênero ***Stauroneis*** Ehrenberg

Família Brachysiraceae Mann

Gênero ***Brachysira*** Kützing

**3.2** Família Naviculaceae Kützing

Gênero ***Capartogramma*** Kufferath

Gênero ***Hippodonta*** Lange-Bertalot, Witkowski et Metzeltin

Gênero ***Navicula*** Bory

Gênero ***Seminavis*** D.G Mann

**3.3** Família Amphipleuraceae Grunow

Gênero ***Frustulia*** Rabenhorst

Família Cosmioneidaceae D.G Mann

Gênero ***Cosmioneis*** D.G. Mann et Stickle

Família Diadesmidaceae D.G Mann

Gênero ***Diadesmis*** Kützing

Gênero ***Luticola*** D.G. Mann

Família Neidiaceae Mereschkowsky

Gênero ***Neidium*** Pfitzer

Família Plagiotropidaceae D. G Mann

Gênero ***Plagiotropis*** (W.Gregory) Kuntze

Família Sellaphoraceae Mereschkowsky

Gênero ***Fallacia*** Stickle et DGMann

Gênero ***Sellaphora*** Mereschkowsky

Família Pleurosigmataceae Mereschkowsky

Gênero ***Gyrosigma*** Hassall

### 3.1 Família Naviculaceae

#### **Capartogramma** Kufferath

**Capartogramma crucicula** (Grunow) Ross Bull. British. Mus., v. S, n. 2, p. 59-64, pl. 1B, fig. 1a, 8-11, 1963.

**Basiônimo:** *Schizostauron crucicola* Grunow ex Cleve, K. Svenska Vet. Akad Hadl., v. 18, n. 5, p. 16, pl. S, fig. 44, 1881.

Figura 1: 1-6

Valvas lanceoladas. Ápices rostrados, com pseudoseptos. Área axial linear estreita. Área central expandida em um estauo tigilado que interrompe as estrias medianas. Rafe linear, extremidade proximal sutilmente fletida. Aréolas inconspícuas em MO. Comp.: 29,6-37,4 µm. Larg.: 7,9-10 µm. 22-24 estrias em 10 µm.

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Sobral, Rio Acaraú – Bacia do Acaraú (UPCB 78407; HUVA 24531); Graça, Cachoeira Belizário – Bacia do Parnaíba (UPCB 78398; HUVA 24522); Ipu, Bica do Ipu – Bacia do Acaraú (UPCB 78396; HUVA 24520).

**Obras consultadas:** Patrick & Reimer (1966)

#### **Hippodonta** Lange-Bertalot, Witkowski et Metzeltin

**Hippodonta avittata** (Cholnoky) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski Iconogr. Diatomol., v. 4, p. 253, pl. 1, fig. 30-34, 1996.

**Basiônimo:** *Navicula subcostulata* var. *avittata* Cholnoky. Neue und seltene Diatomeen aus Afrika. IV. Diatomeen aus der Kaap-Provinz. Österreichische Botanische Zeitschrift (1959) 106 (1/2): 1-69.

Figura 1:7-9

Valvas lanceoladas. Ápices subcapitados, arredondados. Área axial linear. Área central ligeiramente expandida limitada pelo encurtamento das estrias medianas. Rafe filiforme. Estrias grosseiras, mais largas que as interestrias, radiadas, que convergem próximas do ápice. Comp.: 18,7-21,4 µm. Larg.: 4-5 µm. 10-12 estrias em 10 µm.

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Sobral, Rio Acaraú - Bacia do Acaraú (UPCB 78403; HUVA 24527).

**Obras consultadas:** Lange-Bertalot (2001); Lange-Bertalot, Metzeltin e Witkowski (1996).

***Hippodonta capitata*** (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski Iconographia Diatomologica v.4, p.254, pl. 2, fig. 5; pl. 3, fig. 1, pl. 4, fig. 23, 1996

**Basiônimo:** *Navicula capitata* Ehrenberg Die Infus. als vollk. Organismen. Ein Blick in das tiefer organ. Leben der Natur. 185, pl. 13: fig. 20, 1838

Figura: 1:10-12

MEV: valvas elíptico lanceoladas, ápices subcapitados (fig. 1:12) Área axial linear estreita, área central pequena, área hialina apical (Fig. 1:11). Estrias bisseriadas, mais largas do que as Inter estrias, radiadas na região central a convergentes nas extremidades (Figs 1:10-12) aréolas delicadas, arredondadas a longitudinalmente alongadas. Fileira de aréolas alongadas presente em ambas as extremidades no manto valvar. Terminação proximal da rafe dilatada em forma de poro (Figs 1: 11-12), extremidade distal não dilatada, levemente direcionada para um dos lados (Figs 1:10,12). Comp.: 20µm. Larg.:5 µm. Estrias 10 em 10 µm.

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Sobral, Rio Acaraú - Bacia do Acaraú (UPCB 78403; HUVA 24527).

**Obras consultadas:** Lange-Bertalot (2001); Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski (1996), Genkal (2019).

**Comentários:** os dados descritivos morfológicos, métricos e merísticos foram descritos com base no único exemplar detectado em suporte da amostra, analisada e ilustrado em MEV.

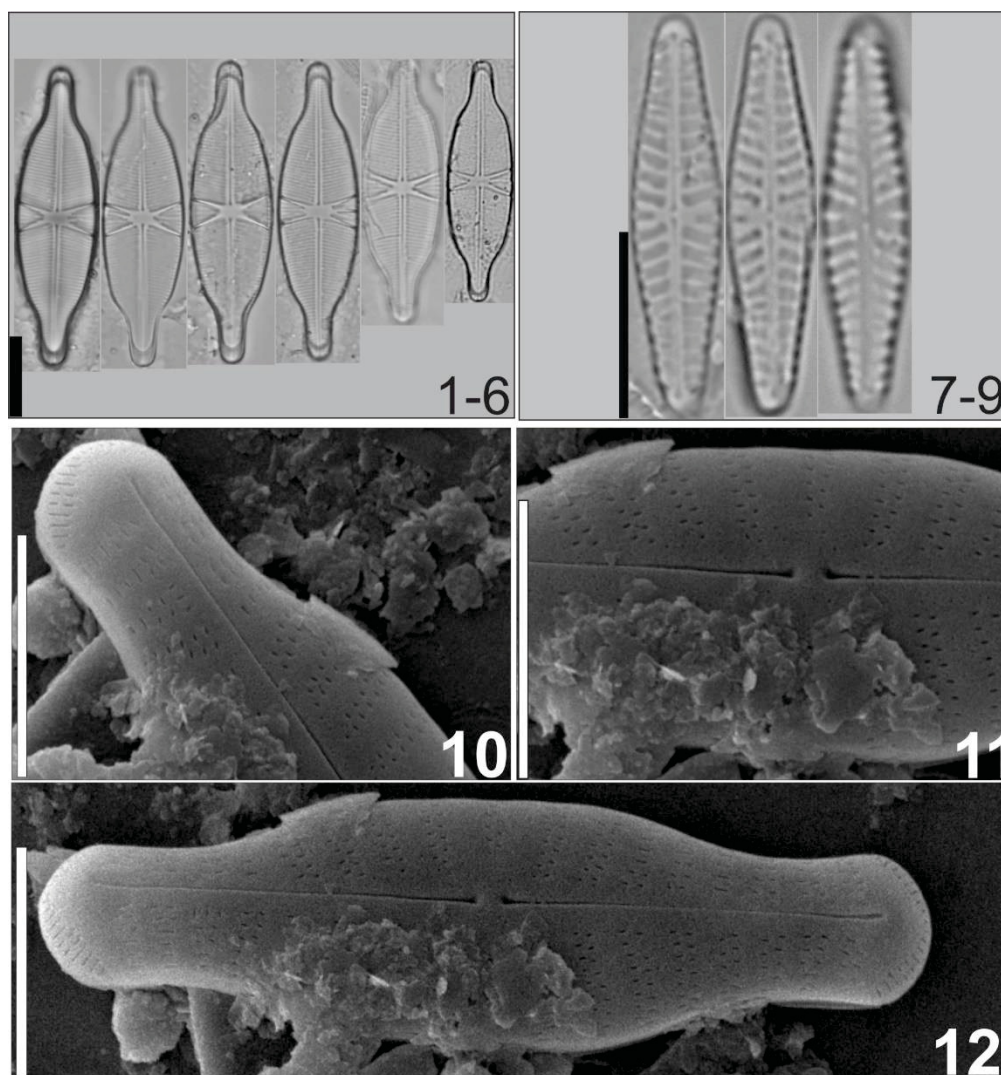


**Figura 1:** 1-6 *Capartogramma crucicula* valvas em ML. 7-9. *Hippodonta avittata* valvas em LM. 10-12. *Hippodonta capitata*. MEV. Vistas externas de uma única valva. 10. Região apical da valva. 11. Região central da valva. 12. Valva inteira.

### *Navicula* Bory

#### *Navicula angusta* Grunow

Verh. Zool. Bot. Ges. Wien, v. 10, p. 528, pl. 3, fig. 19, 1860.

Figura 2: 1-8

Valvas lineares. Ápices levemente protraídos. Área axial linear. Área central assimétrica, lateralmente expandida. Rafe linear, extremidade proximal em forma de gota. Estrias radiadas, que convergem próximo aos ápices. Aréolas inconspícuas em MO. Comp.: 37,5-43  $\mu\text{m}$ . Larg.: 5,6-6,3  $\mu\text{m}$ . 12-14 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Ibiapina, Bica do Pajé – Bacia do Parnaíba (UPCB 78397; HUVA 24521) Graça, Cachoeira – Bacia do Parnaíba (UPCB 78398; HUVA 24522).

**Obras consultadas:** Lange-Bertalot (2001).

**Comentário:** Espécie semelhante a *N. margalithii* Lange-Bertalot, no entanto diferem, pois os ápices de *N. angusta* são mais amplamente protraídos e arredondados, já a *N. margalithii* são atenuados e estreitamente arredondados, além da área central ser bem mais reduzida e simétrica. Também, *N. margalithii* possui valva um pouco mais larga (8-10 µm) e podem se apresentar com um número menor de estrias (9-12) (Lange-Bertalot 2001).

*Navicula capitatoradiata* H.Germ. ex Gass Fl. Diat., p. 188-189, pl. 72, fig. 7, 1981.

Figura 2: 9-14

Valvas lanceoladas a elíptico-lanceoladas. Ápices subcapitado-arredondados. Área axial linear estreita. Área central pequena, limitada pelo encurtamento irregular das estrias medianas. Rafe filiforme, com extremidades proximais dilatadas em poro. Estrias radiadas a convergentes em direção as extremidades, levemente curvadas na região mediana da valva. Comp.: 33,1-35,9 µm. Larg.: 7,2-8,2 µm. 14-15 estrias em 10 µm, com 35 aréolas em 10 µm.

MEV: Extremidades proximais e distais da rafe são curvadas em forma de gancho. Estrias com aréolas lineoladas.

**Material examinado:** Ceará. Brasil: Sobral, Rio Acaraú – Bacia do Acaraú (UPCB 78403; HUVA 24527).

**Obras consultadas:** Germain (1981); Krammer & Lange-Bertalot (1986); Lange- Bertalot (2001).

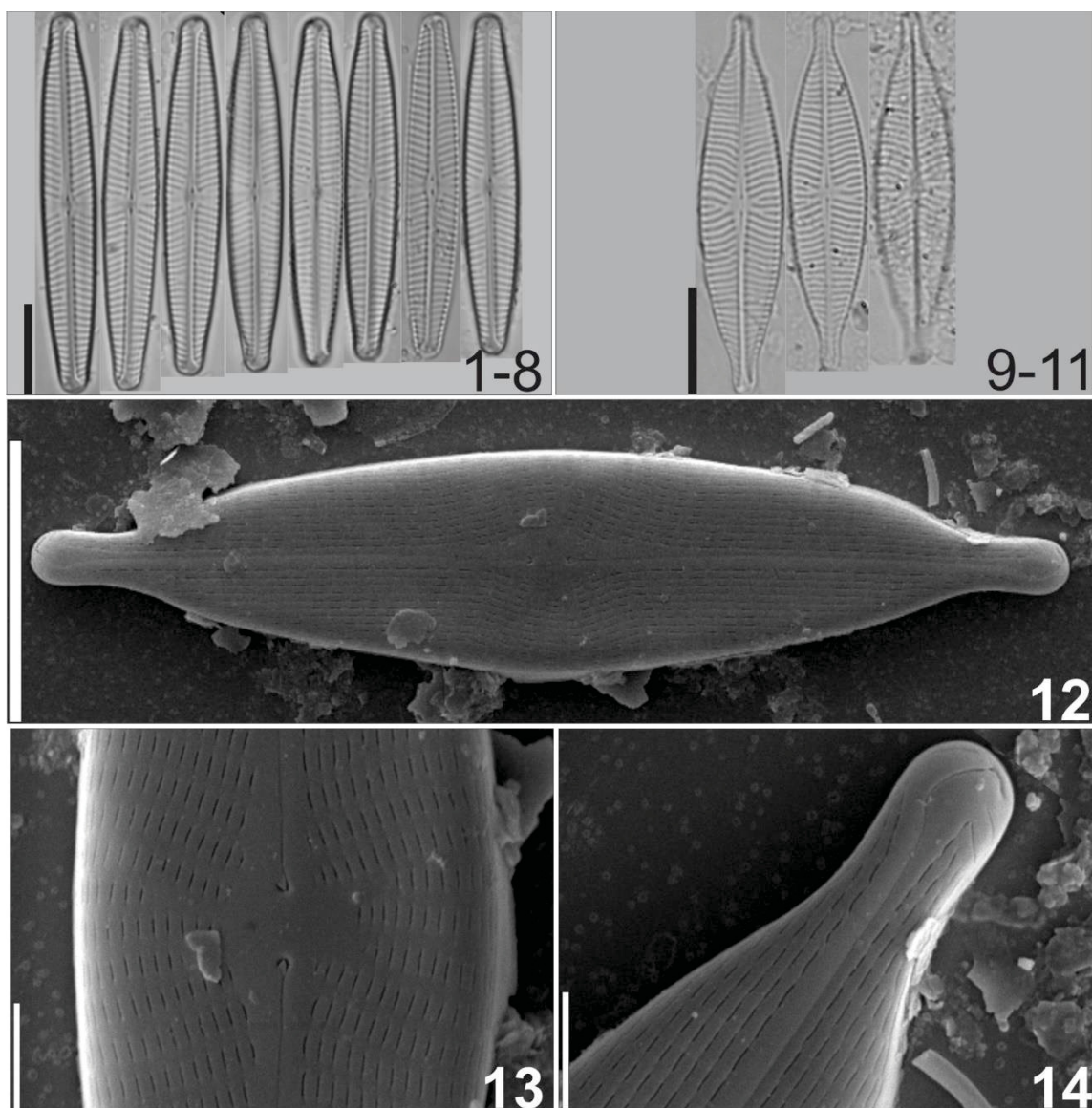


**Figura 2:** 1-8. *Navicula angusta* valvas em ML. 9-14. *Navicula capitatoradiata*. 9-11. Valvas em ML. 12-14. Valvas em MEV. 12. Vista externa da valva. 13. Região central da valva, detalhe da extremidade proximal da rafe em formato de gancho. 14 Região apicais da valva.

*Navicula cincta* (Ehrenberg) Ralfs Ralfs in Pritchard 1861: 901, 1861

**Basiônimo:** *Pinnularia cincta* Ehrenberg in Mikrogeologie pl. 10/2: fig. 6a-e, 1854

Figura 3: 1-3

Valvas linear-lanceoladas. Ápices atenuados arredondados. Área axial linear estreita. Área central pequena, irregular devido ao posicionamento variável e comprimentos das estrias. Rafe

filiforme. Estrias grosseiras radiadas, que convergem ao aproximar do ápice. Aréolas inconspícuas em MO. Comp.: 15-20  $\mu\text{m}$ . Larg.: 4  $\mu\text{m}$ . 12-14 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Sobral, Rio Acaraú – Bacia do Acaraú (UPCB 78403; HUVA 24527); Viçosa do Ceará, Rio Guatiguaba – Bacia do Coreaú (UPCB 78413; HUVA 24537).

**Obras consultadas:** Lange-Bertalot (2001).

*Navicula cryptocephala* Kützinger in Bacill., p.95, pl.3, fig. 20-26, 1844.

Figura 3: 1-16

Valvas estreitamente lanceoladas. Ápices subcapitado. Área axial estreita. Área central arredondada bilateralmente assimétrica, limitada pelo encurtamento das estrias medianas. Rafe filiforme, extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas, que convergem ao aproximar do ápice, estrias levemente curvadas na região mediana da valva. Aréolas inconspícuas em MO. Comp.: 20.7-32  $\mu\text{m}$ . Larg.: 4,4-6,8  $\mu\text{m}$ . 16-18 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**MEV:** estrias compostas por aréolas lineares, 40 aréolas em 10  $\mu\text{m}$ . As fissuras externas da rafe em forma de gancho nos ápices (fig. 3: 16), extremidade proximal ligeiramente expandidas e fletidas lateralmente para o lado primário da valva (fig. 13:15).

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Graça, Cachoeira Belizário – Bacia do Parnaíba (UPCB 78398; HUVA 24522); Meruoca, Sítio Cachoeira - Acaraú (UPCB 78418; HUVA 24542). Catunda, Rio dos macacos – Bacia do Acaraú (UPCB 78410; HUVA 24534); Sobral, Rio Acaraú, Bacia do Acaraú (UPCB 78403; HUVA 24527); Viçosa do Ceará, Rio Guatiguaba - Bacia do Coreaú (UPCB 78413; HUVA 24537/UPCB 78412; HUVA 24536).

**Obras consultadas:** Krammer e Lange-Bertalot (1986, 1991); Lange-Bertalot (2001); Poulíčková et al, (2016).

**Comentários:** As populações conferem com as apresentadas por Levekov *et al.* (2006). *N. cryptocephala* assemelha-se à *N. cryptotenella* Lange-Bertalot, diferenciam-se na forma dos ápices e área central, a segunda espécie possui ápices atenuados arredondados, área central pequena, delimitada por encurtamento irregular das estrias, onde uma estria curta é ladeada por duas maiores. (KRAMMER & LANGE-BERTALOT, 1986).

Lange-Bertalot (2001) comenta que a sua diferenciação em relação a espécies como *N. exilis*, *N. lundi*, *N. veneta*, *N. Cryptofallax*, *N. notha*, entre outras, é difícil, e deve ser realizada uma comparação cuidadosa, por exemplo: *N. notha* é semelhante em sua forma valvar, algumas vezes na forma do ápice, no entanto diferencia-se por possuir largura menor (4-5,5 µm), a extremidade proximal da rafe é fletida para o lado primário da rafe o contrário de *N. cryptocephala*. O autor também relata que a delimitação de *N. cryptocephala* pode permitir heterogeneidade.

Pouličková et al, (2016) realizaram um trabalho comparando cepas de *N. cryptocephala* sensu lato com o lectótipo de *N. cryptocephala*, onde foi descrita uma nova espécie, *Navicula lothargeitleri* Pouličková & EJ Co, esta sendo uma espécie pseudocríptica dentro *N. cryptocephala* que podem ser distinguidos usando microscopia de fluorescência (estrutura do núcleo interfase), morfometria geométrica (tamanho da área central e forma), ML e MEV. No entanto, acredito que sejam necessários estudos moleculares, por exemplo, para complementar os morfológicos e tentar resolver a problemática atual. Por preferência e necessidade de maiores detalhes dos espécimes analisados na amostra, optei por deixar apenas como *Navicula cryptocephala*, pois os próprios autores relatam que os clados são difíceis de separar com base na morfologia e ultraestrutura da válvula. Sendo mais facilmente separados com base em sua estrutura de núcleo, o que não foi possível neste trabalho.

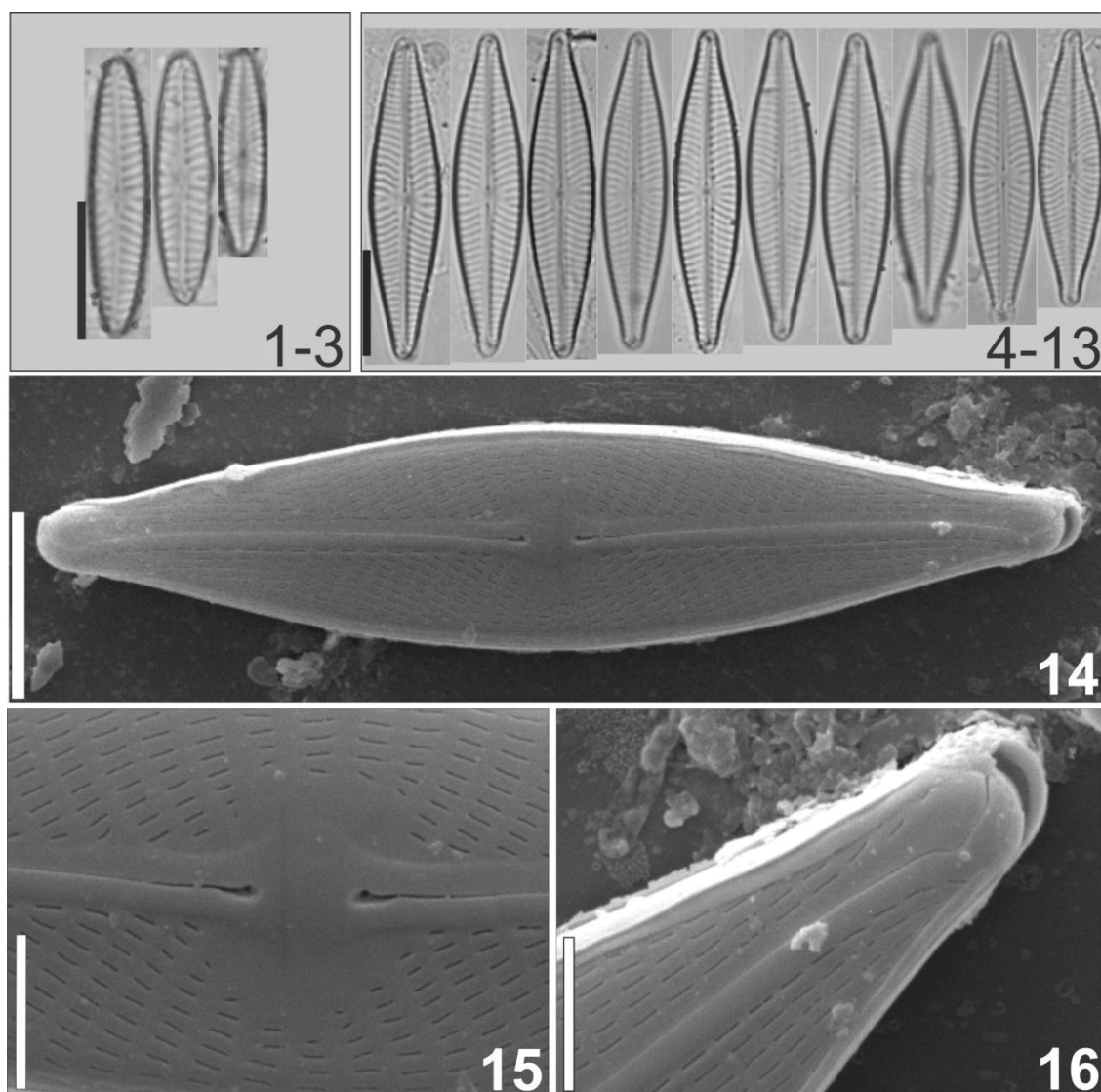


**Figura 3:** 1-3. *Navicula cincta* valvas em ML. 4-16. *Navicula cryptocephala*. 1-10. Valvas em ML. 12-14. Valvas em MEV. 14. Vista externa da valva. 15. Região central da valva. 16. Região apical da valva, rafe em forma de gancho.

***Navicula cryptotenella*** Lange-Bertalot

in Krammer & Lange-Bertalot, Biblioth. Diatomol., v.9, p.62, pl.18, fig.22-23; pl.19, fig.1-10, pl.27, fig.1-4, 1985.

Figuras 4: 1-16

Valvas lanceoladas. Ápices atenuados arredondados. Área axial estreita linear. Área central pequena, delimitada por encurtamento irregular das estrias, onde uma estria curta é ladeada por duas maiores. Rafe filiforme, com extremidade proximal pequena, em forma de gota. Estrias radiadas, convergentes no ápice. Aréolas inconspícuas em MO. Comp., 19,4-28,1 µm. Larg., 5,7-6,7 µm. Estrias 14-16 em 10 µm.

**MEV:** estrias compostas por aréolas lineares, 36 aréolas em 10 µm (fig. 4: 14-16). Extremidades proximais e distais da rafe fletidas para o mesmo lado (fig. 4: 16), extremidades distais fletidas para o lado secundário da valva. Presença de uma pequena helictoglossa, na extremidade distal interior da valva.

**Material examinado:** Catunda, Rio dos macacos – Bacia do Acaraú (UPCB 78410; HUVA 24534); Sobral, Rio Acaraú, Bacia do Acaraú (UPCB 78407; HUVA 24531); Sobral, Rio Acaraú, Bacia do Acaraú (UPCB 78403; HUVA 24527/UPCB 78408; HUVA 24532); Viçosa do Ceará, Rio Guatiguaba - Bacia do Coreaú (UPCB 78413; HUVA 24537); Sobral, Açude Jaibaras - Bacia do Acaraú (UPCB 78395); Varjota, Açude Araras - Bacia do Acaraú (UPCB 78392; HUVA 24516).

**Comentário:** *N. cryptotenella* assemelha-se a *N. cryptocephala* Kützing e *N. veneta* Kützing. *N. cryptocephala* difere por ter valvas estreitamente lanceoladas, ápices subcapitados, área central maior que em *N. cryptotenella*, com encurtamento irregular das estrias, sem estrias curtas ladeadas por duas maiores. *N. veneta* diferencia-se por ter valvar linear lanceolada, ápices sub-rostrados, área central delimitada por estrias regularmente encurtadas. (Lange-Bertalot 2001).

**Obras consultadas:** Krammer & Lange-Bertalot (1986); Lange-Bertalot (2001).

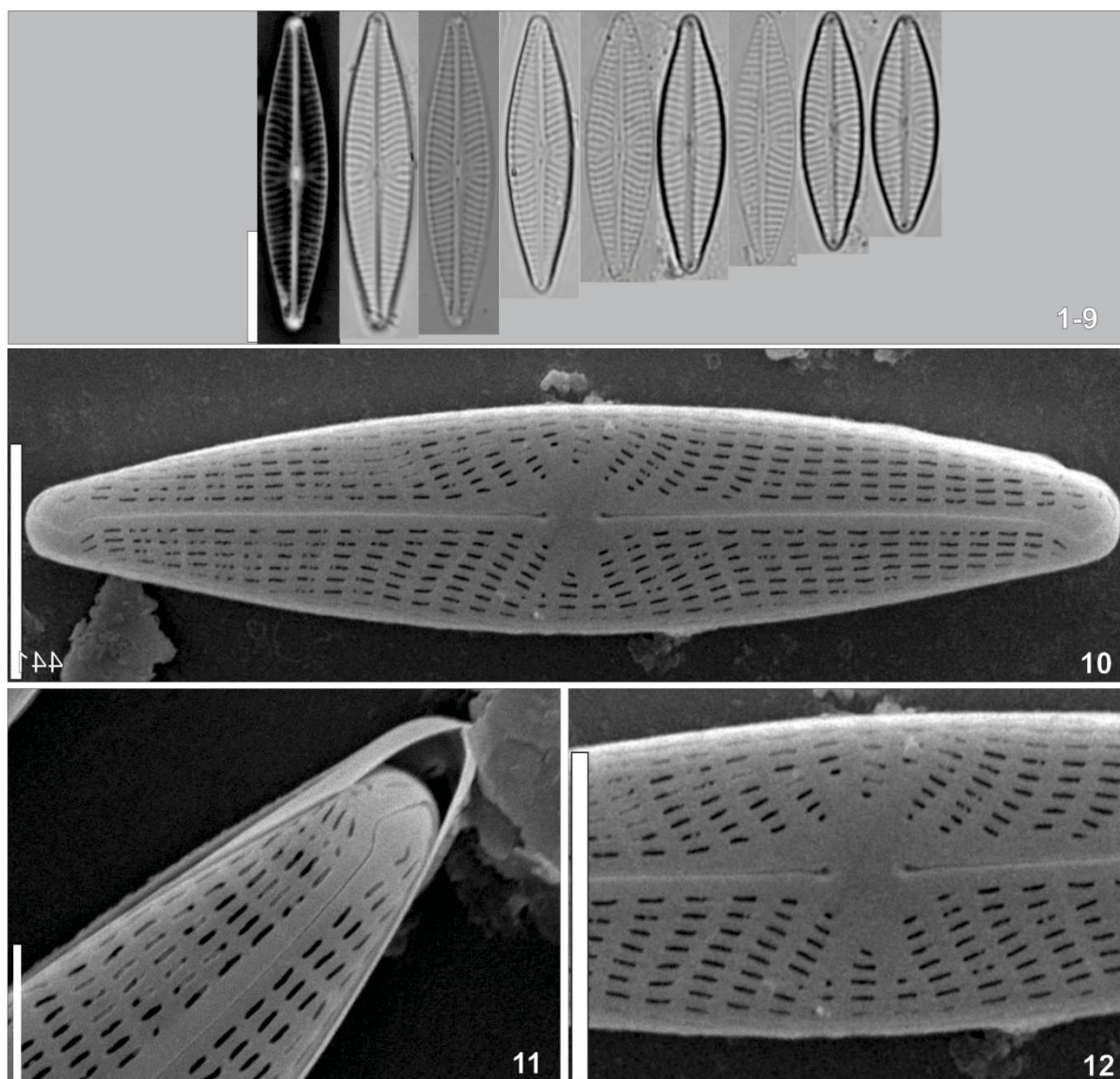


**Figura 4 -1-12. *Navicula cryptotenella*.** 1-9. Valvas em ML. 10-12. Valvas em MEV. 10. Vista externa da valva. 11. Região apical da valva, rafe fletidas para o lado secundário da valva. 12. Região central da valva rafe fletidas para o mesmo lado.

*Navicula eichorniaephila* Manguin ex Kociolek & Reviers 1996

Cryptogamie, Algologie 17(3): 193. 1996.

