

# **DIATOMÁCEAS CÊNTRICAS (*Coscinodiscophyceae* e *Mediophyceae*) PLANCTÔNICAS EM DOIS ESTUÁRIOS TROPICAIS BRASILEIROS: LEVANTAMENTO FLORÍSTICO E NOVOS REGISTROS**

Planktonic centric diatoms (*Coscinodiscophyceae* and *Mediophyceae*) from two tropical Brazilian estuaries: floristic survey and new records

**Ariadne do Nascimento Moura<sup>1</sup>, Anamaria Silva Diniz<sup>2</sup>, Cihelio Alves Amorim<sup>2</sup>, Jhullyrson Osman Ferreira de Brito<sup>3</sup>, Raylane Ribeiro da Anunciação<sup>4</sup>, Silvano Lima do Nascimento Filho<sup>5</sup>, Watson Arantes Gama<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Professora titular da Universidade Federal Rural de Pernambuco. E-mail: ariadne\_moura@hotmail.com

<sup>2</sup> Pós-graduando(a) do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Universidade Federal Rural de Pernambuco, bolsista Facepe

<sup>3</sup> Pós-graduando do Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, bolsista CNPq

<sup>4</sup> Pós-graduanda do Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, bolsista Facepe

<sup>5</sup> Pós-graduando do Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, bolsista Capes

<sup>6</sup> Professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco

## **RESUMO**

Os estuários são ecossistemas altamente produtivos e dinâmicos, sendo o fitoplâncton o principal produtor primário, e as diatomáceas cêntricas são o grupo mais abundante observado no fitoplâncton marinho e estuarino. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi realizar o levantamento taxonômico das diatomáceas cêntricas planctônicas (*Coscinodiscophyceae* e *Mediophyceae*) de dois estuários tropicais localizados no Nordeste do Brasil. O estudo foi realizado antes do maior impacto de derramamento de óleo ocorrido no Brasil em 2019. Trinta e seis táxons foram identificados. *Mediophyceae* foi a classe mais representativa, com 24 espécies. *Coscinodiscus* foi o gênero com maior número de espécies identificadas, seguido de *Chaetoceros* e *Thalassiosira*. A espécie *Chaetoceros filiferus* Karsten foi reportada pela primeira vez para o Brasil, enquanto *Paralia fenestrata* (Sawai & Nagumo) e *Shionodiscus endoseriatus* (Hasle & Fryxell) Alverson consistem em novos registros para o Nordeste do Brasil e *Thalassiosira lineata* Jousé para o estado de Pernambuco.

Recebido em: 06/09/2021

Aprovado em: 20/05/2022

Publicado on-line em: 10/08/2022

Descrições, ilustrações e comentários sobre as variações morfológicas e métricas dos táxons foram apresentados. Os resultados evidenciam a importância de estudos florísticos para o conhecimento da flora de diatomáceas de ambientes marinhos tropicais, além de servir como um estudo de base para trabalhos futuros nos estuários estudados.

**Palavras-chave:** Brasil, diatomáceas marinhas, fitoplâncton, microscopia eletrônica de varredura, taxonomia.

## ABSTRACT

*Estuaries are highly productive and dynamic ecosystems in which phytoplankton is the main primary producer and centric diatoms are the most abundant group seen in marine and estuarine phytoplankton. In this context, the aim of this study was to carry out a taxonomic study of the planktonic centric diatoms (Coscinodiscophyceae and Mediophyceae) from two tropical estuaries located in Northeast Brazil. This study was carried out before the biggest oil spill impact occurred in Brazil in 2019. Thirty-six taxa were identified, with Mediophyceae as the most representative class with 24 species. Coscinodiscus was the genus with the highest number of species identified, followed by Chaetoceros and Thalassiosira. The species Chaetoceros filiferus Karsten was reported for the first time to Brazil, while Paralia fenestrata Sawai & Nagumo and Shionodiscus endoseriatus (Hasle & Fryxell) Alverson are new records for Northeast Brazil and Thalassiosira lineata Jousé for Pernambuco state. Descriptions, illustrations, and comments on morphological and metric variations for each taxon were presented. The results highlight the importance of floristic studies for the knowledge of diatom flora in tropical marine environments, besides acting as a crucial study for future research in the studied estuaries.*

**Keywords:** Brazil, marine diatoms, phytoplankton, scanning electron microscopy, taxonomy.

## INTRODUÇÃO

Os estuários são uma zona de transição entre os ambientes marinho e de água doce que apresenta uma variação dos gradientes ambientais, espacial e temporalmente, o que os torna um ambiente dinâmico e complexo (Azhikodan & Yokoyama, 2015). Os estuários em todo o mundo tornaram-se substancialmente influenciados por atividades humanas, incluindo mudanças no uso da terra, eutrofização e derramamentos de óleo, que afetam a composição e a diversidade dos organismos através de fatores abióticos e bióticos (Wetzel, 2001). Estudos têm apontado que muitos desses fatores têm influenciado na composição e abundância do fitoplâncton em estuários em todo o mundo (Saifullah *et al.*, 2014; Mehedi Iqbal *et al.*, 2017). O fitoplâncton é um conjunto de organismos unicelulares e microscópicos com rápida taxa de crescimento e serve como fonte de energia para organismos consumidores de níveis tróficos superiores da teia alimentar (Saifullah *et al.*, 2014). Além disso, a distribuição, abundância e composição de espécies do fitoplâncton podem ajudar a entender as mudanças passadas e futuras na qualidade da água (Sathicq *et al.*, 2017).