Figura 5: 1-18

Valva linear-lanceolada, com ápices cuneados arredondados. Área axial assimétrica. Área central uniformemente encurtadas em um lado da área central, o lado oposto mostra uma única estria mediana encurtada, amplamente espaçada das seguintes. Rafe filiforme, extremidades proximais levemente fletidas para o lado primário da valva. Estrias grosseiras radiadas. Aréolas inconspícuas em ML. Comp.: 12.5-27.7 µm. Larg.: 3.1-4,6 µm. 18-19 estrias em 10 µm, com 28 aréolas em 10 µm.

MEV: Rafe localizada em esterno assimétrico, que se expande do lado secundário da valva conforme se aproxima da área central (fig. 5:16,18). Rafe com terminações proximais direcionadas para o lado primário da valva (fig. 5:18). Extremidades distais da rafe fletidas que se alongam para o manto valvar (fig. 5:17). Estrias unisseriadas, com aréolas estreitas e alongadas verticalmente.

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Sobral, Rio Acaraú – Bacia do Acaraú (UPCB 78403; HUVA 24527); Viçosa do Ceará, Rio Guatiguaba – Bacia do Coreau (UPCB 78413; HUVA 24537).

**Obras consultadas:** Lange-Bertalot & Rumrich (2000); Lange-Bertalot (2001); (Metzeltlin *et al.* 2005).

**Comentário:** *Navicula eichorniaephila* também é citada em outros trabalhos como *Navicula jacobii* Maguin (Metzeltlin *et al.* 2005). *N. eichorniaephila*. Metzeltlin *et al.* exite pequena diferença entre os espécimes encontrados em seus estudos e o descrito por Maguin, diferença entre as duas espécies está nos ápices cuneados-arredondados dos espécimes da Nova Caledônia, Uruguai e Equador em comparação com o ápice obtuso-cuneados dos espécimes das Ilhas Guadalupe. Os indivíduos encontrados neste trabalho condizem com os encontrados por

Metzeltlin et al. (2005) e Lange-Bertalot & Rumrich (2000).

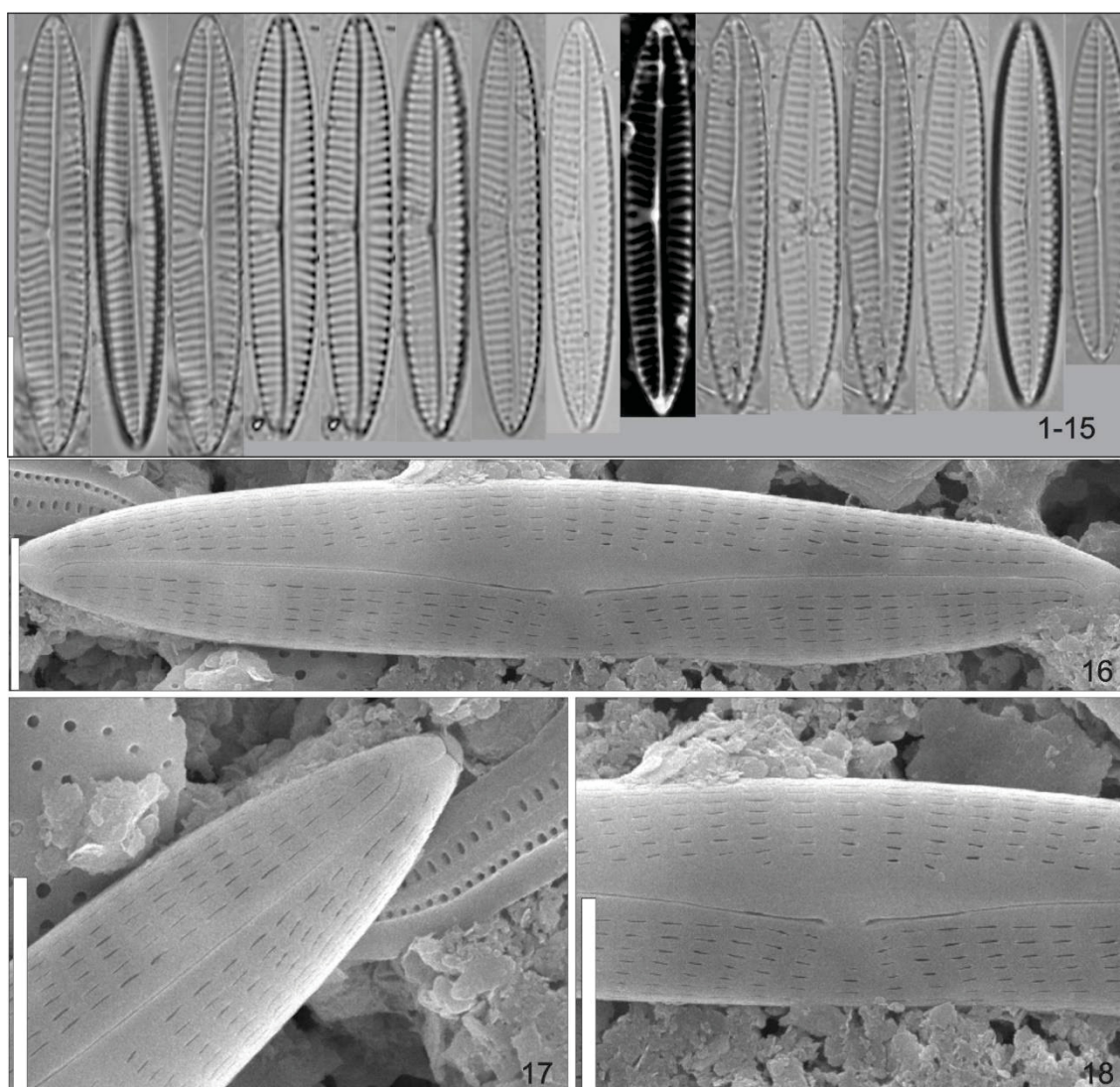


**Figura 5:** 1-18. *Navicula eichorniaephila*. 1-15. Valvas em ML. 16-18. Valvas em MEV. 16. Vista externa da valva. 17. Região apical da valva, rafe que se se alongam para o manto valvar. 18. Região central da valva direcionadas para o lado primário.

*Navicula erifuga* Lange-Bertalot 1985

Bibliotheca Diatomologia 9: 69, pl. 17, fig. 10-12. 1985.

Figura 6: 1-12

Valva lanceolada para linear-lanceolada, com ápices arredondados. Área axial linear. Área central lanceolada, alargando-se assimetricamente para o lado primário da valva. Rafe

filiforme, extremidades proximais levemente fletidas para o lado primário da valva. Estrias radiadas, moderadamente convergente nos ápices. Aréolas inconspícuas em ML. Comp.: 21-28  $\mu\text{m}$ . Larg.: 4,6-5,5  $\mu\text{m}$ . 14-15 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

MEV: Rafe localizada em esterno estreito, (fig. 6:10). Rafe com terminações proximais direcionadas para o lado primário da valva (fig. 6:12). Extremidades distais da rafe em forma de gancho, direcionadas para o lado secundário da valva (fig. 6:11). Estrias unisseriadas, com aréolas estreitas e alongadas verticalmente, 40 aréolas em 10  $\mu\text{m}$ .

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Ipu, Bica do Ipu – Bacia do Acaraú (UPCB 78396; HUVA 24520).

**Obras consultadas:** Lange-Bertalot (2001); (Metzeltlin *et al.* 2005).

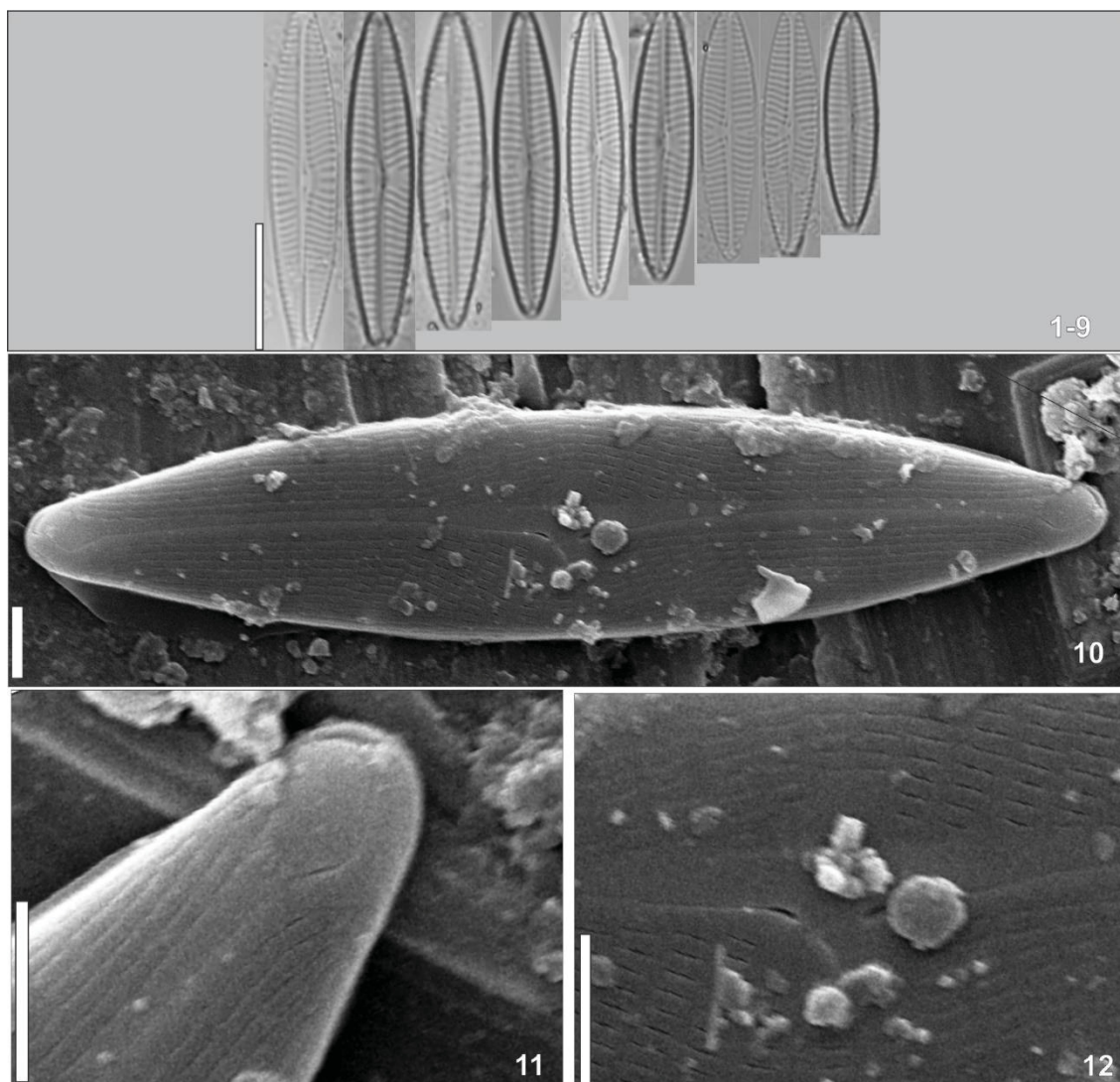


**Figura 6:** 1-12. *Navicula erifuga*. 1-9. Valvas em ML. 10-12. Valvas em MEV. 10. Vista externa da valva. 11. Região apical da valva, rafe em forma de gancho. 12. Região central da valva, direcionadas para o lado primário da valva.

*Navicula heimansioides* Lange-Bertalot Biblioth. Diatomol., v.27, p. 113-114; pl. 62, fig. 7-10, Bacill. 2/4, fig. 1-8, Bacill. 2/1, fig. 9-11, 1993.

Figura 7: 1-6

Valva lanceolada, ápice produzido arredondado. Área axial estreita, área central rombo lanceolada. Rafe filiforme. Estrias radiadas que convergem nos ápices da valva, estrias medianas encurtadas. Aréolas inconspícuas em MO. Compr., 32-44  $\mu\text{m}$ . Larg., 5-6. Estrias 14-16 em 10  $\mu\text{m}$ .

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Meruoca, Sítio Cachoeira – Bacia do Acaraú (UPCB 78419; HUVA 24543; HUVA 24542); Granja, Açude Gangorra – Bacia do Coreaú (UPCB

78418).

**Obras Consultadas:** Lange-Bertalot (2001); (Metzeltlin *et al.* 2005).

**Comentário:** *N. heimanitoides* possui caracteres muito parecidos com *N. notha*, mas suas proporções de tamanho permitem que sejam separados facilmente (Compr., 19-32 µm. Larg., 4,5) (Lange-Bertalot 2001)

*Navicula notha* Wallace in Notulae Naturae 331: 4, pl. 1, fig. 4 A-D. 1960.

Figura 7: 7-19

Valvas lanceoladas. Ápices atenuados-rostrados. Área axial linear. Área central pequena, assimétrica, delimitada por encurtamento irregular das estrias. Rafe filiforme, Estrias radiadas com aréolas inconspícuas em MO. Comp., 20-30 µm. Larg., 4-6 µm. Estrias 16-17 em 10 µm. MEV:Rafe localizada em esterno estreito, (fig. 7:17). Rafe com terminações proximais expandidas (fig. 7:19). Extremidades distais da rafe em forma de gancho. Aréolas alongadas, 32 em 10 µm.

**Material examinado:** Catunda, Rio dos macacos – Bacia do Acaraú (UPCB 78410; HUVA 24534); Viçosa do Ceará, Rio Guatiguaba - Bacia do Coreaú (UPCB 78412; HUVA 24536); Graça, Cachoeira Belizário – Bacia do Parnaíba (UPCB 78398; HUVA 24522); Ibiapina, Bica do Pajé – Bacia do Parnaíba (UPCB 78397; HUVA 24521); Meruoca, Sítio Cachoeira - Bacia do Acaraú (UPCB 78419; HUVA 24543).

**Obras Consultadas:** Lange-Bertalot (2001).

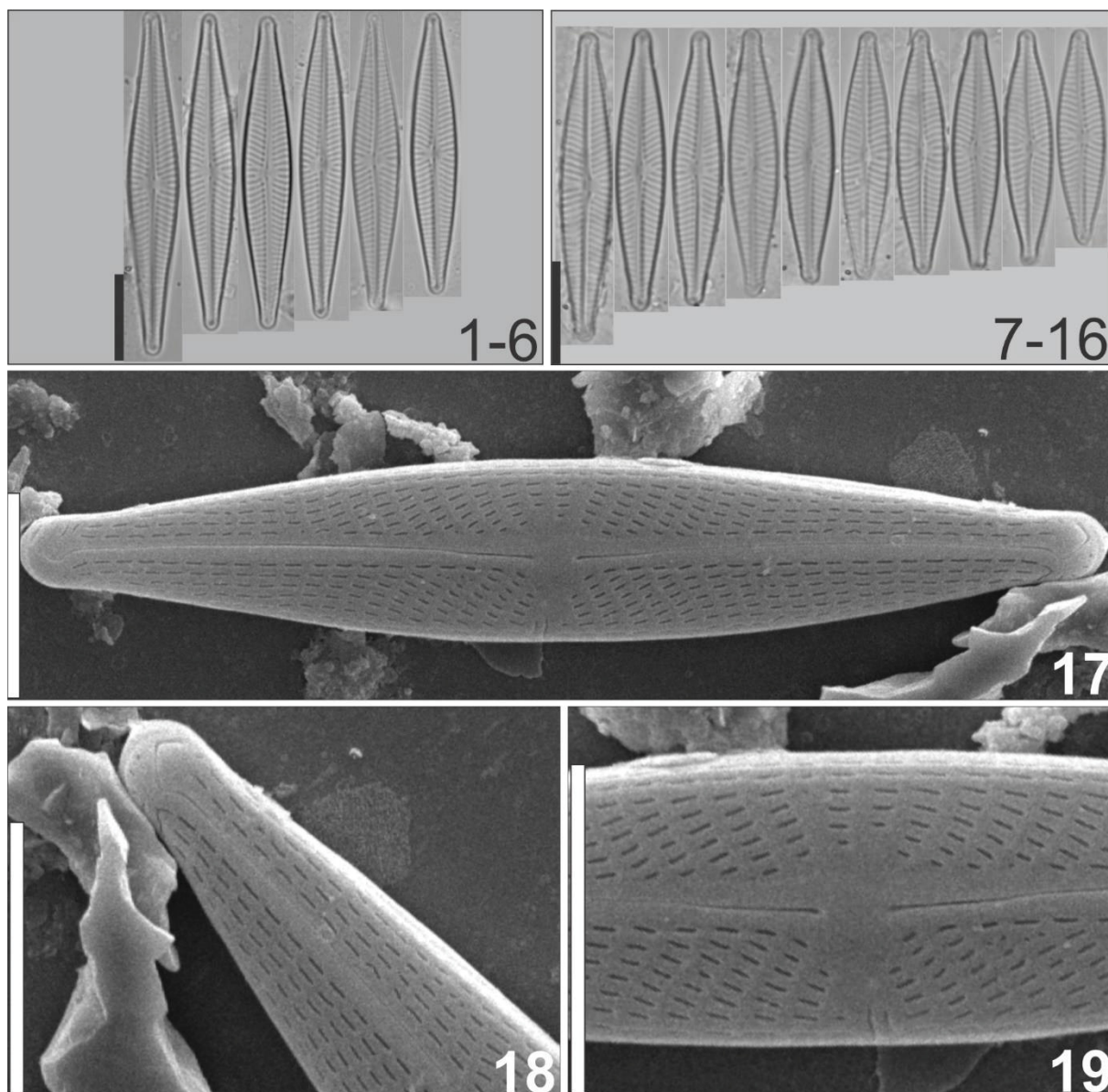


**Figura 7:** 1-6. *Navicula heimansioides* valva em ML. 7-19. *Navicula notha*. 7-16. Valvas em ML. 17-19. Valvas em MEV. 17. Vista externa da valva. 18. Região apical da valva. 19. Região central da valva.

*Navicula rostellata* Kützing

Kies. Bacill. Diat., p. 95, pl. 3, fig. 65, 1844.

Figura 8: 1-14

Valvas elíptico-lanceoladas, com ápices rostrados arredondados. Área axial estreita. Área central bilateralmente arredondada assimetricamente, limitada pelo encurtamento regular das estrias medianas. Rafe filiforme, extremidade proximal fletidas lateralmente para o lado

primário da valva, extremidades distais em forma de gancho. Estrias transapicais radiadas convergentes em direção as extremidades, levemente curvadas na região mediana da valva. Aréolas inconspícuas em ML. Compr., 32,8-39,2  $\mu\text{m}$ . Larg., 6-9. Estrias 14-18 em 10  $\mu\text{m}$ .

MEV: Rafe com terminações proximais fletidas para o lado primário (fig. 8:14). Extremidades distais da rafe em forma de gancho que se estendem para o manto valvar (fig. 8:13). Aréolas alongadas 36 em 10  $\mu\text{m}$ .

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Catunda, Rio dos macacos – Bacia do Acaraú (UPCB 78410; HUVA 24534); Massapê, Fazenda UVA – Bacia do Acaraú (UPCB 78399; HUVA 24523); Massapê, Rio Acaraú – Bacia do Acaraú (UPCB 78405; HUVA 24529); Sobral, Rio Acaraú – Bacia do Acaraú (UPCB 78403; HUVA 24527), Viçosa do Ceará, Rio Guatiguaba – Bacia do Coreaú (UPCB 78413; HUVA 24537).

**Obras Consultadas:** Lange-Bertalot (2001).

**Comentário:** os indivíduos assemelham-se a *N. amphiceropsis* Lange-Bertalot e Rumrich porém os indivíduos estudados diferem em largura (7.5-10 x 6-9  $\mu\text{m}$ ) e em número de aréolas em 10  $\mu\text{m}$ . De acordo com Lange-Bertalot (2001) *N. amphiceropsis* possui diferença de 30 aréolas em 10  $\mu\text{m}$  enquanto *N. rostellata* 27 em 10  $\mu\text{m}$ . *Navicula rostellata* também se assemelha a *Navicula viridula* Ehrenberg, diferem por esta segunda apresentar forma valvar e extremidades mais alongadas e largura valvar de 10–15  $\mu\text{m}$  (Lange-Bertalot 2001).

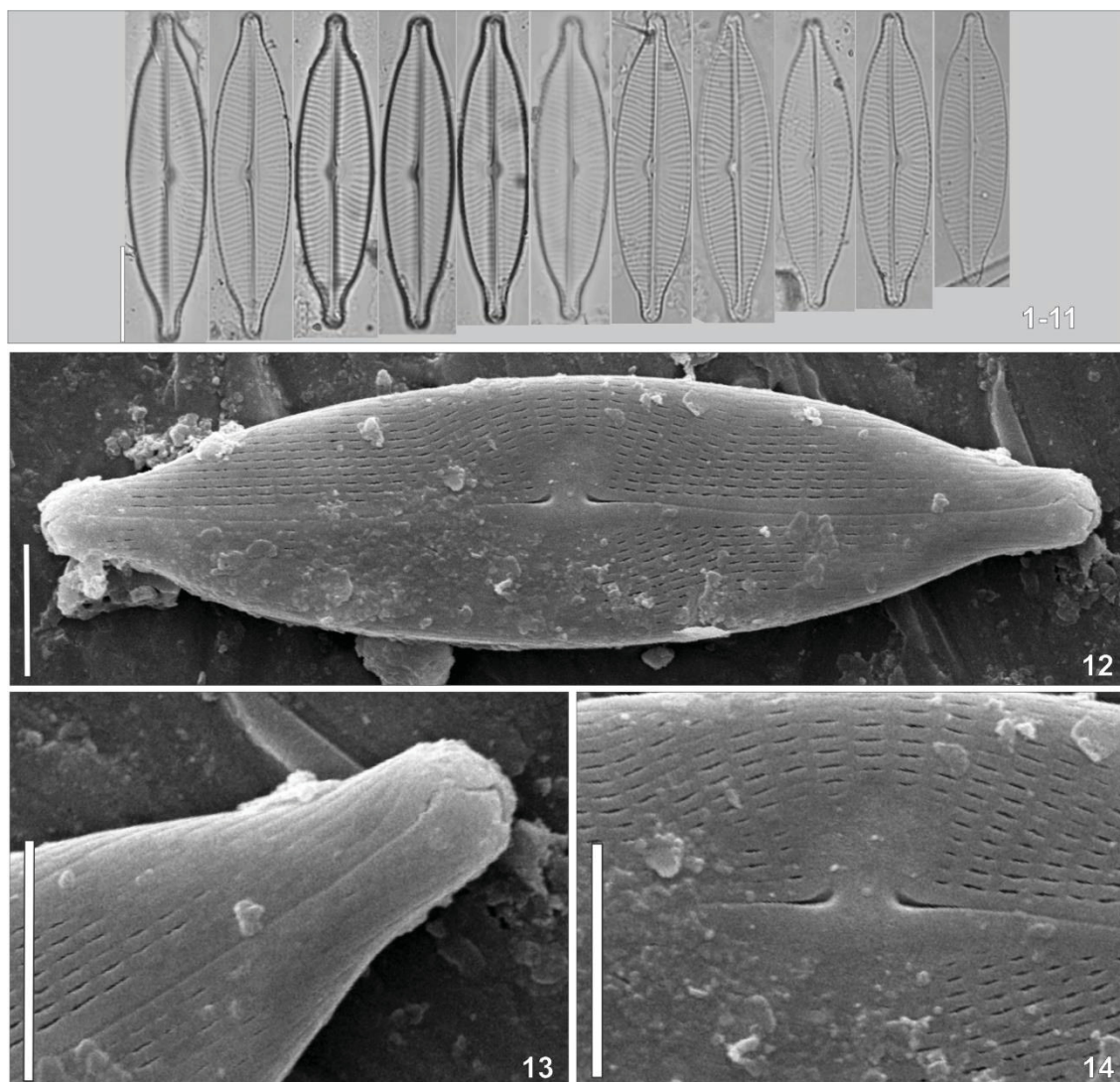


**Figura 8:** 1-14. *Navicula rostellata*. 1-11. Valvas em ML. 12-14. Valvas em MEV. 12. Vista externa da valva. 13. Região apical da valva. 14. Região central da valva.

*Navicula schroeterii* Meiter Kieselg. Asien, p. 38, fig. 100, 1932.

Figura 9: 1-3

Valvas lanceoladas, ápices arredondados. Área axial linear estreita. Área central bilateralmente assimétrica, limitada pelo encurtamento das estrias medianas. Rafe filiforme, extremidade proximal fletida para o lado primário da valva. Estrias grosseiras radiadas, que convergem ao aproximar do ápice. Aréolas inconspícuas em MO. Comp.: 23-32µm. Larg.: 6-7 µm. 13-14 estrias em 10 µm.

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Viçosa do Ceará, Rio Guatiguaba – Bacia do Coreaú

(UPCB 78412; HUVA 24536; UPCB 78413; HUVA 24537); Graça, Cachoeira Belizário – Bacia do Parnaíba (UPCB 78398; HUVA 24522).

**Obras Consultadas:** Lange-Bertalot (2001); Metzeltin, D. & Lange-Bertalot (2007).

*Navicula symmetrica* R.M Patrick in Bol. Mus. Nac. n.s Bot. v. 2, p. 5, fig. 6, 1944

Figura 9: 4-8

Valvas elíptico lanceoladas. Ápices arredondados. Área axial linear. Área central arredondada assimetricamente, limitada pelo encurtamento regular das estrias medianas. Rafe filiforme, extremidade proximal fletidas lateralmente para o lado primário da valva.

Estrias radiadas por toda superfície da valva. Aréolas grosseiras. Compr.: 30,1-36 µm. Larg.: 6-7. Estrias 13-16 em 10 µm.

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Viçosa do Ceará, Rio Guatiguaba – Bacia do Coreaú (UPCB 78412; HUVA 24536); Ipu, Bica do Ipu – Bacia do Acaraú (UPCB 78396; HUVA 24520).

**Obras Consultadas:** Lange-Bertalot (2001); Metzeltin, D. & Lange-Bertalot (2007).

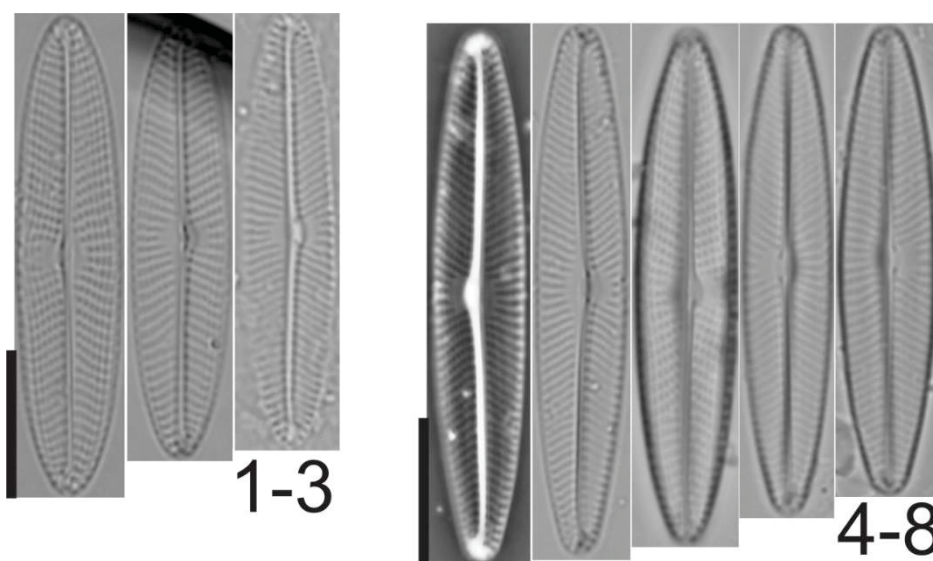


**Figura 9:** 1-3. *Navicula schroeterii*. 4-8. *Navicula symmetrica*. Valvas em ML.

*Navicula sp.*

Figura 10: 1-5

Valvas linear lanceoladas, ápices arredondados. Área axial linear estreita, área central arredondada assimetricamente, limitada pelo encurtamento regular das estrias medianas. Rafe filiforme, extremidade proximal curvadas para o lado primário da valva. Estrias radiadas, paralelas ao aproximar-se do ápice. Aréolas inconspícuas em ML. Compr.: 29-30  $\mu\text{m}$ . Larg.: 5. Estrias 14-16 em 10  $\mu\text{m}$ , com 44 aréolas em 10 $\mu\text{m}$

MEV: extremidades externas proximais da rafe situando-se em uma costela estreita específica da rafe (fig. 10:3), extremidade proximal da rafe fletida o lado primário da valva (fig. 10:2). Proximidade distal em forma de gancho (fig. 10: 4-5)

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Ipu, Bica do Ipu – Bacia do Acaraú (UPCB 78396; HUVA 24520).

**Obras Consultadas:** Lange-Bertalot (2001); Metzeltin, D. & Lange-Bertalot (2007).

**Comentário:** Espécie assemelha-se fortemente com *Navicula riediana* Lange-Bertalot & Rumrich, no entanto apresenta medidas menores, 35-50  $\mu\text{m}$  x 29-30  $\mu\text{m}$  de comprimento e 6,5-7,5 x 5 de largura, a densidade de aréolas são condizentes. Assemelha-se também a *N. ricardae* Lange-Bertalot (compr.: 38-46  $\mu\text{m}$ ) e *N. alineae* Lange-Bertalot (compr.: 35-55  $\mu\text{m}$ ) (Lange-Bertalot, 2001). Por possuir divergências nas métricas e ter sido encontrado apenas dois espécimes, concluímos que é necessária maiores análises para podemos determina-lo dentro de uma espécie.

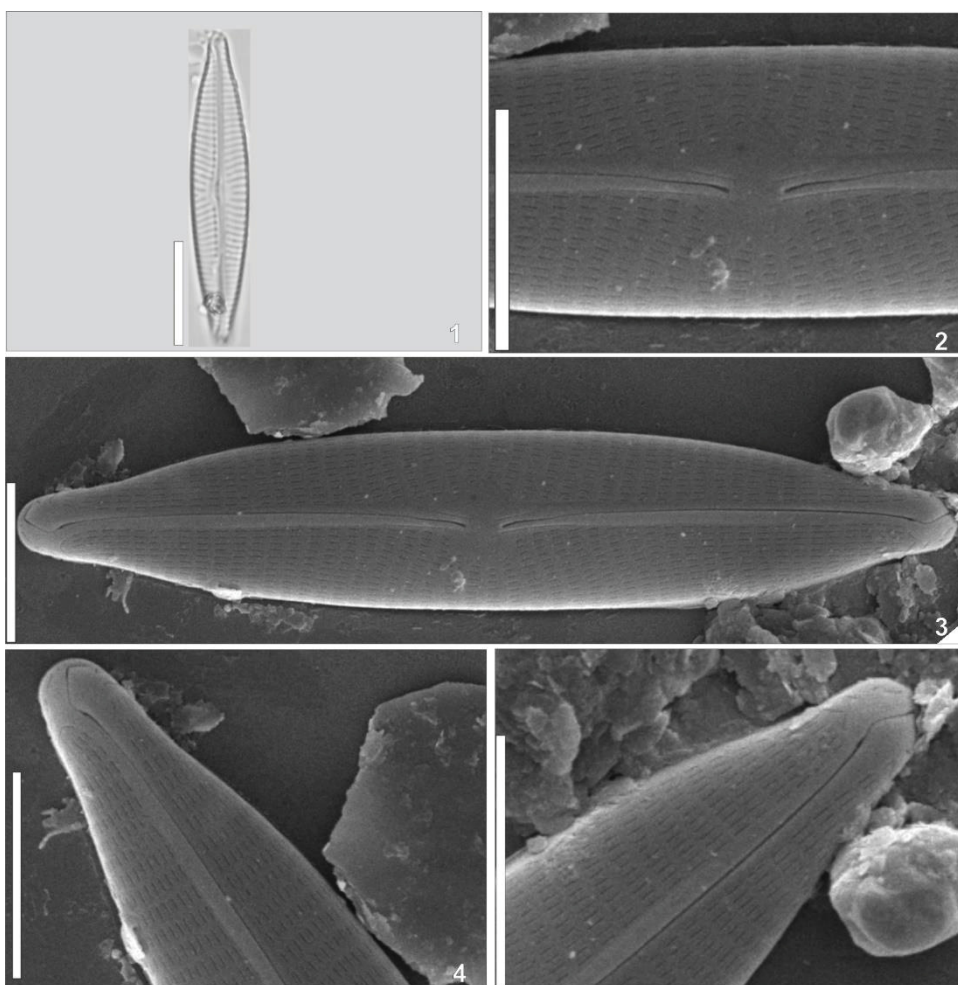


**Figura10:** 1-5. *Navicula* sp. 1 Valva em ML. 2-5 Valvas em MEV. 2. Região central da valva, extremidade proximal da rafe fletida o lado primário. 3. Vista externa da valva. 4-5. Região apical da valva, proximidade distal em forma de gancho.

#### **Seminavis** D.G Mann

*Seminavis strigosa* (Hustedt) Danielidis & Economou-Amilli in Danielidis et Mann, Diatom Research, v. 18, n. 1, p. 31-33, fig. 23-32, 2003.

**Basiônimo:** *Amphora strigosa* Hustedt, Hydrobiol., v. 2, p. 44, fig. 30-33, 1949.

Figura11: 1-7

Valvas semilanceoladas, com margem dorsal convexa e margem ventral reta, ápices arredondados. Área axial linear, mais larga para o lado dorsal. Área central lanceolada. Rafe filiforme. Estrias dorsais são paralelas, irradiando em direção aos ápices, estrias ventrais paralelas, mais curtas no centro da valva. Aréolas inconspícuas. Compr.: 26,2-31,1 µm. Larg.:

4,7-5,8. Estrias 18-20 em 10  $\mu\text{m}$ .

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Viçosa do Ceará, Rio Guatiguaba – Bacia do Coreaú (UPCB 78412; HUVA 24536 /UPCB 78413; HUVA 24537).

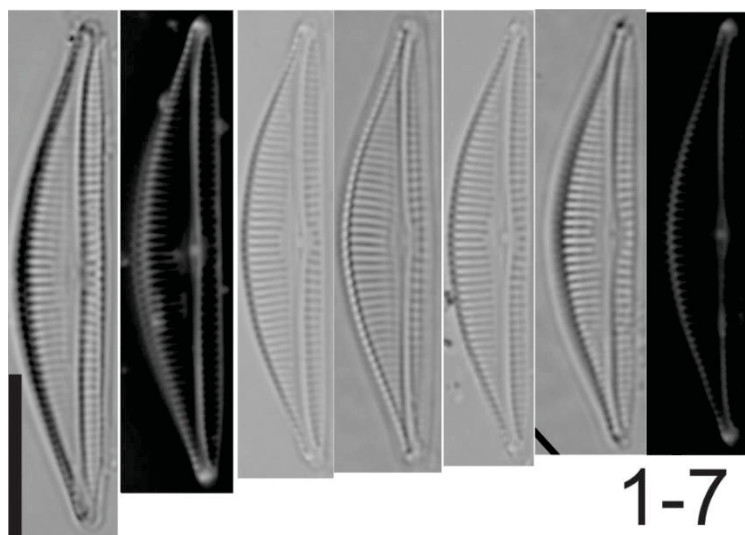


**Figura 11:** 1-7. *Seminavis strigosa*. Valvas em ML.

### 3.2 Famílias Amphipleuraceae, Cosmioneidaceae, Diadesmidaceae, Neidiaceae, Plagiotropidaceae, Sellaphoraceae e Pleurosigmataceae

#### *Frustulia* Rabenhorst

*Frustulia amosseana* Lange-Bertalot Rumrich, Lange-Bertalot et Rumrich, Iconogr. Diatomol., v. 9, p.129, pl. 92, fig. 9, 2000.

Figura 1: 1-2

Valvas linear-lanceoladas, com ápices subcapitados arredondados. Área axial linear, costelas axiais interrompidas na área central. Área central elíptico-alongada. Rafe linear entre costelas, distantes do nódulo central. Nódulos central e distais refringentes. Estrias e aréolas inconspícuas em MO. Comp.: 42.3-45.4  $\mu\text{m}$ . Larg.: 7.6-8.2  $\mu\text{m}$ .

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Sobral, Rio Acaraú – Bacia do Acaraú (UPCB 78403); Graça, Cachoeira Belizário – Bacia do Parnaíba (UPCB 78398); Ipu, Bica do Ipu – Bacia do Acaraú (UPCB 78396).

**Obras consultadas:** Lange-Bertalot & Rumrich (2000); Lange-Bertalot (2001).

*Frustulia crassinervia* (Brébisson) Costa Iheringia, n. 46, p. 88, fig. 138, 1995.

**Basiônimo:** *Navicula crassinervia* Brébisson ex Wm. Smith, Syn. British. Diat., v. 1, p. 47, pl. 31, fig. 271, 1853.

Figura 1: 3-6

Valvas rômbico-lanceoladas, com margens trionduladas, ondulação mediana mais pronunciada, ápices rostrado-arredondadas. Área axial linear estreita levemente arqueada. Área central pequena. Rafe filiforme, arqueada entre costelas. Estrias e aréolas inconspícuas em MO. Comp.: 38-44,8  $\mu\text{m}$ . Larg.: 8,5-9,2  $\mu\text{m}$ .

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Massapê, Rio Acaraú - Bacia do Acaraú (UPCB 78406); Ipu, Bica do Ipu – Bacia do Acaraú (UPCB 78397).

**Obras consultadas:** Lange-Bertalot e Rumrich (2000); Lange-Bertalot (2001).

*Frustulia saxonica* Rabenhorst Süssw.-Diat. Freund Mikrosk., p. 50, pl. 7, fig. 1, 1853.

Figura 1: 7-11

Valvas lanceoladas, com ápice sub-rostrados arredondados. Área axial linear estreito levemente arqueado. Área central reduzida. Rafe filiforme arqueada, entre costelas. Estrias transversais e longitudinais delicadas. Aréolas inconspícuas em MO. Comp.: 47-79  $\mu\text{m}$ . Larg.: 13-17  $\mu\text{m}$ . 29-30 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Granja, Açude Gangorra – Bacia do Coreaú (UPCB 78393).

**Obras consultadas:** Krammer & Lange-Bertalot (1986).

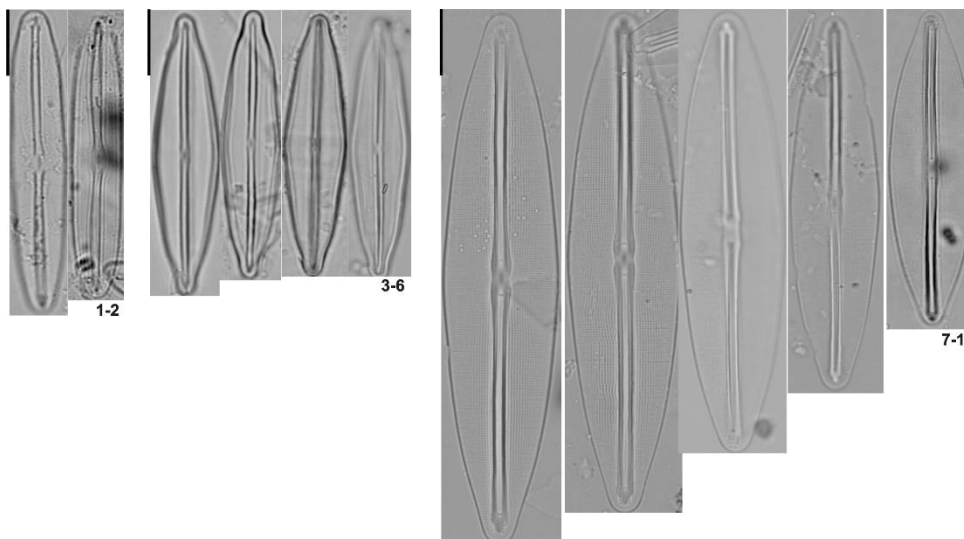


**Figura 1:** 1-11 - Vista valvar em ML; 1-2 - *F. amosseana*; 3-6- *F. crassinervia*; 7-11 - *F. saxonica*.

### *Cosmioneis* D.G. Mann et Stickle

*Cosmioneis brasiliana* (Cleve) C.E.Wetzel et Ector Wetzel et al. Diatom Research v. 32 (2): 229-240 figs 1-15, 2017.

**Basiônimo:** *Cymbella brasiliana* Cleve Kongliga Svenska-Veten. Akadem. Hand. v.18: 4, pl. 1, fig. 4. 1881.

Figura 2: 1-3

Valvas elípticas, com ápices produzidos levemente arredondados. Área axial linear. Área

central elíptica limitada pelo encurtamento das estrias centrais. Rafe lateral, extremidade proximais dilatas, terminações fletidas lateralmente para o mesmo lado, extremidades distais em forma de gancho. Estrias radiadas, convergentes em direção aos ápices, mais espaçadas na região central da valva. Aréolas pontuadas, 24-28 em 10  $\mu\text{m}$ . Compr.: 29,2-29,7  $\mu\text{m}$ . Larg.: 9,1-9,6  $\mu\text{m}$ . 22 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Comentário:** *Cosmioneis brasiliana* assemelha-se a *Cosmioneis platensis* (Frenguelli) C.E. Wetzel, E. Sar et Ector, no entanto diferenciam-se no contorno valvar, *C. platensis* possui valvas linear-lanceoladas, ápices mais atenuados e arredondados.

**Obra consultada:** Wetzel et al. (2017).

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Massapê, Rio Acaraú – Bacia do Acaraú (UPCB 78405).

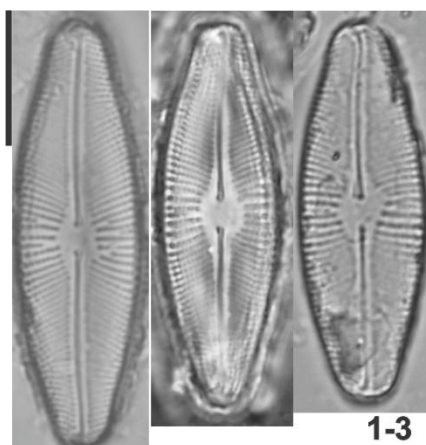


**Figura 2:** *Cosmioneis brasiliana*. 1-3 - Vista Valvar em ML.

### *Diademsis* Kützing

*Diademsis confervacea* Kützing Bacill., p. 109, pl. 30, fig. 8, 1844

Figura 3:1-10

Valvas elípticas. Ápices sub-rostrados. Área axial lanceolada. Área central ampla. Rafe linear, extremidades proximais em forma de gota. Estrias radiadas. Aréolas arredondadas, 16-20 em 10  $\mu\text{m}$ . Comp.: 21,8-15  $\mu\text{m}$ . Larg.: 7,8- 4,67  $\mu\text{m}$ . 22-24 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Obra consultada:** Krammer & Lange-Bertalot (1986).

MEV: extremidade proximal da rafe em poro (fig. 3:9) aréolas alongadas 30 em 10  $\mu\text{m}$ .

**Material examinado:** Catunda, Rio dos macacos – Bacia do Acaraú (UPCB 78410; HUVA 24534); Massapê, Rio Acaraú – Bacia do Acaraú (UPCB 78405; HUVA 24529); Graça, Cachoeira Belizário – Bacia do Parnaíba (UPCB 78399; HUVA 24523); Sobral, Rio Acaraú –

Bacia do Acaraú (UPCB 78408; HUVA 24532); Catunda, Rio dos macacos - Bacia do Acaraú (UPCB 78411; HUVA 24535); Graça, Cachoeira Belizário – Bacia do Parnaíba (UPCB 78398; HUVA 24522); Sobral, Rio Acaraú – Bacia do Acaraú (UPCB 78407; HUVA 24531).

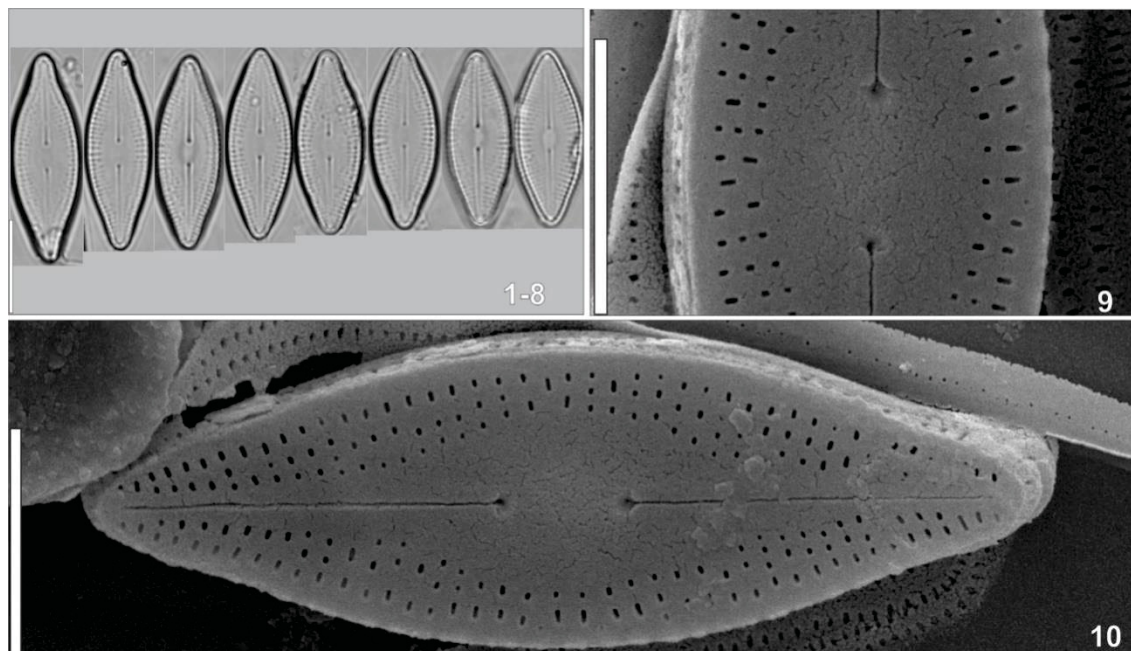


Figura 3:1-10 *Diadesmis confervacea*. 1-8 vista valvar em ML. 9-10 valvas em MEV. 9 - Região central da valva. 10 - Vista externa da valva.

### *Luticola* D.G. Mann

#### *Luticola ectorii* Levkov

Metzeltin et Pavlov in Lange Bertalot, Diatoms of Europe, v.7, p. 108, pl. 21: figs. 1-27; pl. 22: figs. 1-22, 2013.

Figura 4:1-6

Valvas lanceoladas. Ápices arredondados. Área axial linear. Área central expandida lateralmente alcançando as margens da valva, limitada por duas ou três estrias centrais muito curtas em cada lateral. Presença de estigma puntiforme submarginal. Rafe linear, extremidade próxima fletida para o lado oposto ao estigma. Estrias radiadas unisseriadas. Aréolas arredondadas. Comp.: 10,1-17,3  $\mu\text{m}$ . Larg.: 5-7,1  $\mu\text{m}$ . 20-24 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

MEV: proximidade distal curvada unilateralmente (Fig. 4:5), proximidades distais em forma de gancho (fig. 4:6). Aréolas arredondadas 24 em 10  $\mu\text{m}$ .

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Catunda, Rio dos macacos – Bacia do Acaraú (UPCB

78410; HUVA 24534); Viçosa do Ceará, Rio Guatiguaba - Bacia do Coreaú (UPCB 78413; HUVA 24537); Meruoca, Sítio Cachoeira – Bacia do Acaraú (UPCB 78417; HUVA 24541 / UPCB 78418; HUVA 24542).

**Obra consultada:** Levkov, Metzeltin e Pavlov (2013).

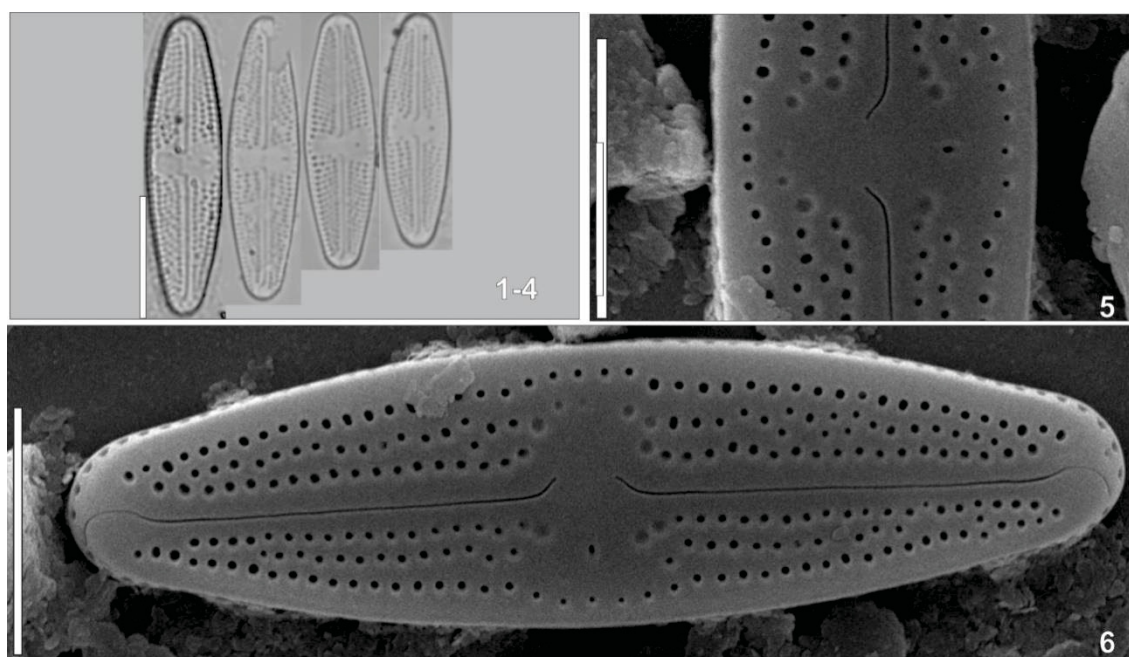


**Figura 4:** 1-6 *Luticola ectorii*. 1-4 vista valvar em ML. 5-6 valvas em MEV. 5 - região central da valva. 6 -vista externa da valva.

*Luticola subaequalis* Levkov Metzeltin & Pavlov in Lange Bertalot, Diatoms of Europe, v. 7 p. 227, pl. 13: figs. 32-44; pl. 15: fig. 4; pl. 25: figs. 19-37, 2013.

Figura 5: 1-5

Valvas rômbricas, com ápices arredondados. Área axial linear estreita. Área central expandida lateralmente alcançando as margens da valva, sendo limitada pelo encurtamento das estrias na região mediana. Presença de estigma puntiforme submarginal. Rafe linear, extremidade próxima fletida para o lado oposto ao estigma. Estrias radiadas unisseriadas. Aréolas arredondadas. Comp.: 17,6-25,2 µm. Larg.: 5,5-7,2 µm. 20-24 estrias em 10 µm.

**Material examinado:** Viçosa do Ceará, Rio Guatiguaba - Bacia do Coreaú (UPCB 78413; HUVA 24537); Graça, Cachoeira Belizário – Bacia do Parnaíba (UPCB 78398; HUVA 24522); Meruoca, Sítio Cachoeira – Bacia do Acaraú (UPCB 78417; HUVA 24541); Granja, Açude

Gangorra – Bacia do Coreaú (UPCB 78393; HUVA 24517).

**Obras consultadas:** Levkov, Metzeltin & Pavlov (2013).

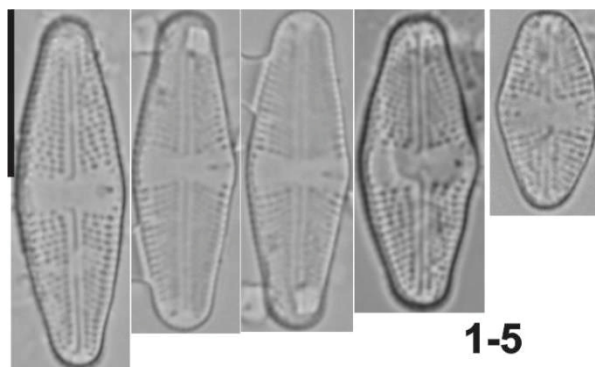


**Figura 5:** 1-5 *Luticola subaequalis*, vista valvar em ML.

*Luticola goeppertiana* (Bleisch) Mann in Round, Crawford & Mann, Diatoms, p. 670, 1990.

**Basiônimo:** *Navicula mutica* Kützinger var. *goeppertiana* Bleisch in Rabenhorst, Alg. Eur., n. 1183, 1861.

Figura 6: 1-11

Valvas lanceoladas, com ápices arredondados a subrostrados. Área axial estreita. Área central linear, expandida lateralmente, com estigma puntiforme. Rafe linear; terminações proximais da rafe fletidas para o lado oposto ao estigma. Estrias unisseriadas, radiadas; aréolas arredondadas. Comp.: 19-23 µm. Larg.: 5-7 µm. 20-22 estrias em 10 µm.

MEV: proximidade distal curvada unilateralmente (Fig. 6:10), proximidades distais alongando-se para o manto (fig. 6:11). Aréolas espaçadas, arredondadas 30 em 10 µm.

**Ocorrência nas amostras:** Ceará, Brasil: Sobral, Rio Acaraú – Bacia do Acaraú (UPCB 78408); Graça, Cachoeira Belizário – Bacia do Parnaíba (UPCB 78393).

**Obras consultadas:** Krammer & Lange-Bertalot (1986), Levkov, Metzeltin & Pavlov (2013).

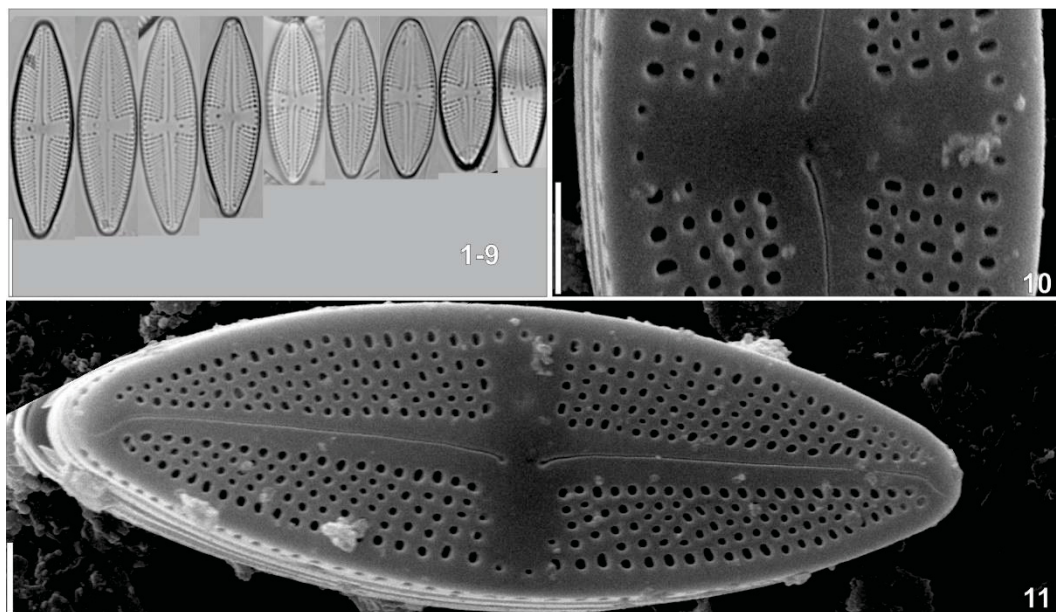


**Figura 6-** 1-11 *Luticola goeppertiana*. 1-9: vista valvar em ML. 10-11: valvas em MEV. 10 - Região central da valva. 6. Vista externa da valva.

### *Neidium* Pfitzer

*Neidium ampliatus* (Ehrenberg) Krammer Krammer et Lange-Bertalot, Biblioth. Diatomol., v. 9 10, p. 101, pl. 2, fig. 8-9; pl. 3, fig. 4, 1985.

**Basiônimo:** *Navicula ampliata* Ehrenberg, Abh. Akad. Wiss. Berl., p. 337, 1841 (1843).

Figura 7:1-6

Valvas linear-lanceoladas, ápices rostrados amplamente arredondados. Canais longitudinais relativamente largos, posicionados nas margens da valva. Área axial linear estreito. Área central elíptica, limitada pelo encurtamento das estrias. Rafe filiforme, extremidades proximais fletidas para lados opostos. Estrias radiadas a convergentes nas extremidades, interrompidas por uma linha hialina longitudinal submarginal, estrias compostas por aréolas arredondadas, inconspícuas em MO. Comp.: 45.2-50.6  $\mu\text{m}$ . Larg.: 10.3-11.6  $\mu\text{m}$ . 24-26 estrias em 10  $\mu\text{m}$  com 24 aréolas em 10  $\mu\text{m}$ .

MEV: proximidade distal curvada bilateralmente (Fig. 7:5). Aréolas arredondadas 34 em 10  $\mu\text{m}$ .

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Catunda, Rio dos macacos – Bacia do Acaraú (UPCB 78410; HUVA 24534); Viçosa do Ceará, Rio Guatiguaba – Bacia do Coreaú (UPCB 78413; HUVA 24537); Sobral, Pedra da andorinha – Bacia do Litoral (UPCB 78402; HUVA 24526).

**Obras consultadas:** Krammer & Lange-Bertalot (1986)

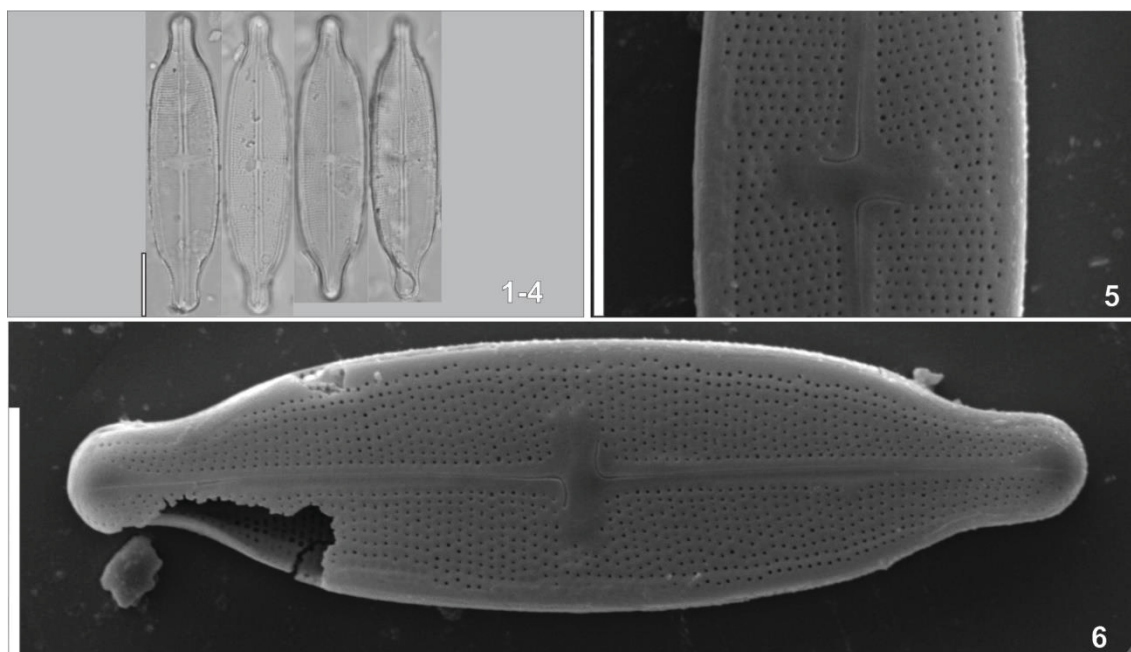


**Figura 7:** 1-6 *Neidium ampliatus*. 1-4: vista valvar em ML. 5-6: valvas em MEV. 5. Região central da valva. 6. Vista externa da valva.

*Plagiotropis* (W.Gregory) Kuntze

*Plagiotropis lepidoptera* Pfitzer In Kuntze Ver. Gen. plan. Pars III (3) p. 421, 1898

Figura 8: 1-4

Valvas elíptico-lanceoladas, face valvar arqueada, face da valva possui dobras longitudinais e ápices apiculados. Área axial estreita, axial e a rafe estão posicionadas em uma quilha elevada ao longo do eixo apical. Rafe filiforme, arqueada, excêntrica. Estrias paralelas no centro, levemente radiadas nos ápices. Aréolas inconspícuas em ML. Compr.: 79,8-79,9  $\mu\text{m}$ . Larg.: 17,8-19  $\mu\text{m}$ . 19 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

MEV: aréolas inconspícuas, rafe tornando-se mais arqueada ao aproximar-se dos ápices (fig 8:3).