As diatomáceas constituem um dos grupos do fitoplâncton que desempenham um papel importante na produção primária em estuários. São utilizadas como bioindicadores

do ambiente aquático, pois apresentam ciclo de vida curto e respondem rapidamente às mudanças ambientais, como variações de nutrientes, luz, salinidade e regime de marés (Underwood & Kromkamp, 1999; Shekhar *et al.*, 2008), fornecendo um alerta precoce de poluição (Rajkumar *et al.*, 2012). Desse modo, as diatomáceas respondem às variações nas condições ambientais através da mudança na composição de espécies (Hilaluddin; Leaw & Lim, 2010), que, juntamente com a riqueza, são utilizadas como ferramentas para o desenvolvimento de índices para o monitoramento de impactos ambientais (Chariton *et al.*, 2015; Manoylov *et al.*, 2016).

Entre os impactos provocados em ambientes aquáticos, o derramamento de óleo causa efeitos drásticos na biodiversidade dos estuários, pois inibe principalmente o crescimento de diatomáceas através da redução das atividades metabólicas e fotossintéticas (Lewis & Pryor, 2013), resultando em mudanças na composição de espécies (Parab *et al.*, 2008; Hallare; Lasafin & Magallanes, 2011; Hook & Osborn, 2012). Os efeitos do óleo sobre o fitoplâncton dependem também da sua concentração no momento do derramamento e da tolerância das espécies locais (El-Sheekh *et al.*, 2000). Esses efeitos são mais preocupantes quando ocorre o derramamento de óleo cru em altas concentrações, pois reduz drasticamente o crescimento do fitoplâncton, enquanto em baixas concentrações ocorre o aumento das taxas de crescimento (Huang *et al.*, 2011). Dessa forma, os estudos florísticos de diatomáceas podem servir de referência para a detecção de impactos ambientais naturais ou antropogênicos (Siqueiros-Beltrones *et al.*, 2014; Chariton *et al.*, 2015). No presente estudo, o levantamento florístico de diatomáceas cêntricas foi realizado antes do maior derramamento de óleo ocorrido no Brasil e um dos maiores do mundo. Esses dados podem ser usados como um marco para futuras comparações do impacto do óleo na composição de diatomáceas cêntricas desses ambientes.

As diatomáceas podem ser classificadas molecular e morfológicamente em dois grupos: 1) as cêntricas, que são classificadas como Coscinodiscophyceae e Mediophyceae, e 2) as penadas agrupadas em Bacillariophyceae. A classe Coscinodiscophyceae pertence à divisão Bacillariophyta e inclui as diatomáceas com morfologia cêntrica radial. Atualmente é dividida em 17 ordens (Medlin, 2016). Com base em dados moleculares, algumas diatomáceas cêntricas foram agrupadas na classe Mediophyceae, a qual é constituída por espécies cêntricas bipolar ou multipolar, distribuídas em 11 ordens, e pelas diatomáceas com simetria radial da ordem Thalassiosirales (Medlin & Kaczmarska, 2004). De acordo com Guiry e Guiry (2019), Coscinodiscophyceae e Mediophyceae apresentam 1.210 e 1.528 espécies respectivamente, distribuídas em todo o mundo. A classe Bacillariophyceae é constituída por espécies com simetria bilateral, distribuídas em 17 ordens, com a presença ou ausência do sistema de rafe na região central ou marginal (Guiry & Guiry, 2022).

Com base nisso, o objetivo do presente estudo foi relatar a flora planctônica de diatomáceas cêntricas (Coscinodiscophyceae e Mediophyceae) de dois estuários tropicais, localizados no litoral do estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil, e indicar a distribuição dos registros para a flora local, regional e nacional. Ilustrações, descrições e comentários para cada táxon infragenérico foram incluídos nos resultados.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em dois estuários localizados na região da Ilha de Itamaracá, litoral norte do estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. O estuário do Rio Paripe (7°48'40" S, 34°51'23,1" O) está localizado no sul da Ilha de Itamaracá e apresenta 1,6 km de

extensão (Coelho & Coelho-Santos, 1990) com reduzida ação antrópica, pois está inserido numa área com baixa densidade demográfica (Coelho dos Santos & Coelho, 2001). O estuário do Rio Botafogo (7°46'31,8" S, 34°53'27,2" O), localizado na cidade de Itapissuma, também no estado de Pernambuco, faz parte do sistema de manguezais da Ilha de Itamaracá, sendo considerado como o estuário com maior carga de poluentes resultante de poluição industrial, descarga de esgoto doméstico, expansão urbana e pesca (Lacerda *et al.*, 2004; Otsuka *et al.*, 2014). A região onde estão localizados os estuários é caracterizada por um clima quente e úmido, com temperatura média anual entre 24° C e 25° C, chuvas de outono-inverno concentradas de março a agosto (Otsuka *et al.*, 2014).