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Sobral, Rio Acaraú – Bacia do Acaraú (UPCB 78408).

**Obras consultadas:** Patrick & Reimer (1975).

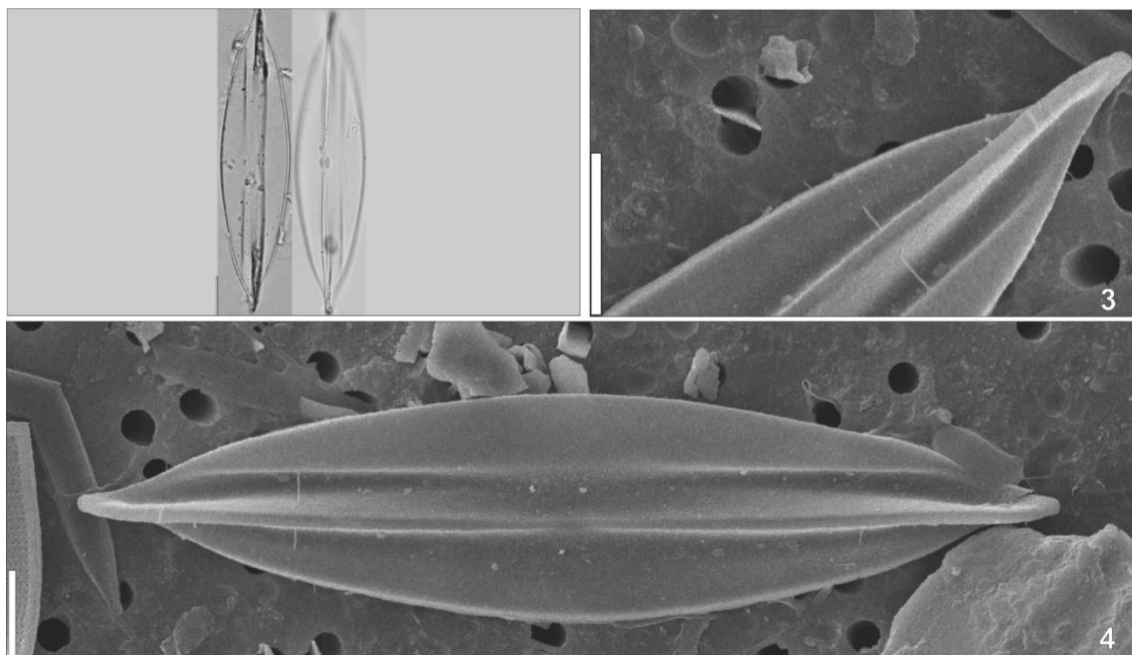


**Figura 8:** 1-4 *Plagiotropis lepidoptera*. 1-2: vista valvar em MO. 3-4: valvas em MEV. 5. Região apical da valva. 4. Vista externa da valva.

### *Fallacia* Stickle e DGMann

*Fallacia pygmaea* (Kützing) Stickle & Mann Proc. 9th Int. Diat. Symp. Bristol, 1986: p. 293, 1988.

**Basiônimo:** *Navicula pygmaea* Kützing, Spec. Alg., p. 77, 1849.

Figura 9: 1-5

Valvas elípticas, com ápices arredondados. Área axial linear arqueada. Área central sem ornamentos em forma de H, que corta ao meio as estrias em ambos os lados. Rafe filiforme reta, sutilmente arqueada. As estrias são radiadas e finamente pontilhadas. Aréolas inconspícuas em MO. Comp.: 20,4-32  $\mu\text{m}$ . Larg.: 9,1-10,9  $\mu\text{m}$ . 26-28 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Ubajara, Sítio São Luís – Bacia do Parnaíba (UPCB 78414); Sobral, Olho d'água do Pajé – Bacia do Litoral (UPCB 78400).

**Obra consultada:** Krammer & Lange-Bertalot (1986).

*Fallacia insociabilis* (Krasske) Mann In: Round, Crawford & Mann, Diatoms, p. 668; 1990.

**Basiônimo:** *Navicula insociabilis* Krasske, Hedwigia, v. 72, p. 114, fig. 17, 1932.

Figura 9: 6-7

Valvas elípticas, ápices arredondados. Área axial da rafe arqueada, estreita. Área central reduzida rafe levemente arqueada. Área central unida a uma estrutura hialina em forma de “H” que interrompe as estrias próximas a rafe. Rafe levemente arqueada. Aréolas inconspícuas em MO. Comp.: 20µm. Larg.: 96-7 µm. 24 estrias em 10 µm.

**Ocorrência nas amostras:** Ceará, Brasil: Graça, Cachoeira Belizário – Bacia do Parnaíba (UPCB 78398; HUVA 24522).

**Obra consultada:** Krammer & Lange-Bertalot (1986).

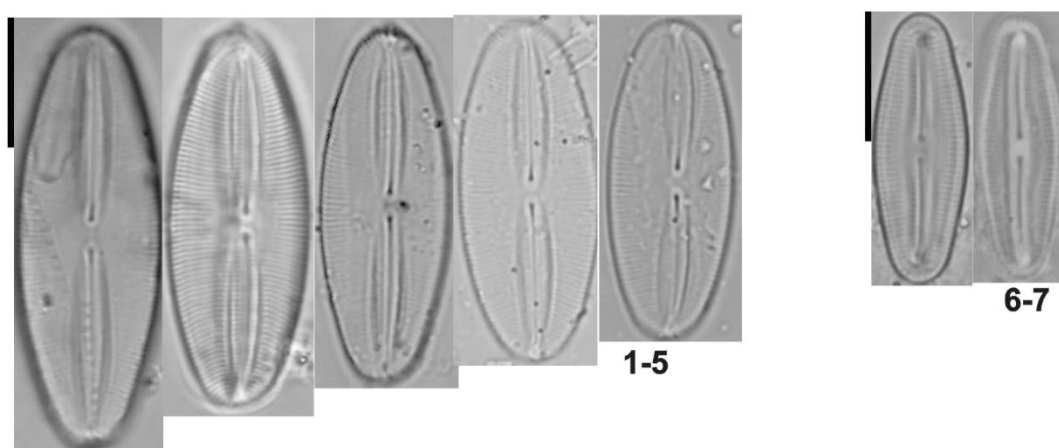


**Figura 9:** 1-5 *Fallacia pygmaea*. 6-7 *Fallacia insociabilis*. Vista valvar em ML

### *Sellaphora* Mereschkowsky

*Sellaphora auldreekie* Mann & McDonald Mann et al., Phycol., v. 43, n. 4, p. 459-482, figs. 4 M-O, pl. 21, figs. 43-47, 2004.

Figura 10: 1-5

Valvas lanceoladas com ápices subcapitados, arredondados. Área axial linear. Área central expandida lateralmente, limitada pelo encurtamento das estrias medianas. Rafe filiforme e reta extremidades proximais da rafe são infladas. Extremidade distal da valva com área hialina. Estrias radiadas, na região mediana tornam-se mais espaçadas. Aréolas inconspícuas em MO. Comp.: 23,4-14,1 µm. Larg.: 6,9-5,4 µm. 18-22 estrias em 10 µm.

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Catunda, Rio dos macacos – Bacia do Acaraú (UPCB 78410; HUVA 24534); Massapê, Fazenda UVA - Bacia do Acaraú (UPCB 78399; HUVA 24523); Sobral, Rio Acaraú – Bacia do Acaraú (UPCB 78408; HUVA 24532); Graça,

Cachoeira Belizário – Bacia do Parnaíba (UPCB 78398; HUVA 24522).

**Obras consultadas:** Hofmann et al. (2013), Mann et al. (2004)

*Sellaphora saugerresii* (Desm.) Wetzel & Mann

**Basiônimo:** *Navicula minima* (Grunow em Van Heurck 1880, pl. 14, fig. 15)

Figura 10: 6-10

Valvas elípticas ovaladas. Ápices arredondados. Área axial linear estreito. Área central levemente expandida lateralmente, limitada pelo encurtamento das estrias medianas. Rafe linear. Estrias radiadas, na região mediana tornam-se mais espaçadas. Aréolas inconspícuas em MO. Comp.: 6-14,9  $\mu\text{m}$ . Larg.: 3-4,1  $\mu\text{m}$ . 20-22 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Catunda, Rio dos macacos - Bacia do Acaraú (UPCB 78409); Massapê, Rio Acaraú – Bacia do Acaraú (UPCB 78405); Sobral, Rio Acaraú – Bacia do Acaraú (UPCB 78407); Sobral, Rio Acaraú – Bacia do Acaraú (UPCB 78404/ UPCB 78403/ UPCB 78408); Graça, Cachoeira Belizário – Bacia do Parnaíba (UPCB 78398); Catunda, Rio dos macacos - Bacia do Acaraú (UPCB 78411); Meruoca, Sítio Cachoeira - Bacia do Acaraú (UPCB 78417/UPCB 78418); Sobral, Olho d'água do Pajée – Bacia do Litoral (UPCB 78401); Varjota, Açude Araras – Bacia do Acaraú (UPCB 78392).

**Obra consultada:** Hofmann et al. (2013)

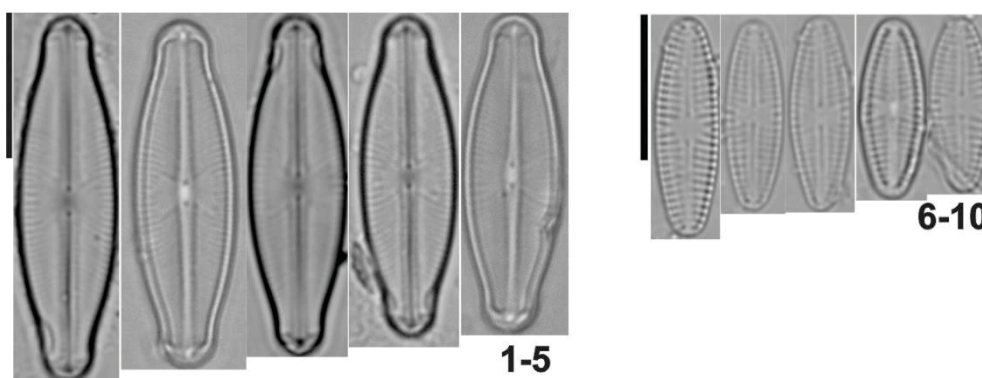


Figura 10:1-5 *Sellaphora auldreekie*, vista valvar em ML. 6-10 *Sellaphora saugerresii*, vista valvar em ML.

*Sellaphora bacillum* ( Ehrenberg ) DGMann &.Reichardt 2018: 210, pl. 115: figs 1-9; pl. 121: figs 1-3

Basiônimo: *Navicula bacillum* Ehrenberg

Figura 11: 1-8

Valvas lineares. Ápices sub-rostrados amplamente arredondados. Área axial linear estreito. Área central expandida lateralmente, limitada pelo encurtamento das estrias medianas. Rafe linear, extremidade proximal fletida. Extremidade distal da valva com área hialina. Estrias radiadas, na região mediana tornam-se mais espaçadas. Aréolas inconspícuas em MO. Comp.: 21- 33,6 µm. Larg.:7-8,2 µm. 20-24 estrias em 10 µm.

MEV: extremidade proximal da rafe fletida unilateralmente (fig. 11: 7), extremidade distais da rafe com pequena helictoglossa (fig. 11:8) Aréolas arredondadas 40 em 10 µm.

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Catunda, Rio dos macacos – Bacia do Acaraú (UPCB 78410; HUVA 24534); Massapê, Rio Acaraú – Bacia do Acaraú (UPCB 78405; HUVA 24529); Sobral, Pedra da andorinha – Bacia do Litoral (UPCB 78402; HUVA 24526).

**Obra consultada:** Hofmann *et al.* (2013)

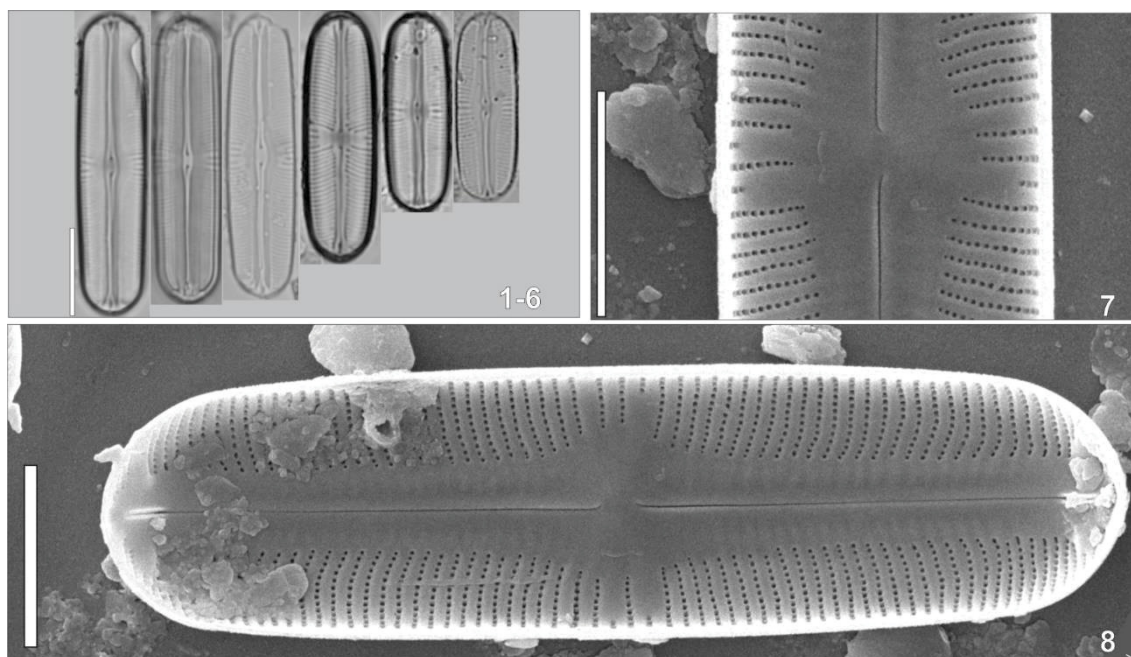


**Figura 11:** 1-6 *Sellaphora bacillum*. 1-6: vista valvar em MO. 7-8: valvas em MEV. 7. região central da valva. 8. Vista externa da valva.

## **Gyrosigma** Hassall

### ***Gyrosigma sciotoense*** (WSSullivant) Cleve

Synopsis of the naviculoid diatoms. Part II. Kongliga Svenska Vetenskapsak Akademiens Handlingar 27(3): 1-219, 4 pls

**Basinômio:** *Pleurosigma sciotoense* WSSullivant Sullivan, W.S. & Wormley, T.G. (1859). On the measurement of the striae of Diatoms. American Journal of Science 27: 249-252

Figura 12: 1-7

Valvas sigmoides, com ápices obtusamente arredondados. Área axial estreita sigmoide próximo as extremidades. Área central elíptica, oblíqua. Rafe sigmoide. Estrias retas, paralelas, densas. Aréolas organizadas longitudinalmente de modo a formar fileira longitudinais quase perpendiculares às estrias. Comp.: 77,3- 107,9 µm. Larg.: 11,8-13,3 µm. 22-24 estrias em 10 µm.

**Comentário:** Difere de *Gyrosigma attenuatum* (Kütz.) Rabenh, em relação ao comprimento (150-240 µm) e largura (23-26 µm) da valva ( Hofmann et al. 2013; Patrick & Reimer, 1966).

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Massapê, Rio Acaraú – Bacia do Acaraú (UPCB 78405/UPCB 78406); Viçosa do Ceará, Rio Guatiguaba - Bacia do Coreau (UPCB 78413); Sobral, Rio Acaraú – Bacia do Acaraú (UPCB 78407); Meruoca, Sítio Cachoeira – Bacia do Acaraú (UPCB 78419); Ipu, Bica do Ipu – Bacia do Acaraú (UPCB 78396).

**Obras consultadas:** Patrick & Reimer (1966); Hofmann et al. (2013); Lange-Bertalot et al. (2017).

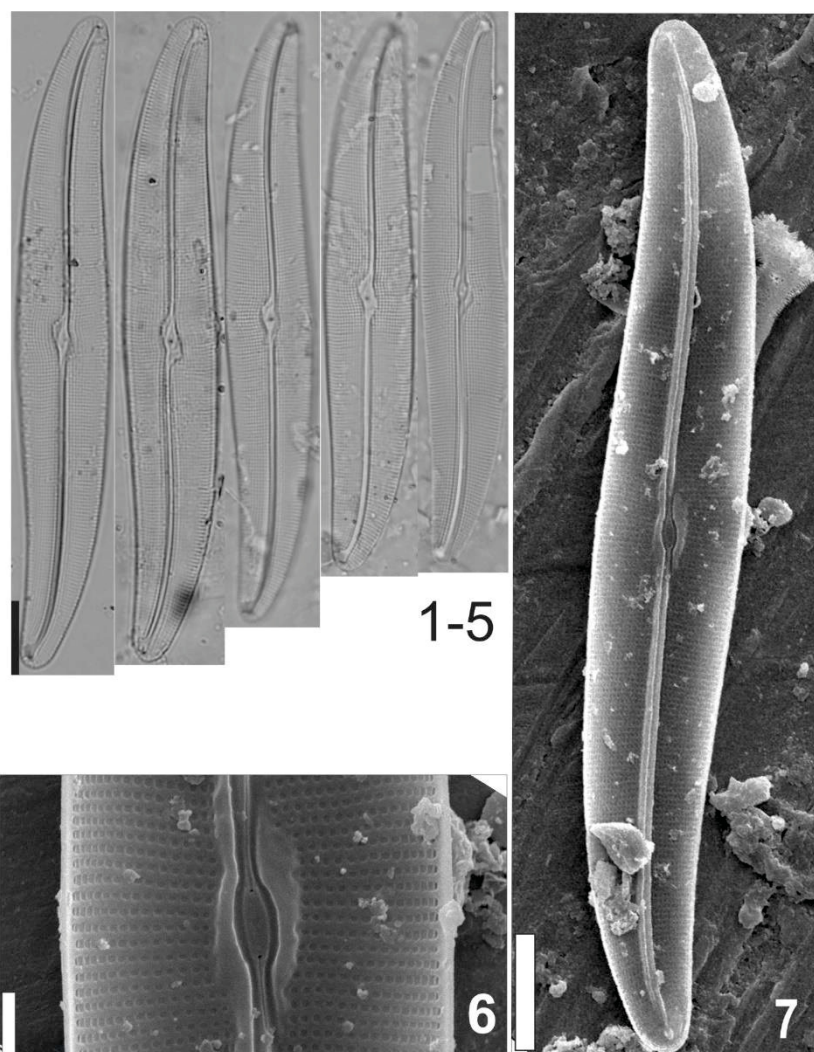


**Figura 12:** 1-7 *Gyrosigma sciotoense*. 1-5: vista valvar em ML. 6-7: valvas em MEV. 6 - Região central da valva. 7- Vista externa da valva.

*Gyrosigma obtusatum* (Sullivan) Boyer Contrib. Biol. Microsc. Sec. Acad. Nat. Sc. Phil., v.1, p. 7, 1922.

**Basiônimo:** *Pleurosigma obtusatum* Sullivan & Wormley, Amer. J. Sci., v.27, p. 251, 1859.

Figuras 13: 1-3

Valvas sigmóides, com ápices atenuados-arredondados, vista interna da valva possui uma pequena helictoglossa (Fig. 13: 1). Área axial estreita sigmoide próximo as extremidades. Área central pequena, oval. Rafe sigmoide. Estrias transversais delicadamente radiadas. Aréolas organizadas longitudinalmente de modo a formar fileira longitudinais quase perpendiculares às estrias. Comp.: 110 µm. Larg.: 13 µm. 21 estrias em 10 µm.

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Sobral, Rio Acaraú – Bacia do Acaraú (UPCB 78403; HUVA 24527).

**Obras consultada:** Patrick & Reimer (1966).

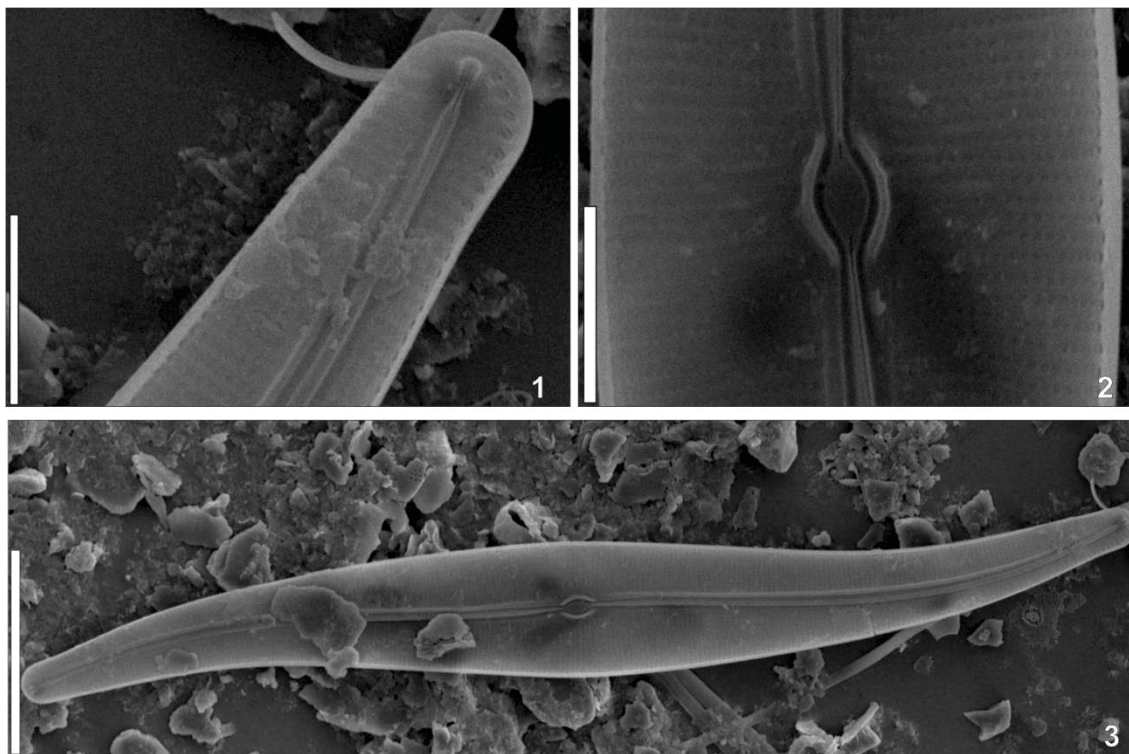


**Figura 13:** 1-3 *Gyrosigma obtusatum*. 1-3: valvas em MEV. 1. Região apical da valva, com pequena helictoglossa. 2. Região central da valva. 3. Vista externa da valva.

### *Stauroneis* Ehrenberg

#### *Stauroneis* sp. 1

Figura 14: 1-7

Valvas elíptico-lanceoladas. Ápices capitados. Área axial linear alongada, que se expande ligeiramente próximo à área central. Área central formando um estauro que algumas vezes se apresenta mais estreito em direção às margens da valva. Rafe lateral, extremidades distais em forma de gancho, extremidades proximais fracamente infladas. Estrias radiadas. Aréolas conspícuas, 16-20 em 10  $\mu\text{m}$ . Comp.: 43,6-58  $\mu\text{m}$ . Larg.: 9,2-12,4  $\mu\text{m}$ . 22-24 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

**Material examinado:** Ceará, Brasil: Viçosa do Ceará, Rio Guatiguaba – Bacia do Coreaú (UPCB 78413; HUVA 24537); Sobral, Pedra da andorinha – Bacia do Litoral (UPCB 78402; HUVA 24526).

**Comentário:** *Stauroneis* sp. 1 assemelha-se a *Stauroneis nobilis* tanto no formato valvar como no formato do ápice, no entanto, as espécies encontradas não se encaixam na métricas de *S. nobilis*, este apresenta Comp. 95–165, estrias 17-25 e largura 5,5-6. A princípio em nenhum outro *Stauroneis* encontrado na literatura.

***Stauroneis* sp. 2**

Figura 14: 8

Valvas lanceoladas. Ápices rostrados. Área axial linear alongada, que se expande ligeiramente próxima a área central. Área central formando um estauro assimétrico, que se alarga em direção às margens da valva. Rafe filiforme, extremidade distal em forma de gancho. Estrias radiadas. Aréolas conspícuas com 20 em 10 µm. Comp.: 87,2 µm. Larg.: 15,8 µm. 20 estrias em 10 µm.

**Material examinado:** Bacia do Litoral (UPCB 78402)

**Comentário:** Assemelha-se a *Stauroneis latistauros* Van de Vijver & Lange -Bertalot, no entanto este apresenta com o ápice mais capitado do que o da espécie encontrada. Também se assemelha a *Stauroneis sofia* Van de Vijver & Lange- Bertalot, porém, o estauro de *S. sofia* apresenta-se de forma regular em ambos os lados da rafe (Van de Vijver *et al.* 2004).

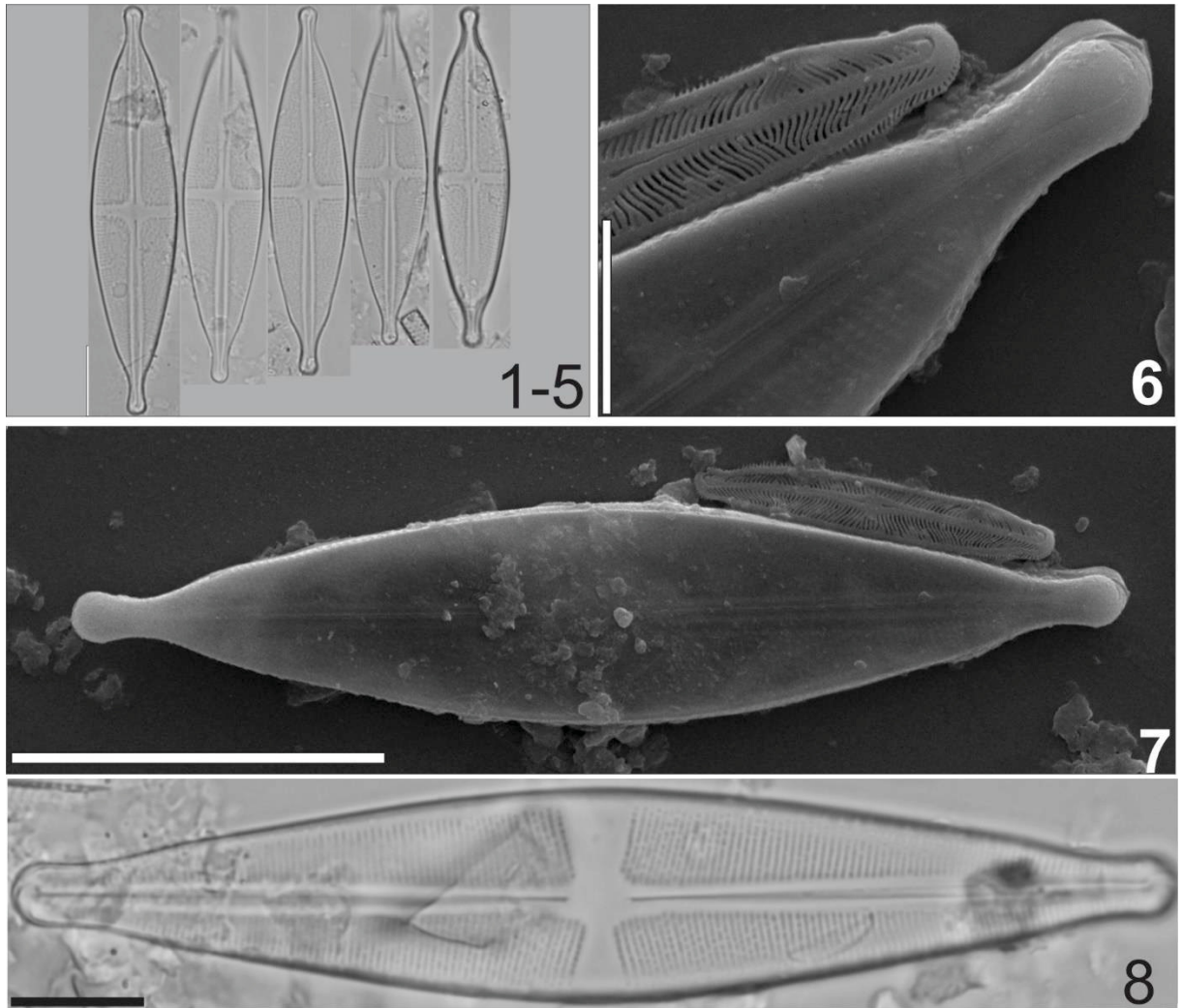


**Figura 14:** 1-7 *Stauroneis sp. 1*. 1-5. Valvas em ML. 6-7. Valvas em MEV. 6. Região apical da valva, extremidade da rafe curvada em direção ao manto. 8. *Stauroneis sp. 2*. valva em ML.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O noroeste do Ceará tem grande déficit de estudos na diversidade de algas, quando se trata do estudo das diatomáceas quase inexistem. Com os resultados obtidos com esta pesquisa, podemos considerar um avanço, um primeiro passo para podermos realmente conhecer a diversidade ali existente.

Após o estudo das amostras coletadas em 28 pontos de bacias hidrográficas do noroeste do estado do Ceará, identificaram-se 47 táxons infra-genéricos, sendo eles distribuídos em 10 famílias e 15 gêneros. Os gêneros com maior representatividade de espécies foi *Navicula* Bory seguido por *Stauroneis* Ehrenberg.

Considerando apenas estudos publicados, todas as espécies aqui identificadas são novas citações para o estado do Ceará. Gêneros como *Stauroneis*, *Neidium*, *Plagiotropis*, *Fallacia*, *Sellaphora*, *Brachysira*, *Craticula*, *Diadsmis*, *Cosmioneis*, *Luticola*, *Seminavis*, *Hippodonta*, não foram citados em nenhum dos trabalhos realizados para o estado do Ceará, sendo estas então, citações pioneiras dos gêneros para a região. *Stauroneis sikkimensis* aqui exposto é o primeiro registro para o Brasil.

*Navicula* sp 1, *Stauroneis* sp. 1 e *Stauroneis* sp. 2, precisam de uma melhor análise em microscopia eletrônica de varredura, e em maior número de espécimes, para melhor detalhes da ornamentação e formato da frústula.

*Navicula cryptocephala* é uma espécie ser melhor analisada e separada morfológicamente e com estudos moleculares, para que tenhamos uma visão mais clara de quais táxons realmente pertencem a esta espécie.

Com a contribuição deste trabalho, fica evidente que a região do Noroeste do Ceará possui grande diversidade de diatomáceas e precisa de mais estudos taxonômicos e ecológicos. É necessário acabar com a heterogeneidade de estudos por estado e regiões geopolíticas, maiores investimentos e interesse taxonômico devem ser voltados para as regiões de menor estudos. Para que dessa forma possamos ter um real panorama da diversidade diatomologica brasileira.

## REFERÊNCIAS

- ÁLVAREZ-BLANCO, I.; BLANCO, S.; CEJUDO-FIGUEIRAS, C.; BÉCARES, E. The Duero Diatom Index (DDI) for river water quality assessment in NW Spain: design and validation. **Environ Monit**, 2013.
- AMORIM, C.; LUCAS, F. RANGEL, A. LACERDA, S. Variação Sazonal De Microalgas Perifíticas Associadas A Macrófitas Aquáticas Em Reservatório Na Região Do Cariri – Ceará. In: Educação e cooperação pela água para conservação da biodiversidade: **Anais do Congresso Nacional de Educação Ambiental e do Congresso Nordeste de Biogeografia**. 2013. P. 412-419
- AMORIM, C. A.; DIAS, A. S.; FERREIRA, R. J. Characterization of Microalgae Periphytic Community in a Reservoir Semiarid Cearense. **Caderno de Cultura e Ciência**, v. 14, n. 1, 2015.
- AMORIM, C. LUCAS F. RANGEL, A. JAQUELINE, K. GÓES M, LACERDA S Microalgas Perifíticas associadas à *Nymphoides indica* (L.) O. Kuntze em um Reservatório Do Semiárido Cearense. **Cadernos de Cultura e Ciência**, 2015.
- ANDRADE E. M.; MEIRELES A. C. M.; PALÁCIO H. A. Q. O Semiárido e o manejo dos recursos naturais. Fortaleza: edições UFC, **Imprensa Universitária**. Cap. 3, p. 71-94, 2010.
- ANDRZEJ, W.; SULLIVAN, M.; BOGACZEWICZ-ADAMCZAK, B.; BAŁ, M.; RHIEL, E.; RIBEIRO, L.; RICHARD, P. Morphology and distribution of a little known but widespread diatom (Bacillariophyceae), *Navicula spartinetensis* Sullivan et Reimer. **Diatom Research**. 2012.
- AQUINO, E. P. ; OLIVEIRA, E. C. C.; FERNANDES, U. L. & LACERDA, S. R. Fitoplâncton De Uma Lagoa De Estabilização No Nordeste Do Brasil. **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.**, v. 15, n. 1, p. 71–77, 2011.
- BAHLS, L. *Stauroneis* in the Northern Rockies: 50 species of *Stauroneis* sensu stricto from western Montana, northern Idaho, northeastern Washington and southwestern Alberta, including 16 species described as new Northwest Diatoms, **The Montana Diatom Collection**,

Helena, v.4, 2010.

BAHLS, L. Three New Species of *Navicula* (Bacillariophyta) from Oregon and Montana and a Review of Diatom Endemism in the Northwest. **Northwest Science**, 2011.

BERE, T.; TUNDISI, J. Biological monitoring of lotic ecosystems: the role of diatoms. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 3, p. 493–502, 2010

BRASSAC, N. M.; ATAB, D. R., LANDUCCI, M.; VISINONI, N. D.; LUDWIG, T. V. Diatomáceas cêntricas de rios na região de abrangência da usina hidrelétrica de Salto Caxias, PR, (Bacia do Rio Iguaçu). **Acta Botânica Brasilica**, v.13, n.3. p. 277–289, 1999.

CANTONATI, M.; LEIRA, M.; ANGELI, N.; RODRIGUEZ, C. *Naviculadicta langebertalotii* sp nov (Bacillariophyta) from streams in Galicia (N-W Spain). **Nova Hedwigia**, n. 141, p. 71–79, 2012.

CIRILO, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. **Estudos Avançados**. v. 22, n.63, 2008.

COSTA, A. R. S; AMORIM, C. A.; NASCIMENTO, K. J.; DIAS, A. S.; FERREIRA, R. J.; LACERDA, S. R. Characterization of Microalgae Periphytic Community in a Reservoir Semiarid Cearense. **Caderno de Cultura e Ciência**, v.14, n.1, p.43–54, 2015.

COX, E. J. Taxonomic studies on the diatom genus *Navicula* Bory. *Navicula grevillii* (C.A.Ag.) Heiberg and *N. comoides* (Dillwyn) H. & M. Peragallo. **Botanical Journal of the Linnean Society**, V. 76. 2, 1978.

COX, E. J.; WILLIAMS, D. M. Systematics of naviculoid diatoms (Bacillariophyta): A preliminary analysis of protoplast and frustule characters for family and order level classification. **Systematics and Biodiversity**, v. 4, n. 4, p. 385–399, 2006.

DALU, T.; FRONEMAN, P.W. Diatom-based water quality monitoring in southern Africa: challenges and future prospects. **Water SA**, v.42, n.4, p.551–559, 2016.

DANIELIDIS, D. B.; MANN, D. G. New species and new combinations in the genus *Seminavis* (Bacillariophyta). **Diatom Research**, v. 18, n. 1, p. 21-39, 2003.

DIAS, I.C.A. A florística de algas de águas continentais no Brasil e a formação de recursos humanos. In: Reunião de ficologia. Formação de Ficólogos: Um compromisso com a sustentabilidade dos recursos aquáticos: Rio de Janeiro: Museu Nacional. Org. **Sociedade Brasileira de Ficologia**, n.10, p.125–130, 2005.

FERNANDES, U. L.; LACERDA, S.R.; OLIVEIRA, E. C.C. Role of macrophyte life forms in driving periphytic microalgal assemblages in a Brazilian reservoir. **Journal of Limnology**. v. 75, n. 1 p. 44-51, 2016.

FIELD C.B.; BEHRENFELD M.J.; RANDERSON J.T.; FALKOWSKI P. Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. **Science** (Washington, D.e.) 281: 237-240, 1998.

FRENGUELLI, J. Diatomeas del Oceano Atlântico. **Anales del Museo Nacional de Historia Natural**, v. 34, p. 365-476, 1928.

FRENGUELLI, J. Diatomeas de la Region de los Esteros dei Ybera. An. Mus. Nac. Hist. Nat. Buenos Aires, v.36, 1933.

FRENGUELLI, J. Diatomeas dei Rio de la Plata. Rev. Mus.la Plata, Bot. v.3, p.213– 334, 1941.

FRENGUELLI, J. El Platense y sus diatomeas, Las diatomeas del Platense. Revista del Museo de La Plata (Nueva Serie), **Sección Paleontologia**, v.3, p.77–221, 1945

GENKAL, S.I. Species of the genus *Hippodonta* (Bacillariophyta) in Russia: morphology, taxonomy, and distribution. **International Journal on Algae**, v. 21, n.3, p. 199-216, 2019.

GERMAIN, H. Flore des Diatomées (Diatomophycées) de eaux douces et saumâtres du Massif Armoricaín et des countres voisines d'Europe Occidental. Collection “Faune et Flores Actuelles”, **Société Nouvelle des Éditions Boubée**, Paris: Boubée, 1981. P. 444

GRAHAM, L. E. & WILCOX, L. W. **Algae**. Prentice-Hall, London, UK, 2000.

GUERREIRO, M. J. S.; MAIA DE ANDRADE, E.; ABREU, I.; LAJINHA, T. Long-term variation of precipitation indices in Ceará State, Northeast Brazil. **International Journal of Climatology**, v.33, n.14, p. 2929–2939, 2013.

GUIRY, M.D. & GUIRY, G.M. 2020. **AlgaeBase**. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 21 August 2020.

GRIENEISEN, M.; ZHAN, Y.; POTTER, D.; ZHANG, M.; Biodiversity, Taxonomic Infrastructure, International Collaboration, and New Species Discovery. **BioScience**. V. 64. 2014.

HOFMANN, G.; WERUM, M.; LANGE-BERTALOT, H. **Diatomeen In Süßwasser- Benthos von Mitteleuropa**. Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. p. 1-908, 133 pls. 2013.

HUSTEDT, F. Die kieselalgen. In RABENHORST, L. **Kryptogamen-Flora**. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft, v. 7, parte 1, 2, 3, 920 p, 845 p, 816 p. 1927-1966.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ - IPECE. Características geográficas, recursos naturais e Meio Ambiente. p. 30. In: Ceará em números, caracterização territorial. p. 21-43, 2008. Disponível em: <[http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/ceara\\_em\\_numeros/2008/territorial/](http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/ceara_em_numeros/2008/territorial/)> Acesso em: 12 nov. 2019.

JOH, G. Diatom flora of genus *Stauroneis* (Bacillariophyta) from mainly the mountain peatlands of Korea Gyeongje. **J. Ecol. Environ.** v. 37. N. 4: 257-270, 2014.

JULIUS, M.L; THERIOT, E.C. The diatoms: a primer. In **The Diatoms**: applications for the environmental and earth sciences (J.P. Smol & E. F. Stoermer, eds.), 2<sup>a</sup> ed., Cambridge University Press, p. 8– 22. 2010.

KLEIN, V. L. M.; FONSECA, G. F. Estudo sobre a composição do plancton no estuário do rio

jaguaraibe. **Arquivos de Ciências do Mar**. Fortaleza, v. 16, n. 1, p. 1-8. 1976.

KLEIN, V. L. M. Sobre a composição e abundância relativa do plâncton, na plataforma continental do Estado do Ceará. **Arquivos de Ciências do Mar**. Fortaleza, v. 17, n.1, p. 21-27, 1977.

KLEIN, V. L. M.; MOREIRA, I.C.P. Algumas observações sobre o plâncton da região costeira de Paracuru (Ceará-Brasil). **Arquivos de Ciências do Mar**. Fortaleza, v.17, n.2, p.127-135, 1977.

KLEIN, V.L.M.; FRANÇA, M.A.M; Estudo Sobre A Produtividade Primária De Uma Estação Fundeada No Estuário Do Rio Curo (Ceará-Brasil), No Período De Setembro De 1977 A Maio De 1978. **Bolm Inst. oceanogr.**, São Paulo, v. 29, n.2, p.209-215, 1980.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. Naviculaceae Neue und wenig bekannte Taxa, ne Kombinationen and Synonyme sowie Bemerkungen zu einigen Gattungen. **Bibliotheca Diatomologica** v. 9; p. 5-230, 1985.

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

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. Bacillariophyceae: Achnantheaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. In: ETTL, H.; GÄRTNER, G; GERLOFF, J.; HEYNIG, H.; MOLLENHAUER, D. **Süßwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart & Jena: G. Fischer, v. 2, parte 4, 1991.

LANGE-BERTALOT, H.; KÜLBS, K.; LAUSER, T.; NÖRPEL-SCHEMPP, M.; WILLMANN, M. Dokumentation und Revision der von Georg Krasske beschriebenen Diatomeen-Taxa. In: Lange-Bertalot, H. (ed.), *Iconographia Diatomologica*. Annotated Diatom Micrographs. Taxonomy. **Koeltz Scientific Books**. Königstein, Germany, v.3, p.358, 1991.

LANGE-BERTALOT, H. 85 neue taxa und über 100 weitere neu definierte taxa ergänzend zur süßwasserflora von Mitteleuropa, v. 2, n. 1-4. **Bibliotheca Diatomologica**, v. 27, p. 1-

164,1993.

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., CAVACINI, P., TAGLIAVENTI, N.; ALFINITO, S. Diatoms of Sardinia. **Iconographia Diatomologica**, v. 12, p.1–438, 2004

LANGE-BERTALOT, H.; HOFMANN, G.; WERUM, M.; CANTONATI, M. Freshwater Benthic Diatoms of Central Europe: Over 800 Common Species Used in Ecological Assessment. English edition with updated taxonomy and added species. **Koeltz Botanical Books**, Schmitten-Oberreifenberg, p. 942, 2017.

LANGE-BERTALOT, H.; METZELTIN, D.; WITKOWSKI, A. *Hippodonta* gen. nov. - Umschreibung und begründung einer Gattung der Naviculaceae. **Iconographia Diatomologica**, v. 4, p. 247-275, 1996.

LANGE-BERTALOT, H.; MOSER, G. *Brachysira*, Monographie der Gattung. **Bibliotheca Diatomologica**, v. 29, p. 1-212, 1994.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; BARROS, M. L. B. **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, p. 822, 2003.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M. The Caatinga: Understanding the Challenges. In: J. M. C. da Silva; I. R. Leal; M. Tabarelli (Orgs.); *Caatinga, The Largest Tropical Dry Forest Region in South America*. **Springer International Publishing**. p.475, 2017.

LOBO, E.A.; SCHUCH, M.; HEINRICH, C.G.; COSTA, A.B.; DÜPONT, A.; WETZEL C.E.; ECTOR, L. Development of the trophic water quality index (TWQI) for subtropical temperate Brazilian lotic systems. **Environ Monit Assess**, v.187, p. 1–13, 2015.

LOBO, E.A.; WETZEL, C.E.; ECTOR, L.; KATOH, K.; BLANCO, S.; MAYAMA, S. Response of epilithic diatom communities to environmental gradients in subtropical temperate Brazilian rivers. **Limnetica** v.29, n.1, p.10–20, 2010.

LEVKOV, Z.; METZELTIN, D.; PAVLOV, A. *Luticola* and *Luticolopsis*. **Diatoms of Europe**. v. 7, p. 1-697, 2013.

LEVKOV, Z., TOFILOVSKA, S. & MITIC-KOPANJA, D. Species of the diatom genus *Craticula* Grunow (Bacillariophyceae) from Macedonia. **Contributions, Section of Natural, Mathematical and Biotechnical Sciences**, MASA v. 37. n.2. 129-165, 2016.

LOURENÇO, S. O. **Cultivo de Microalgas Marinhas**: Princípios e Aplicações. Brasil: RiMa, 2006.

LUCAS, F. H. R.; RANGEL, A. J.; AMORIM C. A.; COSTA A. R. S.; CAVALCANTE F. C.; LACERDA, S. R. Variação Temporal Da Comunidade Fitoplanctônica No Reservatório Rosário/CE. **Caderno de Cultura e Ciência**. v. 15, n. 2, p. 35-43, 2015.

MACIEL, M.G.R.; CAVALCANTE, K.P.; LUDWIG, T.A.V. Unraveling diatoms from the Caatinga: centric diatoms (Coscinodiscophyceae and Mediophyceae) in northwestern Ceará, Brazil. **Rodriguesia**, 2022. no prelo.

MANN, D.G. The diatom genus *Sellaphora*: Separation from *Navicula*. **British Phycological Journal**, 24:1, 1-20, 1989.

MANN, D.G. The species concept in diatoms. **Phycologia**, vol. 38, no. 3, p. 437-495, 1999.

MANN, D. G.; MCDONALD, S. M.; BAYER, M. M.; DROOP, S. J. M.; CHEPURNOV, V. A.; LOKE, R. E.; CIOBANU, A.; DU BUF, J. M. H. The *Sellaphora pupula* species complex (Bacillariophyceae): morphometric analysis, ultrastructure and mating data provide evidence for five new species. **Phycologia**, v. 43, n. 4, p. 459-482, 2004.

MANN, D. G.; VANORMELINGEN, P. An Inordinate Fondness? The Number, Distributions, and Origins of Diatom Species. **Journal of Eukaryotic Microbiology**, Belgium. v 60, p. 414–420, 2013.

MEDLIN, L. K. Evolution of the diatoms: major steps in their evolution and a review of

the supporting molecular and morphological evidence. **Phycologia**, v. 55, n. 1, p. 79–103, 2016.

MEDLIN, L.; KACZMARSKA, I. (2004). Evolution of the diatoms: V. Morphological and cytological support for the major clades and a taxonomic revision. **Phycologia**. v. 43, n.3. p. 245-270, 2004.

MENEZES, M.; BICUDO, C. E. M.; MOURA, C. W. N. Update of the Brazilian floristic list of algae and cyanobacteria. **Rodriguesia**, v. 66, n. 4, p. 1047–1062, 2015.

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H. Tropical diatoms of South America I: About 700 predominantly rarely known or new taxa representative of the neotropical flora. In: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.): **Iconographia Diatomologica**, v.5. p. 1-695, 1998.

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H. Diatoms from the Island Continent Madagascar. In: Bertalot, H. (Ed.): **Iconographia Diatomologica**, v. 11, p.1-286, 2002

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H. Tropical diatoms of South America II. Special remarks on biogeographic disjunction. In Lange-Bertalot, H. (ed.): **Iconographia Diatomologica**, v. 18, p. 877, 2007.

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H.; GARCÍA-RODRÍGUEZ, F. Diatoms of Uruguay. Compared with other taxa from South America and elsewhere. In: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). **Iconographia Diatomologica**, v. 15, p. 1-736, 2005.

MOLISANI, M.M.; BARROSO, H. S.; BECKER, H.; MOREIRA, M. O. P.; HIJO, C. A. G.; MONTE, T. M.; VASCONCELLOS, G. H. Trophic state, phytoplankton assemblages and limnological diagnosis of the Castanhão Reservoir, CE, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**. v. 22, n. 1, p. 1-12, 2010.

MORA, D.; ABARCA, N.; PROFT, S.; GRAU, J.; ENKE, N.; CARMONA, J.; SKIBBE, O.; JAHN, R.; ZIMMERMANN, J. Morphology and metabarcoding: a test with stream diatoms from Mexico highlights the complementarity of identification methods. **Freshwater Science**. v. 38, p. 448–464. 2019.

MOSER, G.; LANGE-BERTALOT, H.; METZELTIN, D. Insel der Endemiten Geobotanisches Phänomen Neukaledonien (Island of endemics New Caledonia a geobotanical phenomenon).

**Bibliotheca Diatomologica**, v. 38: p. 1-464, 1998

NELSON, D. M.; TRRGUER, P.; BRZEZINSKI, M. A. Production and dissolution of biogenic silica in the ocean : Revised global estimates , comparison with regional data and relationship to biogenic sedimentation. **Global biogeochemical cycle**. v. 9, n. 3, p. 359–372, 1995.

Pavlov, A.; Levkov, Z.; Williams, D.; Edlund, M.; Observations on *Hippodonta* (Bacillariophyceae) in selected ancient lakes. **Phytotaxa**, 2013.

PATRICK R. Diatoms of Northeastern Brazil. Part I: Coscinodiscaceae, Fragilariaceae and Eunotiaceae. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, v. 92, p. 191–226, 1940.

PATRICK R. Some New Diatoms from Brazil. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, **Notulae Naturae**. n. 59, 1940.

PATRICK, R.; REIMER, C. W. **The Diatoms of United States**: exclusive of Alaska and Hawaii. Philadelphia: Academy of Natural Sciences, v. 1, n. 13, 1966.

PATRICK, R.; REIMER, C. W. **The Diatoms of United States**: exclusive of Alaska and Hawaii. Philadelphia: Academy of Natural Sciences, v. 2, n. 13, 1975.

PEREIRA JUNIOR, J. S. **Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados**: nova delimitação do semi-árido brasileiro. Disponível em: < <http://bd.camara.leg.br/bd/handle/bdcamara/1604>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

POTAPOVA, M.; CHARLES, D. Distribution of Benthic Diatoms in U.S. Rivers in Relation to Conductivity and Ionic Composition. **Freshwater Biology**. 2003.

POULÍČKOVÁ, A.; NEUSTUPA, J.; HASLER, P.; TOMANEC, O.; COX, E. A new species, *Navicula lothargeitleri* sp. nov., within the *Navicula cryptocephala* complex (Bacillariophyceae). **Phytotaxa**. V. 273. 23, 2016.

RAMOS, G.J.P.; SANTOS, M.A.; MOURA, C.W.N.; How hidden is the diversity of the genus *Cosmarium* (Desmidiaceae) in the Brazilian Caatinga. **Acta Botanica Brasilica**. 1:1-27, 2020.

REFLORA BACILLARIOPHYCEAE in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB97964>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

REICHARDT, E. Die Diatomeen (Bacillariophyceae). In: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.) Ehrenbergs Material von Cayenne, Guyana Gallica (1843). **Iconographia Diatomologica**, v.1, 1995.

RIMET, F.; Recent Views on River Pollution and Diatoms. **Hydrobiologia**.v. 683, 2011.

RIOUAL, P.; QIANG, G.; YUMEI, P.; CHU, G.; *Stauroneis lacusvulcani* sp. nov. (Bacillariophyceae), a new diatom from volcanic lakes in northeastern China. **Phytotaxa**,. 148 (1): 47-56, 2013.

ROCHA, A.C.R. & BICUDO, C.E. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas, 25: Bacillariophyceae (Naviculales: Pinnulariaceae). **Hoehnea**. v.35: p. 597-618, 2008.

RODRIGUES, L. Diatomoflora Do Rio Tubarão, Estado De Santa Catarina, Brasil: II - Naviculaceae Klitz1ng. **Insula**.v. 2, 1992.

ROSA, R. S.; MENEZES, N. A.; BRITSKI, H. A.; COSTA, J. E. M.; GROTH, F. Diversidade, Padrões de Distribuição e Conservação Dos Peixes Da Caatinga 135-181. In LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; BARROS, M. L. B. **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, p. 822, 2003.

ROUND, F.E.; MANN, D.G.; The Diatom Genus *Brachysira* I. Typification and Separation from *Anomoeoneis*. Arch. **Protistenk** 124: 221-231, 1981.

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

RUMRICH, U.; LANGE-BERTALOT, H.; RUMRICH, M. Diatoms of the Andes. From Venezuela to Patagonia/Tierra del Fuego and two additional contributions. In Lange- Bertalot, H. (ed.), **Iconographia Diatomologica**. Annotated Diatom Micrograambientes.

RUWER, D.; FRANÇA, A.; FELISBERTO, S. *Navicula* (Naviculaceae) no perifíton de riachos e novas ocorrências para o estado de Goiás (*Navicula* (Naviculaceae) in the periphyton of streams and new occurrences for Goiás state). **Rodriguesia**. V. 71, 2021.

SABER, A.; CANTONATI, M.H.; BLANCO, S.; EL-GAMAL, A.; EL BELELY, E.; EL-REFAEY. *Seminavis aegyptiaca* sp. nov., a new amphoroid diatom species from estuary epilithon of the River–Nile Damietta Branch, Egypt. **Fottea**, Olomouc, 20(1): 49–57, 2020.

SANTOS, A.R.R.; SANTOS C. A.; SANTOS, A. R. R. As Relações De Poder No Semiárido Nordeste. **Ambivalências**. v 2, n.4 p. 151 – 164, 2014.

SANTOS, M.; PEREIRA, M. J.; LUÍS, A. T.; GONÇALVES F. J.M.; VIDAL T. Comunidade de diatomáceas como bioindicador da qualidade da água: uma atividade prática. **Captar**. v. 7, p. 69-78, 2018.

SCHNECK, F.; TORGAN, L. C.; SCHWARZBOLD, A. Diatomáceas epilíticas em riacho de altitude no sul do Brasil. **Rodriguésia**, v. 59, n. 2, p. 325–338, 2008.

SEGURA-GARCÍA, V.; ISRADE-ALCÁNTARA, I.; MAIDANA, N. I. The genus *navicula* sensu stricto in the upper lerma basin, MÉxico. I. **Diatom Research**, v. 25, n. 2, p. 367–383, 2010.

SILVA, R.A.; SANTOS, A. M. M.; TABARELLI M. Riqueza E Diversidade DePlantas

Lenhosas Em Cinco Unidades De Paisagem Da Caatinga. 337-366. In LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; BARROS, M. L. B. **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, p. 822, 2003.

SILVA, A.C.; SOUZA, A.F. Aridity drives plant biogeographical sub regions in the Caatinga, the largest tropical dry forest and woodland block in South America. **Plos One**.13: 1-22, 2018.

SIMONSEN, R. The diatom plankton of the Indian Ocean Expedition of RZV “Meteor”, 1964-65 “**Meteor**” **Forschungsergebnisse**, Reihe D-Biologie, n. 19, p. 1-66, 1974.

SILVA-LEHMKUHL, A.; LEHMKUHL, E.; OLIVEIRA, S. A.; MORAIS, K.; BICUDO, D.; BICUDO, C. Artigo especial do PEFI Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil. Algae 45: Bacillariophyceae (Naviculales: *Brachysira*). **Hoehnea**. 47, 2020.

SIVER, P. A.; HAMILTON, P. B. Diatoms of North America: The Freshwater Flora of Waterbodies on the Atlantic Coastal Plain. In: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). **Iconographia Diatomologica**, v. 22, p. 1–923, 2011.

SCHMID, A.M.M. Influence of environmental factors on the development of the valve in diatoms. **Protoplasma**. 99: 99–115, 1979.

SCHMITZ, R.; MAGRO, C. D.; COLLA, L. M. Aplicações ambientais de microalgas. **Ciatec – UPF**, vol.4 (1), p.p.48-60, 2012.

STERRENBURG, F. A. S. “Studies on the Genera *Gyrosigma* and *Pleurosigma* (Bacillariophyceae).” Philadelphia: **Academy of Natural Sciences**. v. 145, p. 217-236, 1994.

TAYLOR, J.C.; COCQUYT, C. **Abc Taxa: Diatoms from the congo and Zambezi Basins- Methodologies and identification of the genera**. Ed. 16. Meise, Belgium: The Belgian Development Cooperation, 2016.

THERIOT, E.; ASHWORTH, M.; RUCK, E.; NAKOV, T.; JANSEN, R.; A preliminary

multigene phylogeny of the diatoms (Bacillariophyta): challenges for future research. **Plant Ecology and Evolution FastTrack**. V. 143, 2010.

TREMARIN, P.; TIBIRIÇÁ, C. E.; CASTRO, E.; WOJCIECHOWSKI, J.; FILHO, H.; LUDWIG, T. First record of *Capartogramma paradisiaca* Novelo, Tavera & Ibarra (Diatomeae) in South America. **Brazilian Journal of Botany**. 38. 1-5, 2015.

TORGAN, L.; SANTOS, C. B. *Diadesmis confervacea* (Diadesmiaceae-Bacillariophyta): morfologia externa, distribuição e aspectos ecológicos. **Iheringia Serie Botanica**. V.63, 2008.

VALENTE-MOREIRA, I. M.; MOREIRA FILHO, H. Diatomáceas de Pontal do Sul, Município de Paranaguá, Estado do Paraná, Brasil. (Chrysophyta, bacillariophyceae). **Phycologia Latino- Americana**, v. n. 1, p. 156-85, 1981.

VAN DE VIJVER, B., BEYENS, L. E LANGE-BERTALOT, H. The genus *Stauroneis* in the arctic and antarctic regions. **Bibliotheca Diatomologica** 50, p. 312, 2004.

VAN DE VIJVER, B.; COCQUYT, C. Four new diatom species from la calera hot spring in the peruvian andes (colca canyon). **Diatom Research**, 2009.

VIEIRA, R. DE. S.; LACERDA, S. R.; OLIVEIRA, E. C. C. DE; NASCIMENTO, K. J. DO; DIAS, A. S. Biodiversidade De Microalgas Perifíticas Do Rio Da Batateira (Sítio Fundão - Crato-Ce). **Cadernos de Cultura e Ciência**, v. 12, n. 1, p. 7–15, 2013.

VOUILLOUD, A.A.; SALA, S.E.; NÚÑEZ-AVELLANEDA, M. MONTOYA-MORENO I.; DUQUE, S.R.; *Brachysira* (Naviculales, Bacillariophyceae) in lowland waters from Colombia, **Diatom Research**, 29:2, 147-163, 2014.

WADMARE, N.; ROY, S.; KOCIOLEK, J.P.; KARTHICK. B. Two new aerophilic species of *Stauroneis* Ehrenberg (Bacillariophyta) from the Eastern Himalayas, **Botany Letters**, 2019.

WERUM, M. & LANGE-BERTALOT, H. Diatoms in springs from Central Europe and

elsewhere under the influence of hydrogeology and anthropogenic impacts. In **Iconographia Diatomologica**. 13 (H. Lange-Bertalot, ed.), p.1–480, 2004.

WETZEL, C. E.; ECTOR, L.; VAN DE VIJVER, B.; COMPÈRE, P.; MANN, D. G. Morphology, typification and critical analysis of some ecologically important small naviculoid species (Bacillariophyta) **Fottea**, v.15, n. 2, p. 203-234, 2015.

WETZEL, C.E., SAR, E.A., SUNESEN, I., VAN DE VIJVER, B. & ECTOR, L. New combinations and typification of Neotropical *Cosmioneis* species (Cosmioneidaceae). **Diatom Research**. v. 32 n.2: 229-240, 2017.

ZANELLA, M.E.Considerações Sobre O Clima E Os Recursos Hídricos Do Semiárido Nordestino. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n.36, Volume Especial, p. 126-142, 2014

## APÊNDICE 1

Artigo I – Submetido à para a revista Rodriguesia

***Craticula*, *Stauroneis*, and *Brachysira* (Bacillariophyceae): symmetric biraphid diatom in freshwaters from northeastern Ceará.**

***Craticula*, *Stauroneis*, and *Brachysira* (Bacillariophyceae): symmetric biraphid diatom in freshwaters from northeastern Ceará.**  
***Craticula*, *Stauroneis* e *Brachysira* (Bacillariophyceae): diatomáceas birrafídeas simétricas em águas continentais do noroeste cearense.**

Lorrane Rocha da Silva<sup>1,3\*</sup>, Kaoli Pereira Cavalcante<sup>2,4</sup>, Thelma Alvim Veiga Ludwig<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, Centro Politécnico, Curitiba, Paraná, Brasil.*

<sup>2</sup>*Universidade Estadual Vale do Acaraú, Centro de Ciências Agrárias e Biológicas, Campus Betânia, Sobral, Ceará, Brasil, Sobral, Ceará, Brasil.*

\*Corresponding author: Lorrane Rocha da Silva, e-mail:

[lorraner.s@gmail.com](mailto:lorraner.s@gmail.com)

**running title: *Craticula*, *Stauroneis*, and *Brachysira* in northeastern Ceará**

<sup>3</sup>Lorrane Rocha da Silva <https://orcid.org/0000-0001-6183-5616>

<sup>4</sup>Kaoli Pereira Cavalcante <https://orcid.org/0000-0001-7843-4114>

<sup>5</sup>Thelma Alvim Veiga Ludwig <https://orcid.org/0000-0003-0576-3499>

Author contributions.