A amostragem foi realizada em 4 de abril de 2019 nos períodos de maré alta (preamar) e baixa (baixa-mar), com réplicas em cada ponto e período de maré. Duas amostras foram coletadas no Rio Paripe correspondentes aos períodos de preamar e baixa-mar (amostras ERPP1 e ERPB1 respectivamente) e cinco amostras foram coletadas no Rio Botafogo em três locais de amostragem com as amostras ERBB2, ERBB3 e ERBB4, correspondentes ao período de baixa-mar, e amostras ERBP2 e ERBP3, ao período de preamar (Tabela I). Amostras de fitoplâncton foram coletadas utilizando-se garrafa de van Dorn (4-6 repetições por coleta) e posteriormente concentradas em rede de plâncton com abertura de malha de 25 µm na subsuperfície da coluna d'água (aproximadamente 30 cm abaixo da lâmina d'água). As amostras foram acondicionadas em frascos âmbar (150 ml), preservadas com formaldeído a 4% e transportadas ao laboratório para posterior análise.

Tabela I – Descrição dos pontos de coleta nas estações de amostragem (EA) nos estuários do Rio Paripe e Rio Botafogo, Nordeste do Brasil. AM: Altura da Maré

Amostra	EA	AM	Coordenadas	Nº de tombo
ERPP1	Estuário do Rio Paripe	Preamar	7°48'39,65" S, 34°51'22,21" O	PEUFR-55493
ERPB1	Estuário do Rio Paripe	Baixa-mar	7°48'39,65" S, 34°51'22,21" O	PEUFR-55494
ERBB2	Estuário do Rio Botafogo	Baixa-mar	7°46'26,94" S, 34°53'23,15" O	PEUFR-55495
ERBB3	Estuário do Rio Botafogo	Baixa-mar	7°46'36,16" S, 34°53'27,06" O	PEUFR-55496
ERBP2	Estuário do Rio Botafogo	Preamar	7°46'26,94" S, 34°53'23,15" O	PEUFR-55497
ERBP3	Estuário do Rio Botafogo	Preamar	7°46'36,16" S, 34°53'27,06" O	PEUFR-55498
ERBB4	Estuário do Rio Botafogo	Baixa-mar	7°46'31,04" S, 34°53'25,91" O	PEUFR-55499

O material foi analisado em microscópio óptico em 400× e 1.000× através de lâminas semipermanentes e lâminas permanentes, montadas seguindo o procedimento de limpeza para remoção de matéria orgânica segundo Carr, Hergenrader e Troelstrup (1986). As ilustrações dos espécimes foram obtidas com uma câmera Cannon SD890 IS. Para a microscopia eletrônica de varredura (MEV), utilizada para melhor ilustrar caracteres morfológicos e ultraestruturais de espécies de difícil identificação ao microscópio óptico, as amostras foram limpas de acordo com Moreira-Filho e Valente-Moreira (1981). Alíquotas de cada amostra foram transferidas e secas em *stubs*, cobertas com ouro (16 nm de espessura) e analisadas em um microscópio eletrônico de varredura (Vega Tescan) operando a 15 kV e 10 mm de distância de trabalho.

Chaves de identificação e bibliografia especializada foram utilizadas, como Germain (1981) e Krammer e Lange-Bertalot (1991). No mínimo, 10 indivíduos de cada espécie foram medidos, sempre que possível. A classificação taxonômica das espécies foi baseada em Medlin e Kaczmarska (2004) e Round, Crawford e Mann (1990), com atualizações nomencla-

turais de acordo com Guiry e Guiry (2019). Após a identificação, as amostras e lâminas permanentes foram depositadas no Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PEUFR), Brasil (PEUFR 55493 – 55499, Tabela I).

## RESULTADOS

Foram identificados 36 táxons infragenéricos distribuídos nas classes Coscinodiscophyceae e Mediophyceae. No total, foram identificadas 13 ordens, 16 famílias e 22 gêneros. *Coscinodiscus* foi o gênero com maior número de táxons (quatro táxons no total), seguido de *Chaetoceros*, *Thalassiosira* e *Actinoptychus*, com três táxons cada.

Coscinodiscophyceae Round & Crawford  
Coscinodiscales Round & R.M. Crawford  
Coscinodiscaceae Kützing  
*Coscinodiscus centralis* Ehrenberg 1839: 129  
Figura 1-2, 52-54.

Valvas circulares, superfície convexa, margem estriada com 7 estrias em  $\mu\text{m}$ ; 5-8 aréolas poliédricas na roseta central, padrão de areolação radial, aréolas hexagonais que aumentam e em seguida diminuem de tamanho em direção à margem da valva, 4-7 aréolas em 10  $\mu\text{m}$ ; anel de rimopórtulas marginais e duas macrorimopórtulas marginais; vista cingular com manto notório e retangular (Figura 54). Diâm.: 68-138  $\mu\text{m}$ .

Essa espécie é característica de ambientes hipereutróficos, frequentemente em elevados valores de abundância (Santiago *et al.*, 2010). Características e dimensões de acordo com Hasle e Lange (1992), Hernández-Becerril (2000) e Morales-Pulido e Aké-Castillo (2019).  
Material examinado: ERPP1, ERPB1, ERBB2, ERBB3, ERBP2, ERBP3 e ERBB4.

*Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg 1840: 68  
Figura 3.

Valvas circulares com superfície plana; roseta central quase imperceptível, aréolas hexagonais com aspecto grosseiro, aumentam de tamanho do centro até a circunferência; 4-5 aréolas em 10  $\mu\text{m}$  na zona média; várias rimopórtulas espalhadas na superfície da valva. Diâm.: 75,5  $\mu\text{m}$ .

Características e dimensões de acordo com Morales-Pulido e Aké-Castillo (2019).  
Material examinado: ERBB3.

*Coscinodiscus rothii* (Ehrenberg) Grunow 1878: 125  
Figuras 4-5, 55-56.

Valvas circulares convexas, margem finamente estriada; superfície valvar com aréolas poligonais paralelas distribuídas em feixes radiais, diminuindo de tamanho em direção à margem da valva; 8-10 aréolas em 10  $\mu\text{m}$ ; 8-9 fileiras de fultopórtulas saindo do centro em direção à margem; anel de rimopórtulas marginais intercalares e duas macrorimopórtulas posicionadas equidistantes na margem valvar. Diâm.: 42-59  $\mu\text{m}$ .

Características e dimensões de acordo com Souza-Mosimann *et al.* (1993).  
Material examinado: ERPB1, ERBB2, ERBB3 e ERBP3.

***Coscinodiscus* sp.**

Figura 6-7.

Valvas circulares, margem estriada; roseta central distinta, com padrão reticulado das aréolas, 44 aréolas irregulares na roseta central com tamanhos variados, chegando até 6,5 µm, aréolas circulares a hexagonais que diminuem de tamanho em direção à margem da valva, 6-7 aréolas em 10 µm; sete estrias marginais; inúmeras rimopórtulas marginais conspícuas e aproximadamente equidistantes (7-12 µm). Diâm.: 163 µm.

Morfotipo raro, com apenas um indivíduo registrado no estuário do Rio Paripe. Entretanto, as características morfológicas e as peculiaridades da roseta central diferem de todas as espécies na literatura.

Material examinado: ERPB1.

Heliopeltaceae H.L. Smith

*Actinoptychus senarius* (Ehrenberg) Ehrenberg 1843: 400

Figura 8.

Valvas circulares divididas em seis setores elevados e depressos alternadamente; 4-5 aréolas hexagonais em 10 µm; área central hialina hexagonal. Diâm.: 34-44,5 µm.

Características e dimensões de acordo com Souza-Mosimann, Laudares-Silva e Roos-Oliveira (2001) e Ludwig *et al.* (2004).

Material examinado: ERBB3 e ERBP2.

*Actinoptychus splendens* (Shadbolt) Ralfs in Pritchard 1861: 840

Figura 9.

Valvas circulares divididas em 12 a 18 setores elevados e depressos alternadamente com aréolas; área central circular hialina com expansões lineares partindo do centro às margens; uma rimopórtula marginal em cada setor elevado. Diâm.: 76-80 µm.

Características e dimensões de acordo com Souza-Mosimann e Roos-Oliveira (1998) e Moura, Bittencourt-Oliveira e Nascimento (2007).

Material examinado: ERPB1, ERBB3 e ERBP2.

***Actinoptychus* sp.**

Figura 10.

Valvas cilíndricas dividida em 12 setores elevados e depressos alternadamente com aréolas; 7 aréolas em 10 µm no centro valvar e 12-13 aréolas em 10 µm próximo às margens; área central com expansões lineares partindo do centro às margens. Diâm.: 67-76 µm.

Morfotipo raro, com apenas três indivíduos registrados no estuário do Rio Botafogo. Entretanto, as características morfológicas diferem de todas as espécies já registradas e publicadas na literatura.

Material examinado: ERBB3.

Melosirales R.M.Crawford

Melosiraceae Kützing

*Melosira moniliformis* C. Agardh 1824:8

Figura 11-12.

Valvas circulares; frústulas curtas conectadas por mucilagem formando colônias moniliformes com 2-6 células; frústulas cilíndricas na vista pleural; cíngulo com pontuações transversais. Diâm.: 12-19  $\mu\text{m}$ .

Características e dimensões de acordo com Crawford (1977) e Azevedo (1999).

Material examinado: ERPB1, ERBB2 e ERBB3.

Paraliales R.M. Crawford

Paraliaceae R.M. Crawford

*Paralia fenestrata* Sawai & Nagumo 2005:520

Figuras 13-16, 57.

Valvas circulares; frústulas cilíndricas formando colônias retas com 2-7 células; valva intercalar com sistema de marcações radiais entre a margem e a área central na superfície valvar; espinhos espatulados presentes nas margens e área central das valvas intercalares; manto ornamentado com várias fileiras de aréolas separadas por costelas. Diâm.: 25-35  $\mu\text{m}$ .

MEV: Anel central de protuberâncias na superfície da valva de separação; um anel de poros marginais (Figura 57).

Primeiro registro para o Nordeste do Brasil. *Paralia fenestrata* apresenta registro apenas para o Sul do Brasil (Garcia *et al.*, 2012). Espécie semelhante a *P. sulcata*, diferindo pelas marcações radiais na superfície valvar e pelo anel de poros marginais, que em *P. sulcata* é duplo. Características e dimensões de acordo Garcia *et al.* (2012).

Material examinado: ERPP1, ERPB1, ERBB2, ERBB3, ERBP2 e ERBP3.

*Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve 1873:7

Figura 17-19.

Valvas circulares; frústulas cilíndricas formando colônias retas e curtas; superfície da valva intercalar com marcações radiais periféricas limitando uma área hialina central; valvas intercalares com espinhos curtos presentes nas margens; costelas arranjadas muito próximas na vista pleural. Diâm.: 19-32  $\mu\text{m}$ .

Características e dimensões de acordo com Sawai, Nagumo e Toyoda (2005), Silva, Torgan e Cardoso (2010) e Garcia *et al.* (2012).