Lorrane Silva – contributed to the images collection, manuscript preparation;

Kaoli Cavalcante – contributed to the data collections, text review

Thelma Ludwig – Contribution to SEM images collection, text review.

Lorrane Silva, Kaoli Cavalcante, and Thelma Ludwig – contributed to data analysis and interpretation; taxonomy and nomenclature review; critical revision and manuscript preparation, all adding intellectual content.

Conflicts of interest. The authors declare that they have no conflict of interest related to the publication of this manuscript.

## **Abstract**

Diatoms are the main primary producers in most continental aquatic environments and play an important role in the biogeochemical cycle of carbon-silicon. Their crescent use as bioindicators of water quality due to their rapid and efficient responses to environmental changes in the aquatic

environment. The semiarid climate that predominates in the state of Ceará is characterized by high annual temperatures, high rates of evaporation, and rainfall irregular and scarce. Taxonomic studies of diatoms are centered mostly in the south and southern regions of Brazil, therefore freshwater microalgae biodiversity in the semiarid is practically unknown. This study brings a taxonomic survey of *Craticula*, *Stauroneis*, and *Brachysira* (Bacillariophyceae, Naviculales) in the northwest of the State of Ceará. The analysis was based on 18 planktonic and periphytic samples, covering all hydrographic basins in the region. Fourteen taxa were identified, described and illustrated by light and scanning electron microscopy. *Stauroneis* was represented by six species, of which *Stauroneis sikkimensis* and *S. akamina* are new records for Brazil. Four *Craticula* and three *Brachysira* species were identified. All taxa are new citations for Ceará.

**Key words:** Bacillariophyta, Naviculales, semiarid, Taxonomy

## Resumo

As diatomáceas são os principais produtores primários na maioria dos ambientes aquáticos continentais e desempenham um papel importante no ciclo biogeoquímico do carbono-silício. Seu uso crescente como bioindicadores da qualidade da água deve-se às suas respostas rápidas e eficientes às mudanças ambientais no meio aquático. O clima semiárido que predomina no estado do Ceará é caracterizado por altas temperaturas anuais, altas taxas de evaporação e chuvas irregulares e escassas. Os estudos taxonômicos de diatomáceas estão centrados principalmente nas regiões sul e sudeste do Brasil, portanto a biodiversidade de microalgas de água doce no semiárido é praticamente desconhecida. Este estudo traz um levantamento taxonômico de *Craticula*, *Stauroneis* e *Brachysira* (Bacillariophyceae, Naviculares) nas bacias hidrográficas da região noroeste do Estado do Ceará. A análise foi baseada em 18 amostras planctônicas e perifíticas. Quatorze táxons foram identificados, descritos e ilustrados por microscópio de luz e eletrônico de

varredura. *Stauroneis* foi representado por seis espécies, das quais *Stauroneis sikkimensis* e *S. akamina* são novos registros para o Brasil. Quatro espécies de *Craticula* e três de *Brachysira* foram identificadas. Todos os táxons são novas citações para o Ceará.

**Palavras-chave:** Bacillariophyta, Naviculales, semiárido, Taxonomia.

## Introduction

Diatoms are the main primary producers in most continental aquatic environments (Taylor & Cocquyt, 2016). They play an important role in the biogeochemical cycle of many elements, but especially in the carbon-silicon cycle (Mann 1999). Furthermore, they are often used as bioindicators of water quality due to their rapid responses to environmental changes in the aquatic environment (Potapova & Charles 2003; Taylor & Cocquyt, 2016).

Most of the territory of the State of Ceará is located in the semiarid region of Brazil. The climate is characterized by scarce and irregular rainfall and high rate of water evaporation resulting in freshwater bodies with seasonal intermittent hydric regimes (Rosa *et al.* 2003).

Approximately 1,329 species of diatoms have been cited in different regions of Brazil and the South and Southeast regions have the largest number of records (Flora do Brasil 2021). Among the northeastern states, Ceará remains one of the less studied, with only three diatom records in the Flora do Brasil platform (2021). The taxonomic study of diatoms in Ceará began with the work of Patrick (1940), addressing the Coscinodiscaceae, Fragilariaceae, and Eunotiaceae. Some recent works of ecological nature were carried out in lotic environments, but diatoms are identified at the class level. (Amorim 2013; Lucas *et al.* 2015; Costa *et al.* 2015; Vieira *et al.* 2013; Fernandes *et al.* 2016).

*Naviculales* comprises about 5.700 species divided into 18 diatom families and includes the Stauroneidaceae (*Stauroneis*, *Craticula*) and Brachysiraceae (*Brachysira*). *Stauroneis* is exclusively from freshwater, usually benthic, and may occur in wet soil and mosses (Bahls, 2010). This species-rich genus, with more than 1,000 listed names (Kociolek *et al.* 2021) is characterized by having a stauros in the middle region which extends transversally to the margins, and usually by the presence of an apical pseudosepta (Bahls 2010; Taylor & Cocquyt, 2016). Freshwater floristic studies in Brazil portray about 40 taxa (Torgan *et al.* 1999; Tremarin *et al.* 2009; Da Silva *et al.*

2011; Eskinazi-Leça *et al.* 2021). Tusset *et al.* (2018) proposed two new species from a Brazilian karstic region. *Craticula* occurs in fresh and brackish waters, with approximately 60 names listed (Kociolek *et al.* 2021), only 12 taxa are registered in floristic freshwater studies in Brazil (Tremarin *et al.* 2009; Da Silva *et al.* 2011). *Brachysira* belongs to the Brachysiraceae family and is found in continental and marine waters. They have transapically elongated areolae that are arranged in hyaline lines (Round & Mann, 1981; Taylor & Cocquyt, 2016). There are approximately 130 mundial records for the species (Kociolek *et al.* 2021) and 23 freshwater registers in Brazil (Tremarin *et al.* 2009; Silva-Lehmkuhl *et al.* 2010; Da Silva *et al.* 2011; Faustino *et al.* 2016). A recent study on *Brachysira* resulted on four new species reported to southeast brazilian freshwater (Silva-Lehmkuhl *et al.* 2020).

The present study aims to carry out a taxonomic survey of *Brachysira*, *Craticula*, and *Stauroneis* species in freshwaters from the Northwest of Ceará, thus contributing to the knowledge of Brazilian diatom flora.

## Material and Methods

The study area is included in the northwest region of Ceará, which comprises approximately 34,560 km<sup>2</sup> (Figure 1) and 48 municipalities. It covers four hydrographic basins: Parnaíba, Coreaú, Litoral and Acaraú (IPECE, 2008). (Figure 1). The climate is semiarid, which is characterized by irregular rainfall, where evaporation exceeds precipitation for most of the year (Santos *et al.* 2014), resulting in a dense network of temporary rivers, whose water depth drains during the rainy season, drying out completely or partially in subsequent months (Cirilo 2008; Zanella 2014).

Samplings were carried out in January 2016, November and December 2018, and May 2019. Among the 28 samples analyzed, only 18 contained the species of *Craticula*, *Stauroneis*, and *Brachysira* (Table 1).

Planktonic samples were collected using a 20 µm mesh plankton net. Periphytic samples were obtained by squeezing and scraping the submerged roots and stems of macrophytes. Epilithic samples were collected by scraping rocks with the aid of small brushes and stylets. All samples were preserved and fixed with 4% v/v aqueous formalin solution. The analyzed samples were deposited at the Herbarium of the Department of Botany (UPCB) of the Federal University of Paraná (UFPR) and at the Francisco José de Abreu Matos Herbarium (HUVA) as shown in table 1.

In the laboratory, the samples were oxidized according to Simonsen (1974), modified by Moreira-filho & Valente-Moreira (1981), using potassium permanganate and hydrochloric acid to remove cell contents and residues. The permanent slides were mounted with Naphrax® embedding resin and analyzed with an Olympus BX 40 light microscope (LM) with a DP 071 image capture camera attached.

Oxidized samples were deposited on aluminum supports and metalized in the BAL-TEC SCD 050 equipment for visualization in a scanning electron microscope (SEM) JEOL-JSM 6360LV and TESCAN VEGA 3LMU, with support from the Electron Microscopy Center of the UFPR.

Identification was performed through morphological and metric analysis of populations. Specialized literature was used for identification (Patrick & Reimer 1975; Lange-Bertalot, 2001; Krammer & Lange-Bertalot 1986,1991; Frenguelli 1928; Rumrich Lange-Bertalot & Rumrich 2000; Witkowski, Lange-Bertalot & Metzeltin 2000; Siver & Hamilton 2011). The terminology for the descriptions was based on Round *et al.* (1990), Barber & Haworth (1981), and Taylor & Cocquyt (2016).

## Results and Discussion

A total of fifteen taxa were described and illustrated. The fifteen citations are unpublished for the state of Ceará, *Stauroneis sikkimensis* and *S. akamina* being new citations for Brazil.

***Craticula*** Grunow

***Craticula ambigua*** (Ehrenberg) DGMann in Round, Crawford & Mann, *Diatoms*, p. 666; 1990

**Basionym:** *Navicula ambigua* Ehrenberg, *Abh. Akad. Wiss. Berl.*, p. 417, pl. 2/2, fig. 9. 1843.

Figure 2 a-h

Valves elliptic-lanceolate with abruptly long protracted subcapitate apices (Figs. 2a-f). Length 64-81  $\mu\text{m}$ , breadth 14-19 $\mu\text{m}$ . Axial area linear, narrow, and central area absent or longitudinally elliptic, slightly wider than axial area. Raphe filiform, straight, with drop-like expanded proximal endings, unilaterally deflected (Fig. 2b). Striae slightly parallel to radiate (Fig. 2a, 2d), 16-18 in 10  $\mu\text{m}$ . Areolae indistinct in LM. Heribaudii stage was observed, ornate with transversal spaced bars (Fig. 2c) in valve face.

MEV: raphe located on elevated sternum (Figs. 2f-h). Proximal raphe endings drop-like expanded and unilaterally deflected (Fig. 2h), distal raphe endings hooked, long, extending to the mantle (Fig. 2g). Striae uniseriate, composed of small rounded to longitudinally elongated areolae, 30 in 10  $\mu\text{m}$ , separated by delicate longitudinal ribs (Figs. 2f, 2g). Areolae transapically elongated to rounded in valve center, where longitudinal ribs are interrupted (Fig. 2h).

**Examined material:** BRAZIL. CEARÁ: Sobral, Rio Acaraú (UPCB 78403, 78407, HUVA 24527, 24531). Sobral, Pedra da Andorinha (UPCB 78402, HUVA 24526). Massapê, Rio Acaraú (UPCB 78406, HUVA 24530). The species occurred in epiphytic and phytoplanktonic samples.

*C. ambigua* has different morphological forms of the cell, which can be caused by both high salinity and dry periods in the environment (Mann & Stickle 1991). The internal valves are formed by coarser structures, much more spaced inter-striae, being labeled the craticulae or heribaudii form. (Schmid 1979; Lange-Bertalot 2001). In this study, the craticulae shape was found (Fig. 2c).

***Craticula cuspidata*** (Kutzing) D.G.Mann, DGMann in Round, Crawford & Mann, *Diatoms*, p.

666. 1990

**Basionym:** *Frustulia cuspidata* Kützinger, Linnaea, v. 8, p. 549, pl. 14, fig. 26. 1833.

Figure 3 a-d

Valves broadly lanceolate, with apices protracted, subcapitate to almost acutely rounded. (Figs. 3a). Length 93-115 µm, breadth 19-25 µm. Axial area linear, narrow Axial area narrow, linear, and central area small. Raphe filiform, straight, with drop-like expanded proximal endings. Striae slightly parallel to radiate (Fig. 3a), 15-18 in 10 µm. Areolae indistinct in LM.

MEV: raphe located on elevated sternum (Figs. 3b). Proximal raphe endings simple (Fig. 3d), distal raphe endings hooked, long, extending to the mantle (Fig. 3c). Striae uniseriate, composed of small rounded areolae, 40 in 10 µm, separated by delicate longitudinal ribs (Fig. 3b).

**Examined material:** BRAZIL. CEARÁ: Sobral, Pedra da Andorinha (UPCB 78402, HUVA 24526). The species occurred in epiphytic samples.

*Craticula perrotettii* Grunow, Algae. Bot. Theil., p. 20, pl. 1: fig. 1. 1868.

Figure 3 e-h

Valves broadly lanceolate with shortly protracted, acutely-rounded apices (Fig. 3h). Length 156-188µm, breadth 33-35µm. Axial area linear, moderately wider near the lanceolate central area. Raphe filiform, straight, with drop-like expanded proximal endings, unilaterally deflected. Striae parallel (Fig. 3 e-h) 13-15 in 10 µm, composed by conspicuous areolae, 11 in 10 µm, separated by distinct longitudinal lines.

**Examined material:** BRAZIL. CEARÁ: Viçosa do Ceará, River Guatiguaba (UPCB 78413, HUVA 24537). Ubajara, Sítio São Luís (UPCB 78414, HUVA 24538). The species occurred in epiphytic samples.

*C. perrotettii* is characterized by the presence of coarse longitudinal lines, separating the areolae that are easily visible in LM (Fig. 3) (Lange-Bertalot 2001; Levkov *et al.* 2016). According to Levkov *et al.* (2016), *Craticula cuspidata* has a similar valve shape and longitudinal lines

separating the areolae, but the valves have smaller dimensions (Length 82-122  $\mu\text{m}$ , breadth 21-27 $\mu\text{m}$ ).

***Craticula riparia*** (Hustedt) Lange-Bertalot, Biblioth. Diatomol., v. 27, pt. 2, p. 14, pl. 70, fig. 1-8, pl. 71, fig. 1-5, 1993.

Basionym: *Navicula riparia* Hustedt, Int. Rev. Hydrobiol., v. 42, p. 52, fig. 77-78, 1942.

Figure 4 a-c

Valves lanceolate with rostrate to subcapitate apices (Figs. 4b). Length 38-40  $\mu\text{m}$ , breadth 9- 10  $\mu\text{m}$ . Axial area linear, narrow, and central area small. Raphe filiform, straight, with drop-like proximal endings. Striae parallel, 20-24 in 10  $\mu\text{m}$  (Figs. 4a-c). Areolae indistinct in LM.

**Examined material:** CEARÁ, BRAZIL: Catunda, Macacos River (UPCB 78411, HUVA 24535).

The species occurred in epiphytic samples.

***Craticula subminuscula*** (Manguin) Wetzel & Ector in Wetzel *et al.*, Fottea, v. 15, n. 2, p. 229, 2015

Basionym: *Navicula subminuscula* Manguin, Rer. Alg., v. 12, p. 139, pl. 2, fig. 39, 1942 Fig. 848

Figure 4 d-g

Valves elliptic-lanceolate with rounded apices (Figs. 4d-f). Length 9.2-10.2  $\mu\text{m}$ , breadth 4.3-4.7 $\mu\text{m}$ . Axial area linear and central area small (Fig. 4e). Raphe filiform, straight. Striae radiate, 24-26 in 10  $\mu\text{m}$ , slightly more spaced in the central region. Areolae are indistinct in LM.

MEV: Internal valve view. Raphe located in thickened sternum. Proximal raphe endings deflected unilaterally, distal endings short, and do not continue to the mantle (Fig. 4g). Striae uniseriate, composed by small rounded areolae occluded by hymenes, 30 in 10 $\mu\text{m}$ .

**Examined material:** BRAZIL. CEARÁ: Sobral, Acaraú River (UPCB 78404, HUVA 24528). The species occurred in epiphytic samples.

*Craticula subminuscula* was initially described as *Navicula subminuscula* Manguin, then transferred to the genus *Eolimna* Lange-Bertalot & W. Schiller (*Eolimna subminuscula* (Manguin) Moser, Lange-Bertalot & Metzeltin (Levkov *et al.* 2016). Wetzel *et al.* (2015), based on morphological and molecular analysis, transferred the species to the genus *Craticula*. Levkov *et al.* (2016) suggest more detailed studies regarding the ultrastructure of the areolae. In *Craticula*, they have a slit shape and are internally occluded, while in *C. subminuscula*, the areolae are rounded and occluded externally. *C. subminuscula* is similar to *C. molestiformis* (Hustedt) Mayama, but differs in that it is smaller and has more striae and a thicker axial area (Length 9.5-22µm, breadth 3-5µm) (Lange-Bertalot 2001).

### ***Stauroneis* Ehrenberg**

***Stauroneis akamina*** Bahls, Northw. Diatom. *Stauroneis* in the North. Rock. p. 35-36, 2010

Figure 5 a-h

Valves rhombic-lanceolate with rostrate to subcapitate apices (Figs. 5a-e). Length 80-94 µm, breadth 16-18 µm. Axial area linear, narrow. Central area with a rectangular stauros, narrower toward the valve margins (Fig. 5b). Raphe lateral, with proximal endings drop-like and distal endings hooked. Striae radiate, 18-19 in 10 µm. Areolae conspicuous, 16 in 10 µm.

MEV: raphe lateral, narrowing toward proximal endings, slightly deflected (Fig. 5h). Distal raphe endings slightly curved, extending to the mantle (Fig. 5g). Areolae elongated (Fig. 5h).

**Examined material:** BRAZIL, CEARÁ: Viçosa do Ceará, Guatiguaba River (UPCB 78413, HUVA 24537). Catunda, Macacos River (UPCB 78411, HUVA 24535). Sobral, Pedra da Andorinha (UPCB 78402, HUVA 24526). The species occurred in epiphytic samples.

*Stauroneis akamina* resembles *Stauroneis nobilis* Schumann, however, it differs by its valve contour and smaller size (95-165µm) (Patrick & Reimer 1966). *Stauroneis alabamae* Heiden, another similar species, has a longer valve length (100-185µm), more spaced striae (14-17µm), and

the stauro becomes narrower at the ends (Hustedt, 1927-1966).

***Stauroneis baconiana*** Stodder, Proc. of the Bost. Soci. of Nat. Hist., v.7, p. 27, 1859.

Basionym: *Stauroneis nobilis* var. *baconiana* (Stodder) C.W. Reimer, Proc. Acad. Nat. Sci. of Philadelphia. p.204, pl. 2: fig. 1, 1961.

Figure 6 a-b

Valves narrowly linear-lanceolate with protracted, attenuated-rounded apices (Fig. 6a). Length 65.2-78.6  $\mu\text{m}$ , breadth 10-11  $\mu\text{m}$ . Axial area linear, narrow, slightly expanded near valve center. Central area narrow, stauros rectangular, narrowing towards the margins of the valve (Fig. 6a-b). Raphe lateral, filiform near proximal valve ends. Striae radiate, 18 striae in 10  $\mu\text{m}$ . Areolae indistinct in LM.

**Examined material:** CEARÁ, BRAZIL: Catunda, Macacos River (UPCB 78410, HUVA 24534). Massapê, Fazenda UVA (UPCB 78399, HUVA 24523). The species occurred in epiphytic samples.

***Stauroneis gracilior*** Reichardt, Iconogr. Diatomol., v. 1, p. 34, pl. 18, fig. 1-15, 1995.

Basionym: *Stauroneis anceps* Ehrenberg f. *gracilis* Rabenhorst, Fl. Eur. Alg., p. 247, 1864.

Figure 6 c-g, i-k

Valves lanceolate with capitate apices (Figs. 6c-g). Length 45-45.6  $\mu\text{m}$ , breadth 7.6-8  $\mu\text{m}$ . Pseudosepta absent. Axial area linear, narrow. Central area with a rectangular stauros, linear (Fig. 6d). Raphe filiform, straight. Striae delicate. Areolae indistinct in ML.

MEV: valve internal view. Raphe located on a linear sternum, strongly visible (Fig. 6i). Proximal raphe ends slightly deflected (Fig. 6k). External distal endings hooked extending toward the mantle, internally a small helictoglossa (fig. 6f). Striae uniseriate, radiate, 32 in 10  $\mu\text{m}$ . Areolae elongated, 25 in 10  $\mu\text{m}$ .

**Examined material:** BRAZIL, CEARÁ: Meruoca, Sítio Cachoeira (UPCB 78417, HUVA 24541).

The species occurred in an epilithic sample.

*Stauroneis gracilior* resembles *S. anceps* Ehrenberg, however, *S. anceps* has coarser striae and capitate apices, while *S. gracilior* apices and very delicate striae, even inconspicuous in LM (Van De Vijver *et al.* 2004; Bahl 2010).

*Stauroneis gracilis* Ehrenberg, *Abha. der Königl. Akad. der Wissens*: fig. 14; pl. 2/1: fig. 17, 1843.

Figure 6 h

Valve lanceolate with rounded rostrate apices (Fig. 6h). Length 65,5 µm, breadth 11,8µm. Axial area linear, narrow. Central area with a rectangular stauros, widening towards the margins of the valve. Raphe lateral, proximal endings drop-shaped bent unilaterally. Striae radiate, 20 in 10µm. Conspicuous areolae with 20 in 10 µm.

**Examined material:** BRAZIL, CEARÁ: Graça, Belizário Waterfall (UPCB 78398, HUVA 24522). The species occurred in an epilithic sample.

*Stauroneis supergracilis* Van de Vijver & Lange-Bertalot, resembles *Stauroneis gracilis*, however, the valves are narrower (15-17 in 10 µm) and the apices are protracted, with smaller areolae density (14-18 in 10 µm) (Bahls, 2010).

*Stauroneis sikkimensis* N. Wadmare, S. Roy, Kociolek & B. Karthick, *Botany Lett.* 166 v.2 [1-12] 234-245, figs, 2 -28, 2019.

Figure 7 a-l

Valves linear-lanceolate, slightly constricted at the center, with obtuse-rounded apices (Figs. 7a-h). Length 16-35 µm, breadth 4-6 µm. Axial area linear, narrow, widening towards the central area. Central area expanded into a bow-tie shaped stauros (Fig. 7b). Raphe filiform, proximal endings drop-like, deflected to primary valve side (Fig. 7d). Striae radiate, 23-26 in 10 µm. Areolae are

discernible in LM , 24-28 in 10  $\mu\text{m}$ . Pseudosepta distinct (Figs. 7a-d).

MEV: external valve view (Fig. 7k). Raphe proximal endings drop-like, and distal endings hooked, extending toward the valve mantle (Fig. 7i). Pseudosepta well-developed (Fig. 7j). Striae with rounded (near the raphe) to transapically elongated areolae (Fig. 7k), c. 30 areolae in 10  $\mu\text{m}$ . Internal valve view with areolae occluded by hymenes (Fig. 7j).

**Examined material:** CEARÁ, BRAZIL: Meruoca, Sítio Cachoeira (UPCB 78417, HUVA 24541). Graça, Belizário Waterfall (UPCB 78398, HUVA 24522). The species occurred in epilithic samples.

*Stauroneis sikkimensis* is similar to *S. pseudomuriella* Van de Vijver & Lange -Bertalot, but the pseudosepta is absent in *S. pseudomuriella* (Van de Vijver *et al.* 2004). Wadmare *et al.* (2019) provided a comparative table with small and median constricted *Stauroneis*, but *S. sikkimensis* is distinguished by its dimensions, striae and areolae densities, presence of apical pseudosepta, and shape of central raphe endings. This is the first record of the species in Brazil.

***Stauroneis subgracilis*** Lange-Bertalot & Krammer (Fig. 1:13-15) in Lange-Bertalot *et* Genkal. Iconogr. Diatom. V. 6, p. 96, pl. 29, 1999.

Figure 7 m-o

Valves lanceolate with sub-rostrate apices (Fig. 7o). Length 49-51  $\mu\text{m}$ , breadth 10-10.8  $\mu\text{m}$ . Axial area linear, straight. Central area with a rectangular, narrow stauros, widening towards the margins of the valve (Fig. 7m). Raphe filiform, proximal endings drop-like unilaterally deflected, distal endings hooked. Striae radiate, 20-22 in 10  $\mu\text{m}$  (Fig. 7m-o).

**Examined material:** CEARÁ, BRAZIL: Sobral, Acaraú River (UPCB 78408, HUVA 24532). The species occurred in an epiphytic sample.

The Ceará population of *S. subgracilis* is similar to the type population presented by Lange-Bertalot, H. e Genkal, SI (1999). *Stauroneis pergracilis* Van de Vijver *et* Lange-Bertalot differs by the linear-lanceolate outline and proximal raphe ends clearly curved (Bahls 2010).

***Brachysira* Kützing**

***Brachysira brebissonii*** Ross in Hartley, J. Mar. Biol. Ass. U. K., v. 66, p. 531-610, 1986.

Basionym: *Navicula aponina* Kützing var. *brachysira* Grunow ex Kützing, Sp. Alg., p. 69, 1849.

Figure 8 a-g

Valves lanceolate with rounded apices (Fig. 8a). Length 12-22.7 µm, breadth 4.3-5.3 µm. Axial area linear, straight. Central area rhombic (Figs. a-g). Striae radiate, 28 in 10 µm. Areolae elongated, separated from each other by undulated longitudinal hialine lines.

**Examined material:** CEARÁ, BRAZIL: Granja, Gangorra Weir (UPCB 78393, HUVA 24517). Ubajara, Sítio São Luis – Bacia Parnaíba (UPCB 78414, HUVA 24538). The species occurred in epiphytic samples.

***Brachysira microcephala* (Grunow) Compère**, Bull. du Jardin Bot. Nati. de Belg. 56(1/2): 9-50, 1986

Basionym: *Navicula microcephala* Grunow, In: Rei. der öster. Freg. Nov. die Erd. in den Jahr. 1857, 1858, 1859 pp. 1-104, 1968.

Figure 8 h-q

Valves lanceolate with subcapitate apices (Fig. 8 h-n). Length 14.3-26 µm, breadth 4-5 µm. Axial area linear, narrow. Central area small, rounded (Fig. 8n). Raphe filiform. Striae uniseriate. Areolae transapically elongated, separated from each other by undulated longitudinal hialine lines.

MEV: raphe slightly sinuous near central region, distal endings T-shaped (Fig. 8p). Striae uniseriate 30 in 10µm. Areolae transapically elongated (Fig. 8o).

**Examined material:** CEARÁ, BRAZIL: Graça, Belizário Waterfall (UPCB 78398, HUVA 24522). Sobral, Acaraú River (UPCB 78403, HUVA 24527). Granja, Gangorra Weir (UPCB 78394, HUVA 24518). Sobral, Olho d'água do Pajé (UPCB 78400, HUVA 24524). Ibiapina, Bica do Pajé (UPCB 78397, HUVA 24521). The species occurred in epiphytic, epilithic, and phytoplanktonic samples.

*Brachysira microcephala* is a species that was proposed from the division of *B. neoexilis*, (population of Lange-Bertalot & Moser 1994, plate 5). The holotype of *B. neoexilis* has not been defined; the species of *B. neoexilis* and *B. microcephala* morphotype 1 are very similar. What differentiates *B. neoexilis* from *B. microcephala* morphotype is the rhombic lanceolate to elliptic lanceolate valve form of *B. neoexilis* (Lange-Bertalot & Moser 1994; Siver & Hamilton 2011).

***Brachysira subrostrata*** Lange-Bertalot in Lange-Bertalot et Moser, *Biblio. Diat.* 29: 68, pl.35: fig. 35: 7-11; pl. 13, fig.36: 9. 1994.

**Basionym:** *Anomoeoneis serians* var. *rostrata* Krasske (except lectotype) in *Diatom. Trop. Moosr.* Sven. Bot. Tidsk.t 42 (4): 404-443, 1948.

#### Figure 9 a-l

Valves lanceolate with protracted apices, acute-rounded (Figs. 9a-i). Length 37-43 µm, breadth 7-8 µm. Axial area moderately large, straight. Central area rhombic, irregular (Fig. 9d). Raphe filiform. Striae uniseriate, 22-25 in 10 µm. Areolae transapically elongated, separated from each other by undulated longitudinal hialine lines (Figs. 9a-i). Voigt discontinuity distinct (Fig. 9b).

MEV: areolae transapically elongated (Fig. 9j). Striae composed by 4-5 areolae in the valve center (Fig. 9l). Proximal raphe endings deflected unilaterally (Fig. 9j). Small helictoglossa at distal raphe endings (Fig. 9k).

**Examined material:** CEARÁ, BRAZIL: Ibiapina, Bica do Pajé (UPCB 78397, HUVA 24521). Granja, Gangorra Weir (UPCB 78393, HUVA 24517). Ubajara, Sítio São Luis/ Bica do Mirante (UPCB 78414, HUVA 24538). The species occurred in epiphytic samples.

*Brachysira subrostrata* is similar to *B. rostrata* (Krasske) Metzeltin & Lange-Bertalot, differing in the valve outline and apices shape. *Brachysira rostrata* shows more protracted apice. *Brachysira neoacuta* Lange-Bertalot is distinguished by the narrower valve and presence of very small papillae (Vouilloud *et al.* 2014). Metzeltin & Lange-Bertalot (2007) present specimens found in Florida

(USA) as *B. subrostrata*, however, the specimens differ from those presented by Lange-Bertalot & Moser (1994) in that they present larger metrics, more linear valves, and smaller central areas.

In its results, this study conveys supplemental information for the comprehension of the diatom flora in freshwaters of Brazil, as well as new diatomological register entries for the state of Ceará. Contributing to the documentation of the geographical distribution of species, these entries are crucial for us to grasp exactly how diverse the Caatinga is. Fourteen taxa were registered among all eighteen samples. The genus *Stauroneis* is the most well-represented, occurring in eleven of them, spread along the three researched basins. Considering published works only, all fourteen of the species identified here are new citations for Ceará. *Stauroneis sikkimensis* and *S. akamina* are the first citations for Brazil.

The data indicates that the *Brachysira microcephala* taxon must be reviewed. There is the need for a better exposition and holotype definition, and molecular studies will most likely help distinguish them, separating *B. microcephala* morphotype I and II from *B. neoxilis* more clearly.

We therefore conclude that floristic studies are imperative not just for this region, but for other, less researched ones as well, in order to achieve a better knowledge of the geographical distribution of diatoms in Brazil. These results reveal how much the diatomological diversity of the semiarid region is underestimated, and how much it contributes to the Brazilian diatom flora.