Material examinado: ERPP1, ERPB1, ERBB2, ERBB3 e ERBP2.

Rhizosoleniales P.C. Silva

Rhizosoleniaceae De Toni

*Pseudosolenia calcar-avis* (Schultze) B.G. Sundström 1986:95

Figuras 20-21.

Valvas cônicas a subcônicas, com extremidades levemente curvadas ou retas, hialinas e bilateralmente assimétricas; células cilíndricas, solitárias ou em pares; processo levemente curvado, mais largo na base e afiado nos ápices. Comp.: 370-410  $\mu\text{m}$ ; Larg.: 17-27  $\mu\text{m}$ .

Características e dimensões de acordo com Hernández-Becerril (1995) e Sunesen e Sar (2007).

Material examinado: ERPB1, ERBB2, ERBB3, ERBP2 e ERBP3.

Mediophyceae Medlin & Kaczmarska

Anaulales Round & R.M. Crawford  
Anaulaceae (Schütt) Lemmermann  
*Terpsinoë americana* (Bailey) Ralfs in Pritchard 1861: 859  
Figuras 22-23.

Valvas elípticas com margens trionduladas e extremidades arredondadas, divididas em três setores por pseudo-septos; setor central com aréolas dispostas radialmente partindo de uma área central; pseudo-ocelos presentes nos setores das extremidades com aréolas dispostas em linhas paralelas. Comp.: 40-54 µm, Larg.: 25-28 µm.

Características e dimensões com Moura, Bittencourt-Oliveira e Nascimento (2007) e Lee e Park (2015).

Material examinado: ERPP1, ERPB1, ERBB2, ERBB3, ERBP2 e ERBB4.

Biddulphiales Krieger  
Biddulphiaceae Kützing  
*Biddulphia biddulphiana* (J.E. Smith) Boyer 1900: 694  
Figura 24.

Valvas elípticas onduladas e quadráticas na vista pleural; superfície valvar dividida por duas a seis nervuras, com um pseudo-ocelo em cada extremidade, ornamentada com cinco aréolas em 10 µm dispostas transversalmente ao eixo apical na região central e longitudinalmente próximo às extremidades. Comp.: 53-70 µm, Larg.: 60-71 µm.

Características e dimensões de acordo com Felício-Fernandes, Souza-Mosimann e Moreira-Filho (1994), Souza-Mosimann e Roos-Oliveira (1998) e Souza-Mosimann, Laudares-Silva e Roos-Oliveira (2001).

Material examinado: ERPP1, ERPB1, ERBB2 e ERBB3.

Chaetocerotales Round & R.M. Crawford  
Chaetocerotaceae Ralfs  
*Chaetoceros affinis* Lauder 1864: 78, pl. 8: fig. 5  
Figura 25.

Células retangulares na vista pleural formando colônias longas e retas com espaço intercelular convexo; valvas elípticas e côncavas com cerdas finas dispostas em sentido perpendicular à colônia (30°-60°) e cerdas mais espessas nas células apicais da colônia. Comp.: 13-25 µm, Larg.: 13-20 µm.

Características e dimensões de acordo com Shevchenko, Orlova e Hernández-Becerril (2006), Souza-Mosimann, Laudares-Silva e Roos-Oliveira (2001) e Sunesen, Hernández-Becerril e Sar (2008).

Material examinado: ERPB1, ERBB2, ERBB3 e ERBP2.

*Chaetoceros filiferus* Karsten 1907: 392  
Figuras 26-27.

Células quadráticas na vista pleural, com espaço intercelular muito delicado formando colônias retas ou levemente curvadas; dois cloroplastos por célula; célula apical

convexa; cerdas muito finas surgindo do interior das células, e cerdas mais grossas fundidas nas margens das células. Comp.: 17-18  $\mu\text{m}$ , Larg.: 12-15  $\mu\text{m}$ .

Primeiro registro para o Brasil. *Chaetoceros filiferus* apresenta uma distribuição disjunta no Golfo da Califórnia (Hernández-Becerril, 1993), no mar do Caribe (Hernández-Becerril & Granados, 1998) e na costa da Argentina (Sunesen; Hernández-Becerril & Sar, 2008). Portanto, é esperado que também ocorra na costa brasileira. Características e dimensões de acordo com Hernández-Becerril e Granados (1998) e Sunesen, Hernández-Becerril e Sar (2008).

Material examinado: ERPB1, ERBB2, ERBB3 e ERBP2.

*Chaetoceros teres* Cleve in Aurivillius 1896: 30, fig. 7

Figura 28.

Células retangulares na vista pleural, algumas vezes mais longas do que largas, formando colônias retas; valvas elípticas levemente côncavas, com espaço intercelular delicado; cerdas finas partindo dos ápices das células através de poros, dispostas em sentido perpendicular à colônia, geralmente com cerdas longas na primeira célula; vários cloroplastos por célula. Comp.: 20-48  $\mu\text{m}$ , Larg.: 18-26  $\mu\text{m}$ .

Características e dimensões de acordo com Hernández-Becerril e Granados (1998) e Shevchenko, Orlova e Hernández-Becerril (2006).

Material examinado: ERPB1, ERBB2, ERBB3 e ERBP2.

Eupodiscales V.A. Nikolaev & D.M. Harwood

Eupodisceae Ralfs

*Auliscus punctatus* Bailey in Peragallo et Peragallo, 1897-1908: 401

Figura 29.

Valvas elípticas a circulares; presença de 2 ocelos nas extremidades; superfície valvar pontilhada, com pontos conectados em linhas partindo radialmente da área central. Diâm.: 64-94  $\mu\text{m}$ .

Características de acordo com Wood *et al.* (1959) e dimensões de acordo com Moura, Bittencourt-Oliveira e Nascimento (2007).

Material examinado: ERBB3 e ERBB4.

*Auliscus sculptus* (W. Smith) Brightwell 1860: 139

Figura 30.

Valvas elípticas, área central hialina; dois ocelos elevados evidentes nas margens do maior eixo; 3-4 costelas curvadas em 10  $\mu\text{m}$ , que partem dos ocelos em direção ao centro e margens, e das margens laterais em direção ao centro. Comp.: 60-105  $\mu\text{m}$ , Larg.: 48-70  $\mu\text{m}$ .

Características e dimensões de acordo com Felício-Fernandes, Souza-Mosimann e Moreira-Filho (1994).

Material examinado: ERPP1, ERPB1, ERBB3 e ERBP3.

*Cerataulus smithii* Ralfs in Pritchard 1861: 847

Figura 31.

Valvas elípticas ou subcirculares; superfície valvar convexa; dois ocelos elevados nas margens valvares. Diâm.: 55,78 µm.

Características e dimensões de acordo com Souza-Mosimann e Laudares-Silva (2005).  
Material examinado: ERPB1.

*Hobaniella longicuris* (Greville) P.A. Sims & D.M. Williams in P.A. Sims, D.M. Williams & Ashworth 2018: 38

Figura 32.

Valvas elípticas a subcirculares com processos longos (13-18 µm), finos e divergentes nas extremidades; elevação central com 2 espinhos projetados em sentido divergente; frústulas quadrangulares na vista pleural, solitárias ou formando colônias conectadas por processos; ocasionalmente há uma parede silicosa entre as frústulas adjacentes. Comp.: 47 µm; Larg.: 37 µm.

Características e dimensões de acordo com Lavigne, Sunesen e Sar (2015).  
Material examinado: ERPP1 e ERPB1.

Odontellaceae P.A. Sims, D.M. Williams & M.P. Ashworth

*Amphitetras antediluviana* Ehrenberg 1840: 62

Figura 33.

Valvas quadrangulares com processos apicais nas extremidades, centro valvar côncavo; fileiras de pontos que partem radialmente do centro para periferia. Diâm.: 70 µm entre as margens; 75 µm entre os ápices.

Características e dimensões de acordo com Moura, Bittencourt-Oliveira e Nascimento (2007).

Material examinado: ERBB3.

*Odontella aurita* (Lyngbye) C. Agardh 1832: 56

Figura 34.

Valvas elípticas, frústulas quadráticas na vista pleural, isoladas ou formando colônias; superfície valvar com 2 elevações nos ápices e 1 central; 2 espinhos presentes na elevação central partindo em sentidos opostos; aréolas radiais 9-10 em 10 µm. Comp.: 28-45 µm, Larg.: 25-40 µm.

Características e dimensões de acordo com Lobban *et al.* (2012), Al-Handal, Compère e Riaux-Gobin (2016) e Sims, Williams e Ashworth (2018).

Material examinado: ERPB1, ERBB2, ERBB3, ERBP2 e ERBP3.

*Pseudictyota dubia* (Brightwell) P.A. Sims & D.M. Williams in P.A. Sims, D.M. Williams & Ashworth 2018: 37

Figuras 35-36, 58.

Valvas hexagonais, levemente convexas, com três extremidades maiores, alternando com outras três menores; extremidades maiores apresentam uma elevação para fora da valva, terminando em um ocelo; superfície da valva coberta com pseudolóculos, maiores

no centro da valva e reduzindo de tamanho em direção às margens; manto da valva reforçado com costelas conspicuas, 9-11 costelas em 10  $\mu\text{m}$ . Diâm. entre os ocelos: 24-29  $\mu\text{m}$ .

Características e dimensões de acordo com Navarro e Lobban (2009), como *Triceratium dubium* Brightwell) e Sims, Williams e Ashworth (2018).

Material examinado: ERPB1.

Parodontellaceae S. Komura

*Trieres regia* (M. Schultze) Ashworth & E.C. Theriot in Ashworth, Nakov & E.C. Theriot 2013: 1221

Figura 37.

Valvas elípticas, região central côncava com 2 espinhos longos ligeiramente curvados nas extremidades, 2 processos apicais curtos semelhantes a chifres; frústulas solitárias, algumas vezes formando colônias conectadas pelos espinhos; frústulas retangulares na vista pleural, cingulo largo. Comp.: 110-223  $\mu\text{m}$ , Larg.: 50-80  $\mu\text{m}$ .

Características e dimensões de acordo com Sims, Williams e Ashworth (2018).

Material examinado: ERPP1, ERPB1, ERBB2, ERBB3, ERBP2, ERBP3 e ERBB4.

Lithodesmiales Round & R.M. Crawford

Lithodesmiaceae Round

*Lithodesmium undulatum* Ehrenberg 1839: 156

Figura 38, 59.