### Acknowledgments

The authors thank the Center for Electron Microscopy of the Federal University of Paraná for SEM availability. Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) provided a Master's degree scholarship for LRS, and TAVL had the support of a productivity grant from the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (process number: 311876/2019–6).

## References

- Amorim C, Lucas F, Rangel A & Lacerda S (2013) Variação sazonal de microalgas perifíticas associadas a macrófitas aquáticas em reservatório na região do Cariri – Ceará. 412- 419
- Amorim C, Lucas F, Rangel A, Jaqueline K, Góes M & Lacerda S (2015) Microalgas perifíticas associadas à *Nymphoides indica* (L.) O. Kuntze em um reservatório do semiárido cearense. Cadernos de Cultura e Ciência 14: 43-54.
- Bahls L (2010) *Stauroneis* in the Northern Rockies: 50 species of *Stauroneis* sensu stricto from western Montana, northern Idaho, northeastern Washington and southwestern Alberta, including 16 species described as new Northwest Diatoms. The Montana Diatom Collection. Helena 4:1-179.
- Bacillariophyceae in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Available at: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB97964>>. Access on: 20 nov. 2021.
- Barber HG & Haworth EY (1981) A guide to the morphology of the diatom frustule. The Freshwater Biological Association. 44: 1-112.
- Cirilo JA (2008) Políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. Estudos Avançados 22: 63.
- Cocquyt C & Taylor JC (2016) Abc Taxa: Diatoms from the Congo and Zambezi Basins - methodologies and identification of the genera. Ed. 16. Meise, Belgium: The Belgian Development Cooperation 14: 1-364.
- Costa ARS, Amorim CA, Nascimento KJ, Dias AS, Ferreira RJ & Lacerda SR (2015) Characterization of microalgae periphytic community in a reservoir semiarid cearense. Caderno de Cultura e Ciência 14: 43–54.
- Da Silva WJ, Nogueira IS & Souza MDGM (2011) Catálogo de diatomáceas da região centro-oeste brasileira. Iheringia 66: 61–86.
- Eskinazi-Leça E, Moura CWN, Cunha MGGS, Santiago MF, Borges GCP, Lima JC, Silva MH, Ferreira LC, Aquino E, Da Silva, WJ & Menezes M (2015) Lista de Espécies da Flora do Brasil.

Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Available at:

<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB98778> Access on : 29 dez. 2021.

Faustino S, Fontana L, Bartozek E, Bicudo C & Bicudo D (2016). Composition and distribution of diatom assemblages from core and surface sediments of a water supply reservoir in Southeastern Brazil. *Biota Neotropica* 16: 1-23.

Fernandes U, Oliveira E & Lacerda S (2016). Role of macrophyte life forms in driving periphytic microalgal assemblages in a Brazilian reservoir. *Journal of limnology* 75: 44-51.

Frenguelli J (1928) Diatomeas del Oceano Atlântico. *Anales del Museo Nacional de Historia Natural* 34: 365-476.

Guiry MD & Guiry GM (2021) *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Available at <<http://www.algaebase.org>> Access on 21 August, 2021.

Hustedt F (1927-1966) Die kieselalgen. In RABENHORST, L. *Kryptogamen-Flora*. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 7: parte 1, 2, 3.

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE (2008). Características geográficas, recursos naturais e Meio Ambiente. In: Ceará em números, caracterização territorial. Pp. 21-43, Available at: <[http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/ceara\\_em\\_numeros/2008/territorial/](http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/ceara_em_numeros/2008/territorial/)> Access on 21 August, 2021.

Krammer K & Lange-Bertalot H (1986) Bacillariophyceae: Naviculaceae. In: Ettl H, Gerloff J, Heynig H & Mollenhauer D. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart & New York: G. Fischer 2 1–876.

Kociolek JP, Blanco S, Coste M, Ector L, Liu Y, Karthick B, Kulikovsky M, Lundholm N, Ludwig T, Potapova M, Rimet F, Sabbe K, Sala S, Sar E, Taylor J, Van de Vijver B, Wetzel, CE, Williams DM, Witkowski A & Witkowski J (2021) *DiatomBase*. *Stauroneis* CG Ehrenberg 1843. Available at :< <http://www.diatombase.org/aphia.php?p=taxdetails&id=149077> > Access on: 29 dez. 2021.

Lange-Bertalot H (1993) 85 neue taxa und uber 100 weitere neu definierte taxa erganzaend zur

Süsswasserflora von Mitteleuropa, 2: 1-4. Bibliotheca Diatomologica 27: 1-164.

Lange-Bertalot H & Moser G (1994) *Brachysira*, Monographie der Gattung. Bibliotheca Diatomologica 29: 1-212.

Lange-Bertalot H. (2001) *Navicula* sensu stricto - 10 genera separated from *Navicula* sensu lato *Frustulia*. Diatoms of Europe 2: 1-526.

Lange-Bertalot H, Hofmann G, Werum M & Cantonati M (2017) Freshwater benthic diatoms of Central Europe: Over 800 common species used in ecological assessment. English edition with updated taxonomy and added species. Koeltz Botanical Books, Schmitten-Oberreifenberg 1-942.

Levkov Z, Tofilovska S & Mitic-Kopanja D (2016) Species of the diatom genus *Craticula* Grunow (Bacillariophyceae) from Macedonia. Contributions, Section of Natural, Mathematical and Biotechnical Sciences, MASA 37: 129-165.

Lucas FHR, Rangel AJ, Amorim CA, Costa ARS, Cavalcante FC & Lacerda SR (2015) Variação temporal da comunidade fitoplanctônica no Reservatório Rosário/CE. Caderno de Cultura e Ciência 15: 35-43.

Mann DG & Stickle AJ (1991) The genus *Craticula*. Diatom Research 6:79-107

Mann DG (1999). The species concept in diatoms. Phycologia, vol. 38, no. 3, p. 437-495

Metzeltin D & Lange-Bertalot H (2007) Tropical diatoms of South America II. Special remarks on biogeographic disjunction. In Lange-Bertalot, H. (ed.): Iconographia Diatomologica 18: 877.

Moreira-Filho H & Valente-Moreira IM (1981) Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Bacillariophyceae) epífitas em algas pluricelulares obtidas nos litorais dos estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo. Boletim Museu Botânico Municipal de Curitiba 47: 1-17.

Moser G, Lange-Bertalot H & Metzeltin D (1998) Insel der Endemiten Geobotanisches Phänomen Neukaledonien (Island of endemics New Caledonia a geobotanical phenomenon). Bibliotheca Diatomologica 38: 1-464.

Patrick R (1940) Diatoms of Northeastern Brazil. Part I. Coscinodiscaceae, Fragilariaceae and

- Eunotiaceae. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 92: 191–226.
- Patrick R & Reimer CW (1966) The Diatoms of the United States: exclusive of Alaska and Hawaii. Philadelphia: Academy of Natural Sciences 13: 1–688.
- Patrick R & Reimer CW (1975) The Diatoms of the United States: exclusive of Alaska and Hawaii. Philadelphia: Academy of Natural Sciences 2: 13.
- Potapova M & Charles D (2003) Distribution of Benthic Diatoms in U.S. Rivers in Relation to Conductivity and Ionic Composition. *Freshwater Biology*. 48. 1311 - 1328.
- Round FE & Mann DG (1981) The diatom genus *Brachysira* I. Typification and separation from *Anomoeoneis*. *Arch. Protistenk* 124: 221-231.
- Round FE, Crawford RM & Mann DG (1990) The diatoms: biology and morphology of the genera. Cambridge University Press, Cambridge.
- Rosa RS, Menezes NA, Britski HA, Costa WJEM & Groth F (2003) Diversidade, padrões de distribuição e conservação dos peixes da caatinga 135-181 *In: Ecologia e Conservação da Caatinga*. Leal IR, Tabarelli M, Silva JMC – Recife: Ed. Universitária da UFPE.
- Rumrich U, Lange-Bertalot H & Rumrich M (2000) Diatoms of Andes. *Iconographia Diatomologica* 9:1-673.
- Santos ARR, Santos CA, Santos ARR (2014) As relações de poder no semiárido nordestino. *Ambivalências* 2: 151 – 164.
- Silva-Lehmkuhl AM, Lehmkuhl EA, Oliveira SA, Moraes KS, Bicudo DC. & Bicudo CEM. 2020. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil. *Algae* 45: Bacillariophyceae (Naviculales: *Brachysira*). *Hoehnea* 47: 1-16.
- Silva-Lehmkuhl A, Ludwig T. Tremarin PI & Vercellino I. (2010). Diatomáceas perifíticas em um sistema eutrófico brasileiro (Reservatório do Iraí, estado do Paraná). *Acta Botanica Brasilica* 24: 997-1016.
- Siver PA & Hamilton PB (2011) Diatoms of North America: The Freshwater Flora of Waterbodies

on the Atlantic Coastal Plain. In: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). *Iconographia Diatomologica* 22: 1–923.

Simonsen R (1974) The diatom plankton of the Indian Ocean Expedition of RZV “Meteor”, 1964–65 “Meteor” Forschungsergebnisse, Reihe D-Biologie 19: 1–66.

Schmid AMM (1979) Influence of environmental factors on the development of the valve in diatoms. *Protoplasma*. 99: 99–115.

Torgan LC, Becker V & Prates HM (1999) Checklist das diatomáceas (Bacillariophyceae) de ambientes de águas continentais e costeiros do Estado do Rio Grande do Sul. *Iheringia, Série Botânica* 52: 89–144.

Tremarin PI, Freire EG, Bertolli LM & Ludwig TAV (2009) Catálogo das diatomáceas (Ochrophyta-Diatomeae) continentais do estado do Paraná. *Iheringia* 64: 79–107.

Tusset E, Tremarin PI & Ludwig T. (2018). Two new *Stauroneis* species (Bacillariophyta, Stauroneidaceae) from midwestern karstic Brazilian formations. *Phytotaxa*. 358: 265–277.

Van De Vijver B, Beyens LE & Lange-Bertalot HO (2004) Genus *Stauroneis* in Arctic and Antarctic regions. *Bibliotheca Diatomologica* 50: 312

Vieira RS, Lacerda SR, Oliveira ECC, Nascimento KJ & Dias AS (2013) Biodiversidade de microalgas perifíticas do rio da batateira (Sítio Fundação - Crato-CE). *Cadernos de Cultura e Ciência* 12: 7– 15.

Vouilloud AA, Sala SE, Núñez-Avellaneda M, Montoya-Moreno I & Duque SR (2014) *Brachysira* (Naviculales, Bacillariophyceae) in lowland waters from Colombia, *Diatom Research* 29: 147–163.

Wadmare N. Roy S, Kociolek JP & Karthick B (2019) Two new aerophilic species of *Stauroneis* Ehrenberg (Bacillariophyta) from the Eastern Himalayas. *Botany Letters*. Available at <<https://doi.org/10.1080/23818107.2019.1602786>>Access on 10 jun 2021.

Wetzel CE, Ector L, Van De Vijver B, Compère P & Mann DG (2015) Morphology, typification and critical analysis of some ecologically important small naviculoid species (Bacillariophyta).

Fottea 15: 203-234.

Witkowski AH, Lange-Bertalot H & Metzeltin D (2000) Diatom flora of Marine Coasts I. Iconografia Diatomologica 7:1-925.

Zanella ME (2014) Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino.

Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente 36: 126-142.

**Table 1** Data from sampling sites and diatom samples in northwestern Ceará. Number of sampling sites, type of sample, localities, basin, coordinates and UFPR herbarium access number (UPCB), Herbarium of the State University of Vale do Acaraú (HUVA).

| Sampling site number | Sampling locality                            | Basin    | Date sampling | Sample        | Coordinates                    | Water quality variables |        |                      | Access herbarium |       |
|----------------------|----------------------------------------------|----------|---------------|---------------|--------------------------------|-------------------------|--------|----------------------|------------------|-------|
|                      |                                              |          |               |               |                                | pH                      | T (°C) | Conductivity (µS/cm) | UPCB             | HUVA  |
| 1                    | Varijota, Araras weir                        | Acaraú   | 13/12/2018    | Epiphyton     | 04°12'31.3"S<br>40°27'17.1"W   | 7,57                    | 33,5°C | 255                  | 78392            | 24516 |
| 2                    | Granja, Gangorra weir                        | Coreaú   | 23/05/2019    | Epiphyton     | 03°09'55.2"S<br>40°51'43.8"W   | 7,5                     | 32,3°C | 139                  | 78393            | 24517 |
| 3                    | Ibiapina, Bica do Pajé                       | Parnaíba | 25/05/2019    | Epiphyton     | 03°56'54.13"S<br>40°59'44.24"W | ...                     | ...    | ...                  | 78397            | 24521 |
| 4                    | Graça, Belizário Waterfall                   | Parnaíba | 17/05/2019    | Epilithon     | 04°3'26.6"S<br>40°45'49.9"W    | 8,5                     | 27,1°C | 54,5                 | 78398            | 24522 |
| 5                    | Massapê, Fazenda UVA -<br>Córrego temporário | Acaraú   | 26/04/2018    | Epiphyton     | 3°37'02"S<br>40°18'22"W        | ...                     | ...    | ...                  | 78399            | 24523 |
| 6                    | Sobral, Olho d'água do Pajé                  | Litoral  | 07/12/2018    | Epilithon     | 3°59'00"S<br>40°04'39"W        | 8,93                    | 31,3°C | 150,3                | 78400            | 24524 |
| 7                    | Sobral, Pedra da andorinha                   | Litoral  | 07/12/2018    | Epiphyton     | 4°03'34"S<br>39°59'32"W        | 6,68                    | 30,0°C | 195,3                | 78402            | 24526 |
| 8                    | Sobral, Acaraú River                         | Acaraú   | 19/06/2018    | Phytoplankton | 3°41'15.64"S<br>40°20'14.55"W  | ...                     | ...    | ...                  | 78403            | 24527 |
| 9                    | Massapê, Acaraú River                        | Acaraú   | 26/04/2018    | Episamon      | 3°37'09"S<br>40°18'04"W        | ...                     | ...    | ...                  | 78405            | 24529 |

|    |                                      |          |            |               |                               |      |        |       |       |       |
|----|--------------------------------------|----------|------------|---------------|-------------------------------|------|--------|-------|-------|-------|
| 10 | Massapê, Acaraú River                | Acaraú   | 26/04/2018 | Epiphyton     | 3°37'12"S<br>40°17'57"W       | ...  | ...    | ...   | 78406 | 24530 |
| 11 | Sobral, Acaraú River                 | Acaraú   | 19/06/2018 | Phytoplankton | 3°41'33.50"S<br>40°20'51"W    | ...  | ...    | ...   | 78407 | 24531 |
| 12 | Sobral, Acaraú River                 | Acaraú   | 22/11/2018 | Epiphyton     | 3°41'34.34"S<br>40°20'51.10"W | 6,87 | 30,2°C | 266   | 78408 | 24532 |
| 13 | Catunda, Macacos River               | Acaraú   | 27/05/2019 | Epiphyton     | 4°40'06.5"S<br>40°13'04.1"W   | 7,8  | 30,0°C | 210   | 78410 | 24534 |
| 14 | Catunda, Macacos River               | Acaraú   | 30/11/2018 | Epiphyton     | 4°40'06.5"S<br>40°13'04.1"W   | ...  | ...    | ...   | 78411 | 24535 |
| 15 | Viçosa do Ceará,<br>Guatiguaba River | Coreaú   | 16/05/2019 | Epiphyton     | 03°40'37.7"S<br>41°03'59.6"W  | 7,93 | 29,0°C | 174,3 | 78412 | 24536 |
| 16 | Viçosa do<br>Ceará, Guatiguaba River | Coreaú   | 16/05/2019 | Epiphyton     | 03°40'27.1"S<br>41°03'47.4"W  | 8,3  | 27,0°C | 188   | 78413 | 24537 |
| 17 | Ubajara, Sítio São Luis              | Parnaíba | 13/01/2016 | Epilithon     | 03°48'15"S<br>40°54'14"W      | ...  | ...    | ...   | 78414 | 24538 |
| 18 | Meruoca, Sítio Cachoeira             | Acaraú   | 18/05/2019 | Epilithon     | 03°33'15.1"S<br>40°27'39"W    | 6,68 | 22,9°C | 31,3  | 78417 | 24541 |

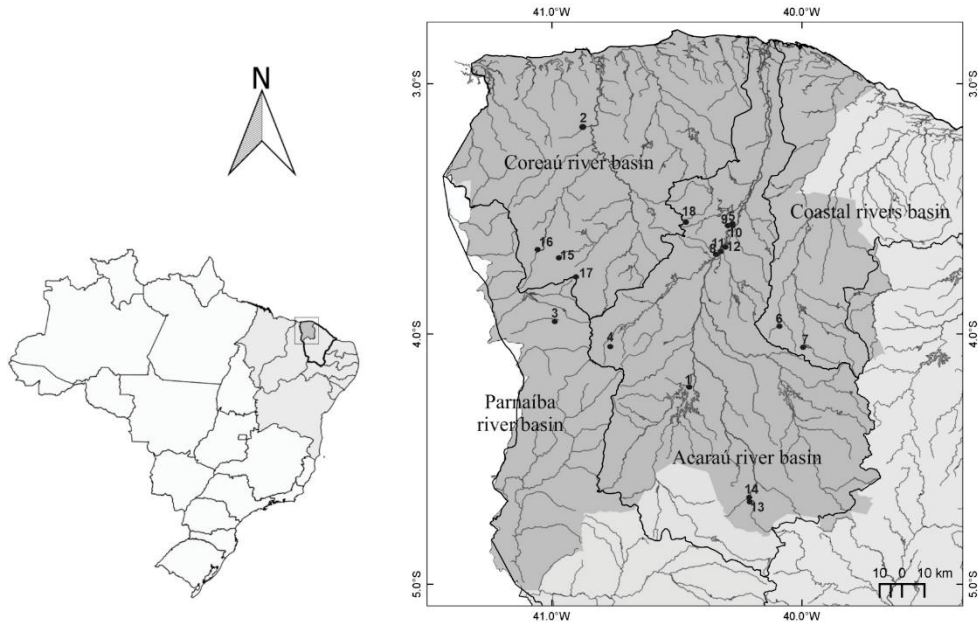


**Figure 1**– Map of study area: northwestern hydrographic basins (in grey) of the state of Ceará, Brazil, and sampling stations (1-18).

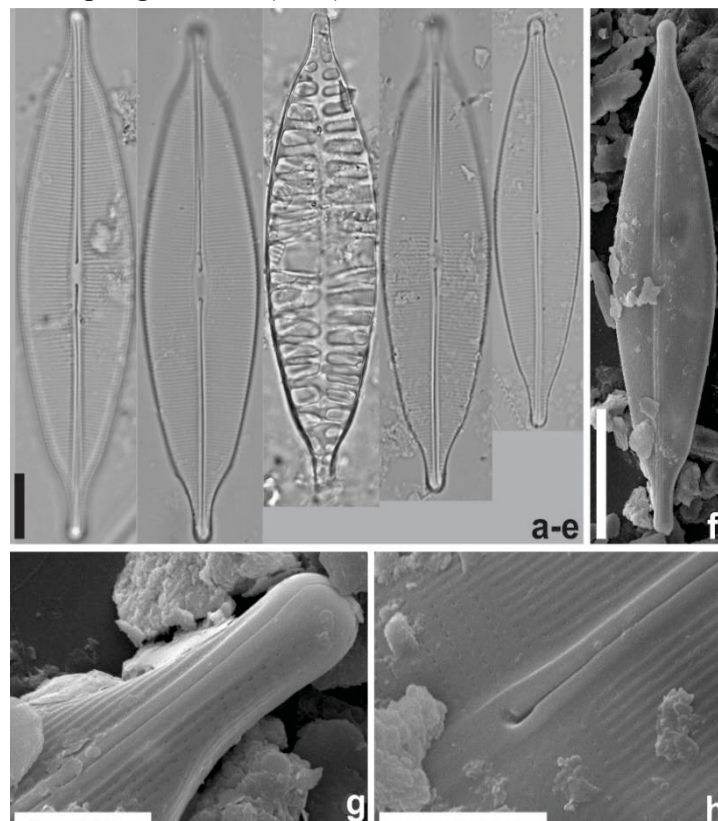


**Figure 2** – a-h. *Craticula ambigua*. a-e. Valves in LM. f-g. SEM. f. Valve in external view. g. Valve apice, external detail of the hooked distal ending of the raphe extending towards the valve mantle. h. Valve center, external detail of drop-like proximal raphe ending, deflected. Scale bars: a-e. 10 µm; f. 20 µm; g-h. 5 µm.

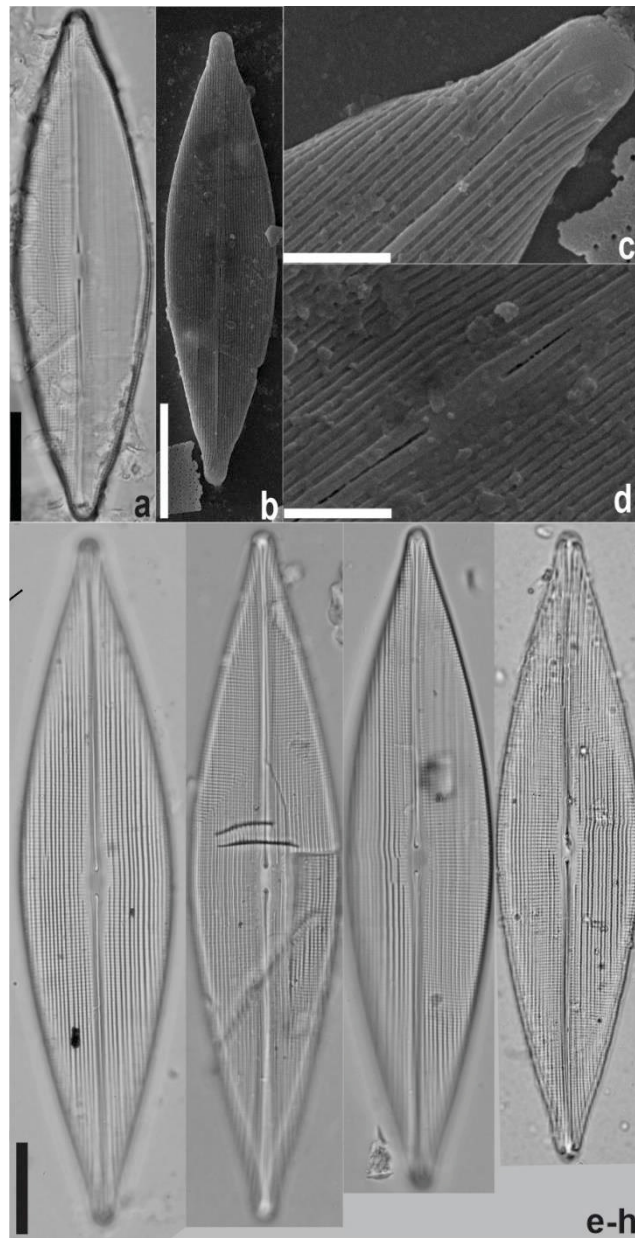


**Figure 3** – a-d. *Craticula cuspidata*. a. Valve in LM. b-d. SEM. b. Valve in external view. c. Valve apice, external detail of the hooked distal ending of the raphe extending towards the valve mantle. d. Valve center, external detail of proximal straight raphe endings. e-h. *Craticula perrotettii*. Valve in LM. Scale bars: a, e-h. 20  $\mu\text{m}$ ; c-d. 2  $\mu\text{m}$ .

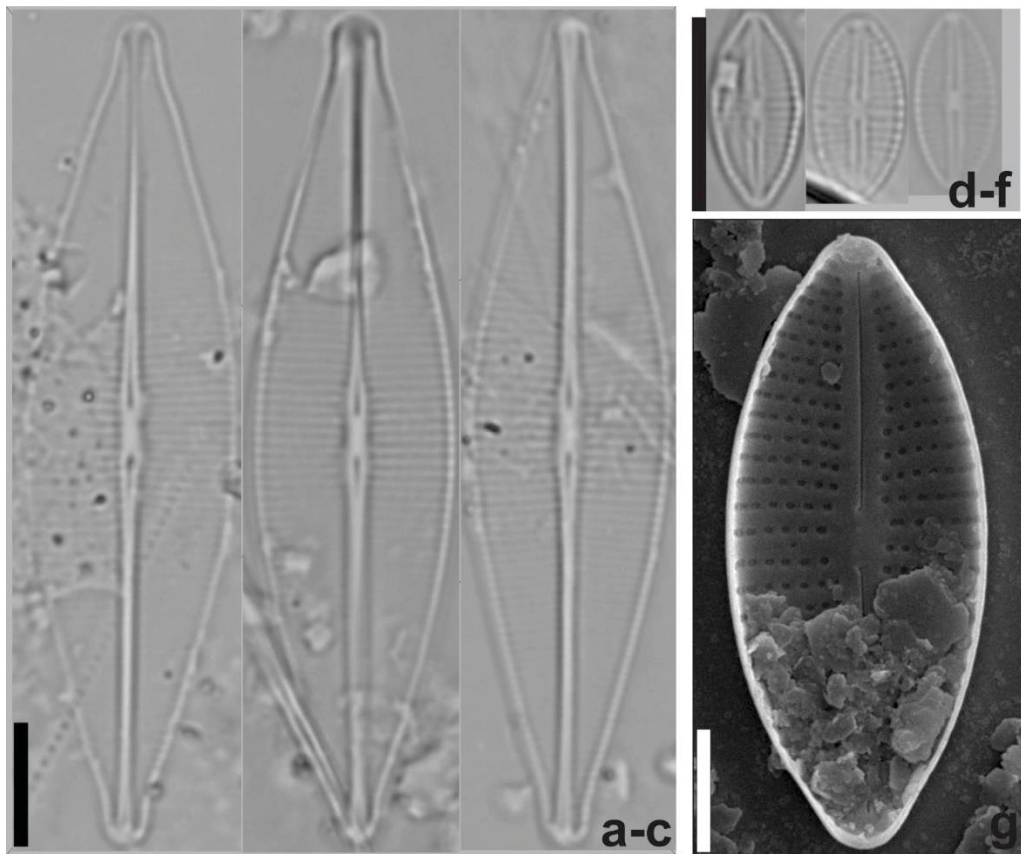


**Figure 4—** a-c. *Craticula riparia*. a-c. Valves in LM. d-f. *Craticula subminuscula*. d-f. Valves in LM. MEV. g. Valve in internal view. Scale bars: a-f. 10  $\mu\text{m}$ ; g. 2  $\mu\text{m}$ .

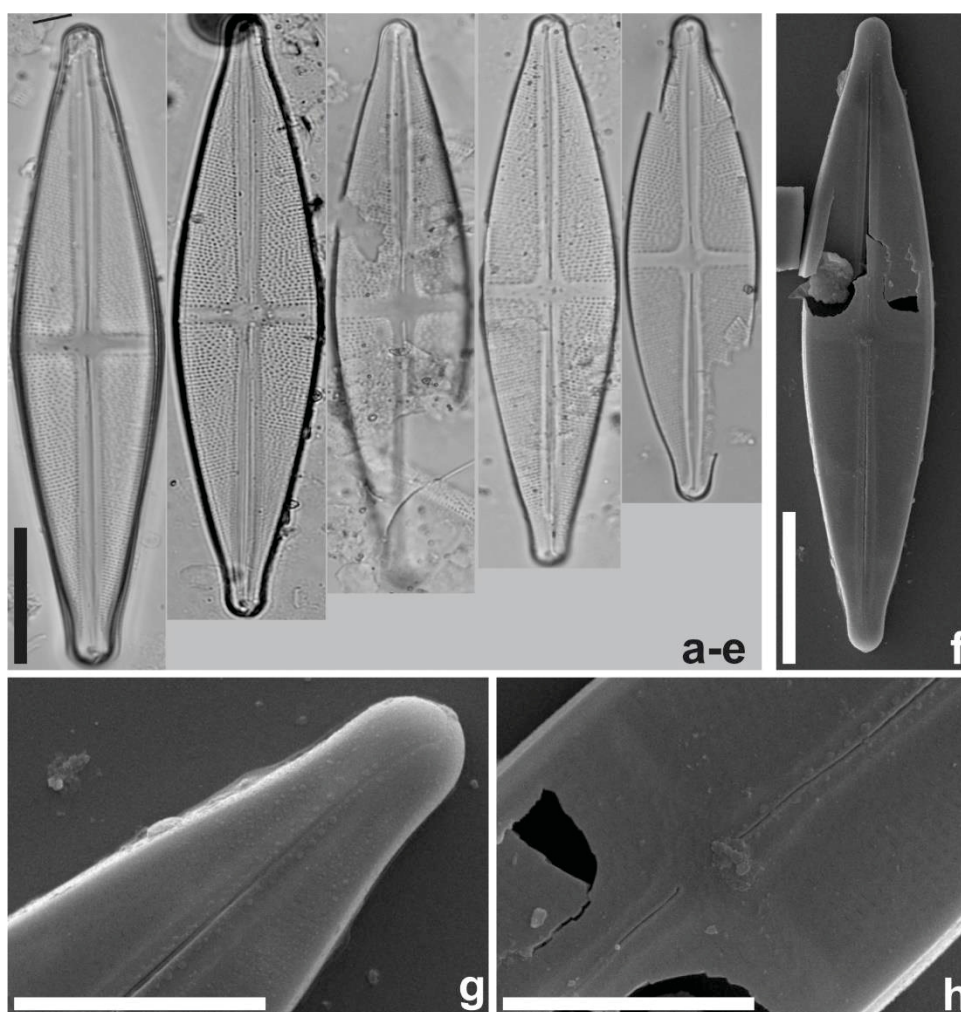


**Figure 5—** a-h. *Stauroneis akamina*. a-e. Valves in LM. SEM. f. Valve in external view. g. External view, detail of the apice and distal end of the raphe advancing towards the valve mantle. h. External view, detail of the median region of the valve and the proximal ends of the simple raphe. Scale bars: a-f. 20  $\mu$ m; g-h. 10  $\mu$ m.