Valvas triangulares; superfície valvar com ligeira elevação central com espinho fino central; aréolas finas dispostas radialmente do centro valvar às margens; 9 estrias em 10  $\mu\text{m}$ . Diâmetro entre as extremidades: 40-56,32  $\mu\text{m}$ .

Características e dimensões de acordo com Souza-Mosimann *et al.* (2011).

Material examinado: ERBP3.

Stephanodiscales Nikolaev & Harwood

Stephanodiscaceae Glezer & Makarova

*Cyclostephanos invisitatus* (M.H. Hohn & Hellermann) E.C. Theriot, Stoermer & Håkasson 1988: 256

Figura 39.

Valvas circulares; área central achatada; superfície valvar com estrias muito finas distribuídas radialmente; 16-20 estrias em 10  $\mu\text{m}$ . Diâm.: 9,2-11,3  $\mu\text{m}$ .

Características e dimensões de acordo com Lehmkuhl *et al.* (2010).

Material examinado: ERPB1, ERBB2, ERBB3, ERBP3 e ERBB4.

*Cyclotella striata* (Kützing) Grunow in Cleve & Grunow 1880: 119

Figura 40.

Valvas circulares; área central rugosa e ondulada, com 7-11 fultopórtulas nas margens da área central, sendo mais abundantes de um lado e apenas duas do outro; 4 câmaras marginais inconspicuas em 10  $\mu\text{m}$ ; 9-11 estrias em 10  $\mu\text{m}$ , 1-2 estrias por câmara. Diâm.: 22-50  $\mu\text{m}$ .

Espécie semelhante a *C. stylorum*, diferindo pelas câmaras marginais, quantidade de estrias dentro de cada câmara e padrão de distribuição das fultopórtulas na área central. Características e dimensões de acordo com Håkansson (2002), Tremarim, Ludwig e Moreira-Filho (2008), Lehmkuhl *et al.* (2010), Silva, Torgan e Cardoso (2010) e Al-Handal, Thomas e Pennesi (2018).

Material examinado: ERPB1, ERBB2, ERBB3, ERBP2 e ERBB4.

*Cyclotella stylorum* Brightwell 1860: 96, pl. VI [6]: fig. 16  
Figura 41, 60.

Valvas circulares; área central rugosa e ondulada, com 8-15 fultopórtulas distribuídas irregularmente na área central; 3 câmaras marginais evidentes em 10 µm; 11-12 estrias em 10 µm, 3-4 estrias por câmara. Diâm.: 29-50 µm.

Espécie semelhante a *C. striata*, diferindo pelas câmaras marginais, quantidade de estrias dentro de cada câmara e padrão de distribuição das fultopórtulas na área central. Características e dimensões de acordo com Tremarim, Ludwig e Moreira-Filho (2008), Lehmkuhl *et al.* (2010) e Al-Handal, Thomas e Pennesi (2018).

Material examinado: ERPB1, ERBB2, ERBB3, ERBP2 e ERBP3.

Thalassiosirales Glezer e Makarova

Thalassiosiraceae M. Lebour

*Shionodiscus endoseriatus* (Hasle & Fryxell) Alverson, Kang et Theriot 2006: 259  
Figura 42, 61.

Valvas circulares, margem estriada; presença de 1-2 poros centrais rodeados por 6-7 processos marginais; aréolas circulares a hexagonais com distribuição radial, formando vários fascículos a partir do centro em direção à margem, 8-12 aréolas em 10 µm. Diâm.: 21-55 µm.

Novo registro para o Nordeste do Brasil. Espécie raramente encontrada no Sul do Brasil (Garcia & Odebrecht, 2009) e Argentina (Sar; Sunesen & Lavigne, 2002), mas abundante e frequente nas amostras do presente estudo. Características e dimensões de acordo com o protólogo (Fryxell & Hasle, 1977) e com outros trabalhos para o Oceano Atlântico Sul (Sar; Sunesen & Lavigne, 2002; Garcia & Odebrecht, 2009).

Material examinado: ERPB1, ERBB2, ERBB3, ERBP2, ERBP3 e ERBB4.

*Shionodiscus oestrupii* (Ostenfeld) A.J. Alverson, S.-H. Kang & E.C. Theriot 2006: 258  
Figura 43.

Valvas circulares, superfície convexa; aréolas hexagonais grosseiras em distribuição excêntrica que diminuem de tamanho em direção à margem; 5-6 aréolas em 10 µm; uma fultopórtula próxima ao centro valvar. Diâm.: 31,5 µm.

Características e dimensões de acordo com Tremarim, Ludwig e Moreira-Filho (2008), Lehmkuhl *et al.* (2010) e Souza-Mosimann *et al.* (2011).

Material examinado: ERBB2.

*Thalassiosira leptopus* (Grunow) Hasle & G. Fryxell 1977: 20  
Figura 44, 62.

Valvas circulares, superfície plana a levemente convexa; aréolas hexagonais que diminuem de tamanho em direção à margem, arrançadas em fileiras diagonais, 6-7 aréolas em 10 µm próximas ao centro e 7-8 próximos às margens; três fultopórtulas evidentes distribuídas irregularmente próximos à margem. Diâm.: 33-60 µm.

MEV: Anel de fultopórtulas marginais, 4-6 fultopórtulas na margem; dois poros na face da valva, localizados dentro da aréola.

Características e dimensões de acordo com Herzig e Fryxell (1986).

Material examinado: ERPP1, ERPB1, ERBB2, ERBB3, ERBP2 e ERBB4.