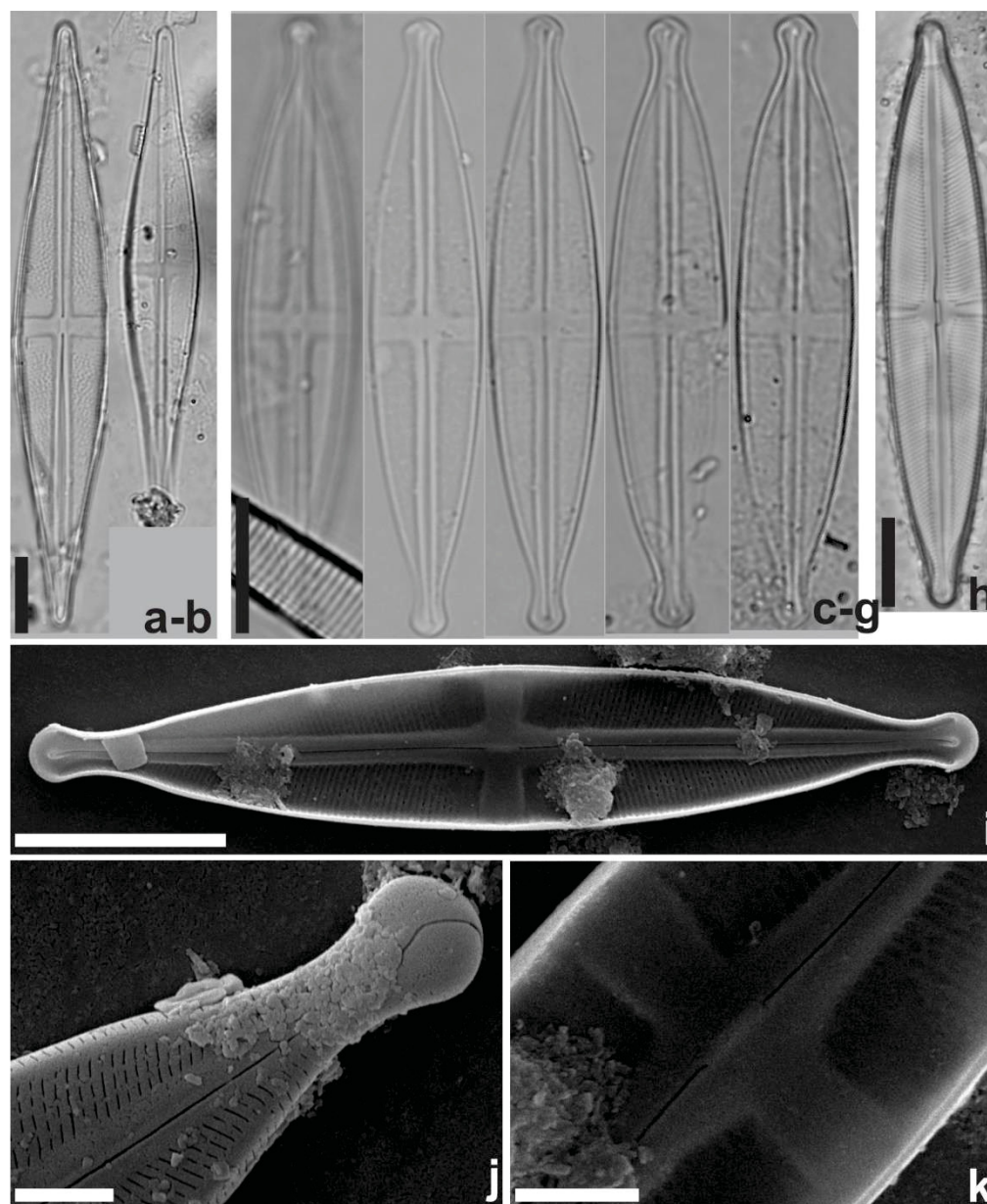


**Figure 6** – a-b. *Stauroneis baconiana*. Valves in LM. c-g. *Stauroneis gracilior*. Valve in LM. SEM. i. Valve in external view. j. External view, detail of the apice and distal end of the raphe advancing towards the valve mantle. k. Internal view, detail of the median region of the valve and stauro. h. *Stauroneis gracilis*. Valve in LM. Scale bars: a-i. 10  $\mu\text{m}$ ; f. 20  $\mu\text{m}$ ; j-k. 2  $\mu\text{m}$ .

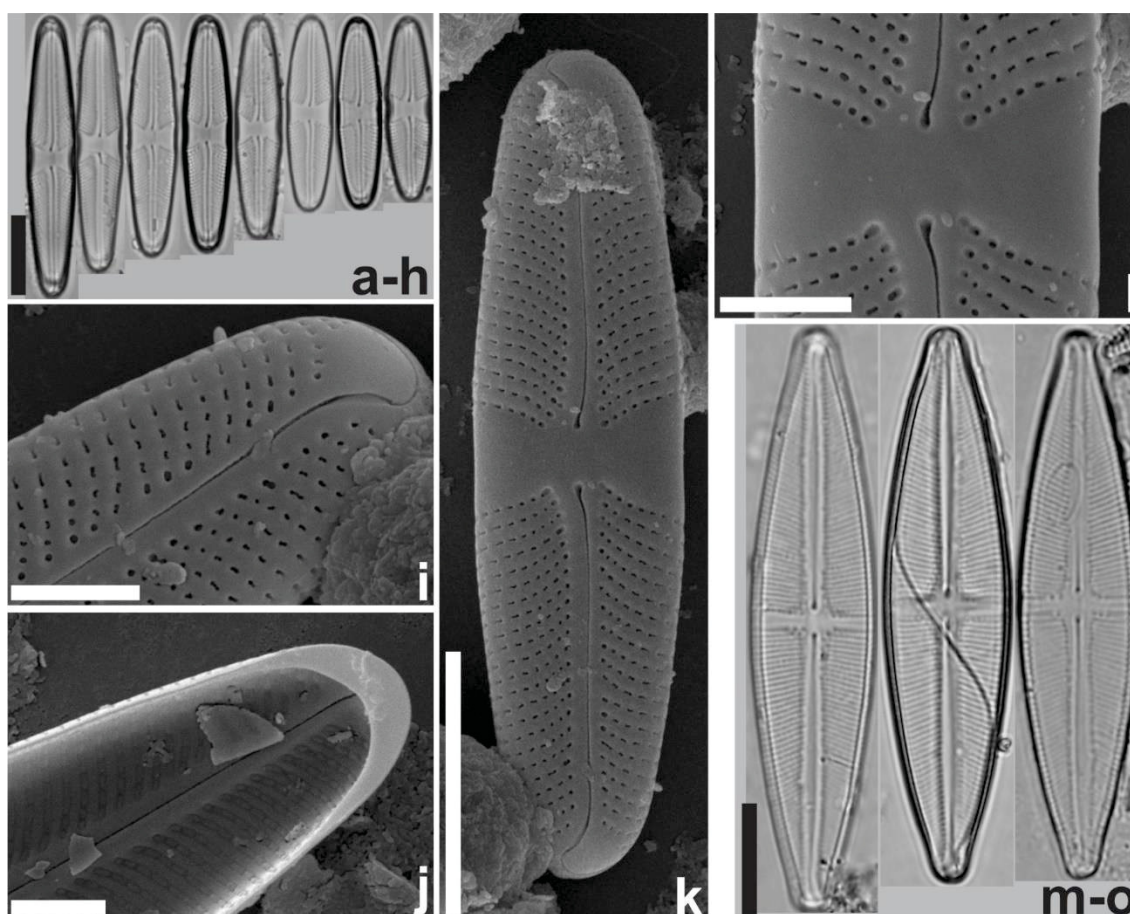


**Figure 7** – a-l. *Stauroneis sikkimensis*. a-h. Valves in LM. SEM. i. External view, detail of the apice and distal end of the raphe advancing towards the valve mantle. j. Internal view, detail of the apice and pseudosepto. k. Valve in external view. l. External view, detail of the median region of the valve and the proximal ends of the raphe poroides. m-o. *Stauroneis subgracilis*. Valves in LM. Scale bars: a-h, m-o. 10  $\mu\text{m}$ ; i-j, l. 2  $\mu\text{m}$ ; k. 5  $\mu\text{m}$ .

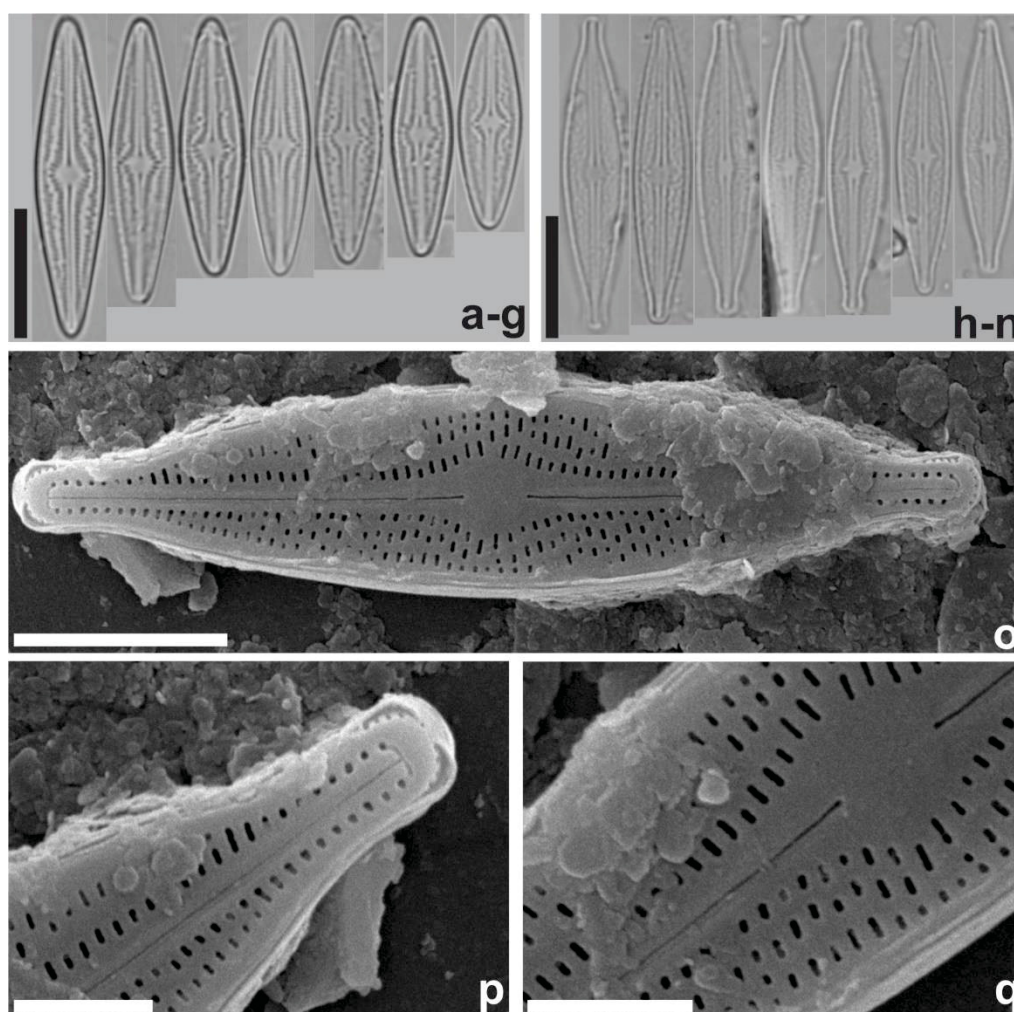


**Figure 8**— a-g. *Brachysira brebissonii*. Valvas em MO. h-n. *Brachysira microcephala*. Valves in LM. SEM. o. Valve in external view. p. External view, detail of the apice and distal end of the T-shaped raphe. q. External view, detail of the median region of of the valve and the proximal ends of the simple raphe. Scale bars: a-n. 10  $\mu\text{m}$ ; o. 5  $\mu\text{m}$ ; p-q. 2  $\mu\text{m}$ .

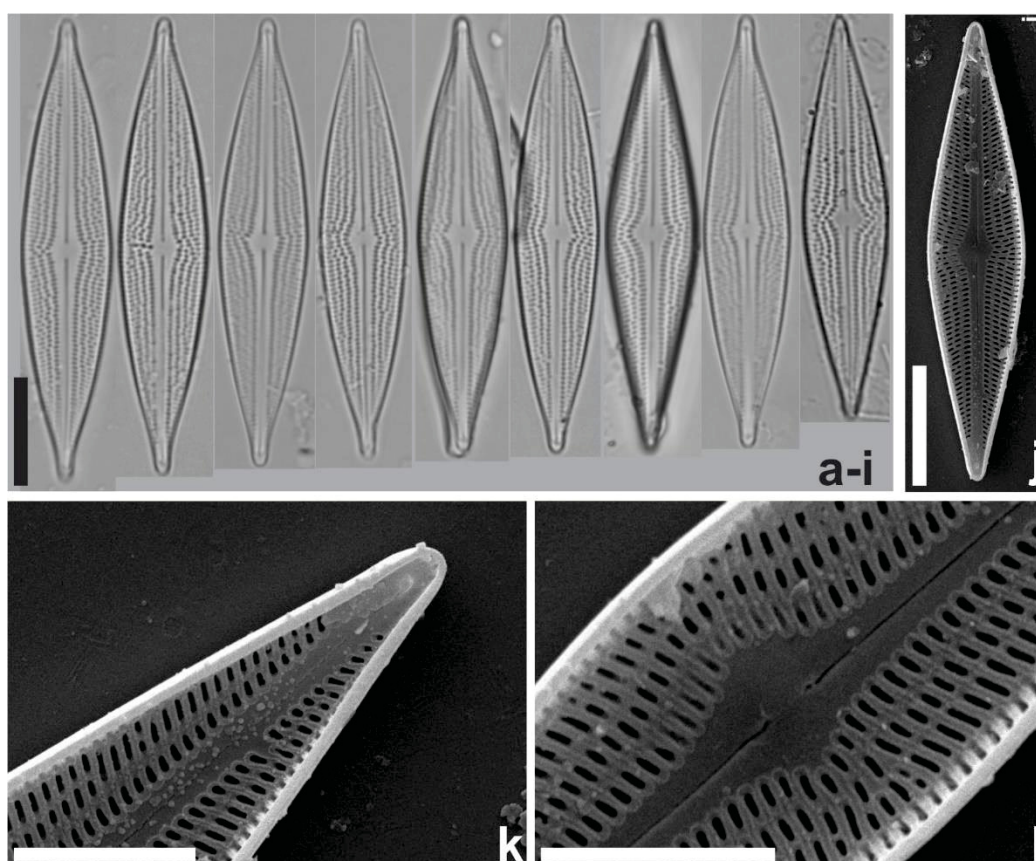


**Figure 9** – a-l. *Brachysira subrostrata*. a-i. Valves in LM. SEM. j. Valve in internal view. k. Internal view, detail of the apice and helictoglossa. l. External view, detail of the median region of the valve. Scale bars: a-j. 10  $\mu\text{m}$ ; k-l. 5  $\mu\text{m}$ .

## ANEXO

### **Normas de Publicação - Rodriguésia**

#### Diretrizes para Autores

##### 1. Envio dos manuscritos:

Os manuscritos devem ser submetidos eletronicamente através do site <https://mc04.manuscriptcentral.com/rod-scielo>

Desde novembro de 2018, a Rodriguésia solicita sejam submetidos apenas artigos em língua inglesa. O tradutor ou revisor do texto final em inglês deverá apresentar um certificado de proficiência da língua inglesa (nível C2) caso não seja nativo desse idioma. Também aceitamos comprovantes de tradução/revisão realizados por um tradutor científico especializado (pessoa física ou jurídica) ou de um nativo do idioma. Os certificados devem ser encaminhados no momento da submissão do manuscrito.

##### 2. Forma de Publicação:

Os artigos devem ter no máximo 30 laudas. Aqueles que ultrapassarem este limite somente poderão ser avaliados no sistema após decisão do Corpo Editorial.

Artigos Originais: somente poderão ser aceitos artigos originais nas áreas anteriormente citadas para Biologia Vegetal, História da Botânica e Jardins Botânicos.

Artigos de Revisão: serão aceitos preferencialmente aqueles convidados pelo Corpo Editorial ou após a consulta ao Editor-chefe.

Artigos de Opinião: cartas ao editor, comentários a respeito de outras publicações e ideias, avaliações e outros textos desde que caracterizados como de opinião, serão aceitos.

Notas Científicas: este formato de publicação compõe-se por informações sucintas e conclusivas (não sendo aceitos resultados preliminares), as quais não se mostram apropriadas para serem incluídas em um artigo científico típico. Técnicas novas ou modificadas podem ser apresentadas.

## 2.1. Artigos originais

### Formatação dos manuscritos

Os manuscritos submetidos deverão ser formatados em A4, com margens de 2,5 cm e alinhamento justificado, fonte Times New Roman, corpo 12, espaço duplo, com no máximo 20 MB de tamanho. Todas as páginas, exceto a do título, devem ser numeradas, consecutivamente, no canto superior direito. Letras maiúsculas devem ser utilizadas apenas se as palavras exigem iniciais maiúsculas, de acordo com a língua do manuscrito. Não serão considerados manuscritos escritos inteira ou parcialmente em maiúsculas. Palavras em latim devem estar em itálico (ex.: “ex” | “e.g.” | “apud” | “i.e.” | “In:” | “et al.” | “vs.”), bem como nomes científicos genéricos e infragenéricos. Não usar itálico em nomes de softwares, empresas, títulos de periódicos ou livros (exceto a *Flora brasiliensis*).

Utilizar nomes científicos completos (gênero, espécie e autor) na primeira menção, abreviando o nome genérico subsequentemente, exceto onde o nome abreviado possa causar dúvidas em relação a outros gêneros citados no texto (veja também o item “Citação de autores de táxons” abaixo). Também deverá ser usado o nome científico completo quando citado no início de cada parágrafo. Os nomes dos autores de táxons devem ser citados segundo a base de dados do International Plant Name Index - IPNI (<http://www.ipni.org>), ou de acordo com Brummitt & Powell (1992), na obra “Authors of Plant Names”. As siglas dos herbários deverão seguir o Index Herbariorum (<http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>).

- Primeira página - deve incluir o título (em dois idiomas), autores, filiação completa (instituições e endereços), título resumido e endereço de email do autor para correspondência. O título deverá ser conciso e objetivo, expressando a ideia geral do conteúdo do trabalho e não deve conter nomes de autores de espécies. O título resumido deve vir logo abaixo do nome dos autores e ter no máximo 40 caracteres.

- Segunda página - deve conter Abstract com Key words e Resumo e Palavras-chave (até cinco Key words). As Key words do Abstract devem estar em ordem alfabética. As Palavras-chave traduzidas devem seguir a ordem das originais.

Exemplo:

Key words: coastal vegetation, Atlantic Forest domain, flora, similarity.

Palavras-chave: vegetação costeira, Domínio Mata Atlântica, flora, similaridade.

Abstracts e Resumos devem conter até 250 palavras cada. Caso haja nomes de espécies, não incluir suas autorias. No Abstract e Resumo, as espécies citadas não apresentam os nomes de seus autores.

2.1.1. Texto – Iniciar em nova página na sequência: Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements e References. O item Results pode estar associado a Discussion quando mais adequado.

Os títulos (Introduction, Material and Methods etc.) e subtítulos deverão ser apresentados em negrito.

As figuras e tabelas deverão ser numeradas em arábico de acordo com a sequência em que as mesmas aparecem no texto. Veja o item Ilustrações para mais detalhes.

Sugere-se que conjuntos de dados morfológicos discretos sejam depositados no MorphoBank (<http://www.morphobank.org>).

Nos tratamentos taxonômicos os protólogos devem ser citados conforme o modelo abaixo:

Exemplo:

*Phyllanthus glaziovii* Müll. Arg., Fl. bras. 11(2): 41, pl.8. 1873. Tipo: BRASIL. RIO DE JANEIRO: A.F.M. Glaziov 2892 (holótipo BR n.v., fotografia do holótipo em BR!; isótipo P n.v., fotografia do isótipo em P!).

O nome de autores de espécies deve ser indicado apenas na primeira vez que aparece no texto. Para os casos em que o manuscrito contenha descrição, diagnose ou lista de espécies, os táxons citados nesses itens deverão estar acompanhados dos respectivos autores, fazendo desnecessária a sua citação posteriormente ao longo do texto (ex: *Swartzia pilulifera* Benth.).

Citações de autores de táxons

Nomes de autores de famílias e gêneros devem ser suprimidos em todos os manuscritos.

Isto é tratado como uma citação normal, e assim, o artigo completo em que a espécie foi

publicada deve ser incluído nas referências seguindo as normas da revista (veja o item Referências). Para artigos com vários números de táxons, como listagens florísticas, a autoria deve ser abreviada conforme as regras do IPNI.

Em caso de dúvida entre em contato com o Corpo Editorial da Rodriguésia. Abreviações dos nomes dos autores também serão usadas para sinônimos quando os autores dos basionimos já tiverem sido citados. Também em caso de descrição de novos táxons os autores devem ser abreviados.

A citação de autores dos táxons deve seguir a regra com os exemplos hipotéticos abaixo:

Exemplo:

*Jardinia botanica* Mart. ex Benth (1937: 128).

- Martius é abreviado porque a espécie foi publicada por Benth, que é o autor do artigo que será citado.

*Arboretum botanicum* (Mart. ex Benth.) Hepaminondes (1967: 56).

- Benth é abreviado porque a autoria já foi devidamente citada anteriormente no basionimo.

*Plantoria bonita* (Lobravonitz 1904: 120) Calic (1970: 98).

- Deve-se citar o sobrenome completo dos autores, tanto do basionimo como da nova combinação, quando o basionimo não for citado anteriormente.

Citações de autores de trabalhos

Artigos do mesmo autor ou sequência de citações devem estar em ordem cronológica. Quando o mesmo autor publicou várias obras no mesmo ano, as diferentes citações devem ser indicadas por letras (ex: Smtih 2009a, 2009b, 2009c) respeitando a ordem alfabética em que é citado no texto. A citação de Teses e Dissertações deve ser utilizada apenas quando estritamente necessária. Não citar trabalhos apresentados em Congressos, Encontros e Simpósios.

Comunicação pessoal devera ser citada no texto seguindo o exemplo: “... os estudos ainda são escassos no grupo (M.F. Silva 2015, comunicação pessoal).”

As citações de referências no texto devem seguir os seguintes exemplos:

- Para um ou dois autores:

Segundo Miller (1993)...

De acordo com Miller & Maier (1994) ...

- Para três ou mais autores:

Proposto por Baker et al. (1996)...

- É importante lembrar que o ponto e vírgula é usado para separar mais de uma citação entre parênteses:

(Miller 1993; Miller & Maier 1994).

- Citações de citações devem ser indicadas por apud como no exemplo:

(Souza apud Siqueira 2004).

### 2.1.2. Descrições

Em trabalhos de flora não deve constar descrição para gêneros com apenas uma espécie na área em estudo. Apenas a espécie deve ser descrita.

Para números decimais, use ponto, obedecendo a norma da língua inglesa (ex.: 10.5 m). Separe as unidades dos valores por um espaço (exceto em porcentagens, graus, minutos e segundos).

Não utilizar o número “zero” após a vírgula ou ponto (ex.: 1.2 mm; 1 mm; 4.7 cm).

Use abreviações para unidades métricas do *Système International d’Unités* (SI) e símbolos químicos amplamente aceitos. Demais abreviações devem ser evitadas, mas podem ser utilizadas, devendo ser precedidas de seu significado por extenso na primeira menção. Observe o uso de maiúsculas e minúsculas (ex.: km, m, cm, MB, °C).

A cada início de parágrafo o nome da espécie deve vir sem abreviação.

### 2.1.3. Material examinado

O material examinado deve ser citado obedecendo a seguinte ordem: local, coordenadas (separadas por vírgula), data de coleta (dia, mês e ano separados por ponto (.) e o mês em algarismos romanos - maiúsculo), bot., fl., fr., fl. e fr. (para as fases fenológicas), nome do coletor (sem espaço entre as iniciais dos primeiros nomes seguido do sobrenome por extenso em itálico e utilizando et al. quando houver mais de dois coletores (ex.: R.L. Borges)) e número do coletor e siglas dos herbários entre parênteses, segundo *Index Herbariorum* (Thiers, continuously updated - <http://sweetgum.nybg.org/ih/>).

Quando não houver número de coletor não utilize s.n., neste caso o número de registro do

espécime deverá ser citado após a sigla do respectivo herbário (ex.: A. Pereira (RB 9754)).

Os nomes dos países e dos estados/províncias deverão ser citados por extenso, em letras maiúsculas e em ordem alfabética, seguidos dos respectivos materiais estudados. Dentro de cada estado/província, os municípios (com todos os dados da coleta) deverão ser citados em ordem alfabética separados por ponto (.). Diversas coletas dentro de um mesmo município serão separadas por ponto e vírgula (;), sem repetir o nome do município e nem usar as palavras “idem” e “ibidem”. Caso haja repetição dos locais de coletas dentro dos municípios, suprimir também os nomes desses locais. Não usar “s.loc.”, “s.d.” nem “s.n.”.

No exemplo abaixo o nome dos municípios e o local repetidos foram riscados:

BRASIL. PARANÁ: Guaratuba, Rio Itararé, 17.VIII.1994, fl. e fr., J.M. Silva 1372 (RB, MBM). Morretes, Ninho do Gavião, Porto de Cima, 3.X.1948, fl., G. Hatschbach et al. 1011 (MBM); Morretes, Ninho do Gavião, Serra Marumbi, 9.V.1996, fr., J.M. Silva 1372 (MBM). Paranaguá, trilha para Torre da Prata, 1.VII.2003, bot., J.M. Silva 3753 (RB, MBM). Piraquara, Rio Taquari, 29.IX.1951, fl., G. Hatschbach 2519 (MBM). Quatro Barras, Morro Sete, 23.XI.1988, fr., J.M. Silva 600 (ESA, HUEFS, MBM, SPF, UB); Quatro Barras, 10.IX.1982, fl., G. Hatschbach 45288 (MBM). SANTA CATARINA: Garuva, Monte Cristo, 6.X.1960, fr., R. Reitz & S. Pereira 10037 (RB, FLOR, HBR). Joinville, Castelo dos Bugres, 25.XI.2004, fr., F.C.S. Silveira 637 (FURB). SÃO PAULO: Cajati, Estação Repetidora da Serra do Aleixo, torre da Embratel, 30.IX.2002, fl., J.M. Silva 3649 (CESJ, HUEFS, MBM).

Veja alguns exemplos para uso de letra maiúscula e minúscula nos nomes dos locais de coleta:

- trilha para Pedra do Sino / trilha ao longo do Rio Maianarte / Trilha da Jararaca
- Estrada da Vista Chinesa / Estrada Diamantina / estrada para a Lagoa Pires / estrada Rio-Petrópolis / estrada entre Guinda e Sopa
- lagoa próxima a Serra do Espinhaço / Lagoa de Jurubatiba
- fazenda no caminho da Trilha do Lobo / Fazenda dos Portugueses

Quando o material examinado for muito extenso, a citação de material selecionado deve ser priorizada sempre que pertinente, buscando abranger a diversidade morfológica tratada, assim como a distribuição geográfica.

Para trabalhos de flora estadual ou local, no material examinado que abrange pontos de coleta

inseridos na área em estudo, não deve ser repetido o nome da localidade na qual foi desenvolvido o estudo de flora. No caso de floras estaduais devem ser citados os municípios e para floras locais os pontos de coleta inseridos na área em estudo.

Em trabalhos sobre a descrição de novos táxons, os espécimes adicionais examinados (parátipos) devem ser citados em material examinado. É recomendável que os autores apresentem o status de conservação seguindo os critérios e categorias da Lista Vermelha da IUCN (2001).

#### Comentários sobre a espécie

Comentários referentes a Distribution, Habitat, Phenology, Conservation status etc. de uma espécie deve ser escrito em parágrafo próprio, após o “Examined material”.

Seguir o exemplo abaixo:

Distribution, ecology, and conservation status: It is known only in one site, in the municipality of Santa Teresa, in the Reserva Biológica Augusto Ruschi. The species grows in the Ombrophilous Montane Forest, at altitudes between 800–900 m. The new species is evaluated as data deficient (DD) of IUCN (2016) criteria, due to few collections.

Phenology: The material with flowers and young fruits was collected in April.

Etymology: The name of the new species refers to the trichomes in the apex of corolla lobes.

#### 2.1.4. Tabelas

Cada tabela deve ser enviada separadamente em arquivo formato Word (.doc, .docx). Todas devem ser apresentadas em preto e branco, sem linhas nem preenchimentos ou sombreados.

\*\*\* Todas as tabelas devem ser citadas no texto. \*\*\*

No texto, as tabelas devem ser sempre citadas de acordo com os exemplos abaixo:

“There are studies about the species (Tabs. 2 e 3)...”

ou:

“These species are described at the Tables 2 e 3...”

### 2.1.5. Ilustrações

Mapas, desenhos, gráficos e fotografias devem ser denominados como Figuras. Fotografias e ilustrações que pertencem à mesma figura devem ser organizadas em pranchas (ex.: Fig. 1a-d – significando que a figura 1 possui quatro fotografias ou desenhos). Quando o número de figuras ultrapassar as letras do alfabeto, usar: a', b', c'. No texto, as figuras devem ser sempre citadas de acordo com os exemplos abaixo:

“The hiliium is oblong-ovate (Figs. 1g; 3a'-c')...”

“Some characteristics are presented at Figures 2 e 3...”

“These seeds (Fig. 1) and the fruits (Figs. 2; 3; 6) ...”

“Observe the inflorescences of *Coryanthes dasilvae* (Figs. 2a,b; 5e-g)...”

As pranchas devem possuir 15 cm larg. × 19 cm comp. (altura máxima permitida). Também serão aceitas figuras que caibam em uma coluna, ou seja, 7 cm larg. × 19 cm comp.

\*\*\* Importante: Todas as ilustrações devem ser citadas no texto e na sequência em que aparecem, sendo inseridas em arquivos independentes, nunca inseridas no arquivo de texto. \*\*\*

Envio das imagens para a revista:

FASE INICIAL – submissão eletrônica

- O autor deve submeter o manuscrito no site: <<https://mc04.manuscriptcentral.com/rod-scielo>>
- As imagens devem ser submetidas em formato PDF, JPEG, PNG ou TIF com tamanho máximo de 10 MB.
- Os gráficos devem ser enviados em formato Excel.
- Ilustrações que não possuam todos os dados legíveis resultarão na devolução do manuscrito.