*Thalassiosira lineata* Jousé 1968: 13

Figura 45, 63.

Valvas circulares, superfície plana a levemente convexa; aréolas hexagonais de tamanhos regulares, com padrão linear, 9-11 aréolas em 10 µm; 5-9 fultopórtulas evidentes distribuídas irregularmente próximos à margem. Diâm.: 25-42 µm.

MEV: Seis processos marginais equidistantes.

Novo registro para o estado de Pernambuco. Espécie encontrada no Maranhão (Cavalcanti *et al.*, 2018), Sergipe e São Paulo (Garcia & Odebrecht, 2009). Características e dimensões de acordo com Herzig e Fryxell (1986).

Material examinado: ERPP1, ERPB1, ERBB2, ERBB3, ERBP2, ERBP3 e ERBB4.

*Thalassiosira sp.*

Figura 46-47.

Valvas circulares, superfície fortemente convexa no centro; aréolas hexagonais que aumentam de tamanho em direção à margem, com padrão linear, 3-4 aréolas em 10 µm. Diâm.: 41 µm.

Morfotipo raro, com apenas dois indivíduos registrados. Entretanto, as características morfológicas e o tamanho das aréolas diferem de todas as espécies na literatura.

Material examinado: ERPB1.

Toxariales Round

Climacospheniaceae Round

*Climacosphenia moniligera* Ehrenberg 1843: 411

Figura 48-49.

Células em forma de bastões; polos assimétricos, obtusos arredondados; polo inferior mais arredondado; superfície valvar com numerosos septos arredondados; estrias pontuadas e finas, 15-16 estrias em 10 µm. Comp.: 211-273 µm, Comp.: 211-273 µm, Larg.: 47 µm na extremidade maior e 10 µm na extremidade menor da vista pleural; 34 µm na extremidade maior e 12 µm na extremidade menor da vista valvar.

Características e dimensões de acordo com Jensen (1985) e Ognjanova-Rumenova e Buczkó (2015).

Material examinado: ERPB1.

Triceratiales Round & R.M. Crawford

Triceratiaceae (Schütt) Lemmermann

*Triceratium balearicum* Cleve & Grunow in Cleve 1881: 25

Figura 50.

Valvas quadráticas com ápices angulares curtos; 1 ocelo em cada ápice; superfície valvar ondulada com pontos (7-10 em 10 µm) em sentido radial divergindo do centro para os ápices. Diâm.: 60-109 µm.

Características e dimensões de acordo com o protólogo (Cleve, 1881).

Material examinado: ERPP1, ERPB1 e ERBB3.

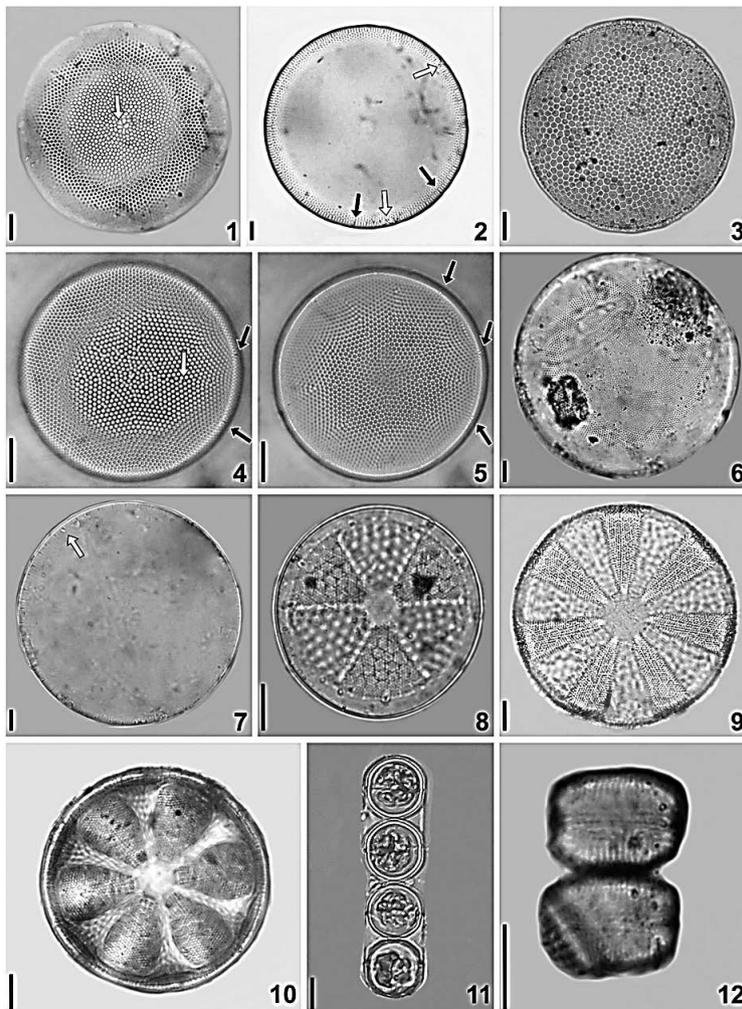
*Triceratium favus* Ehrenberg 1839: 156

Figura 51.

Valvas triangulares com extremidades arredondadas; 1 ocelo em cada extremidade; superfície valvar com aréolas hexagonais arranjadas em linhas paralelas (2-3 em 10 µm). Diâm. entre as extremidades: 40-60 µm.

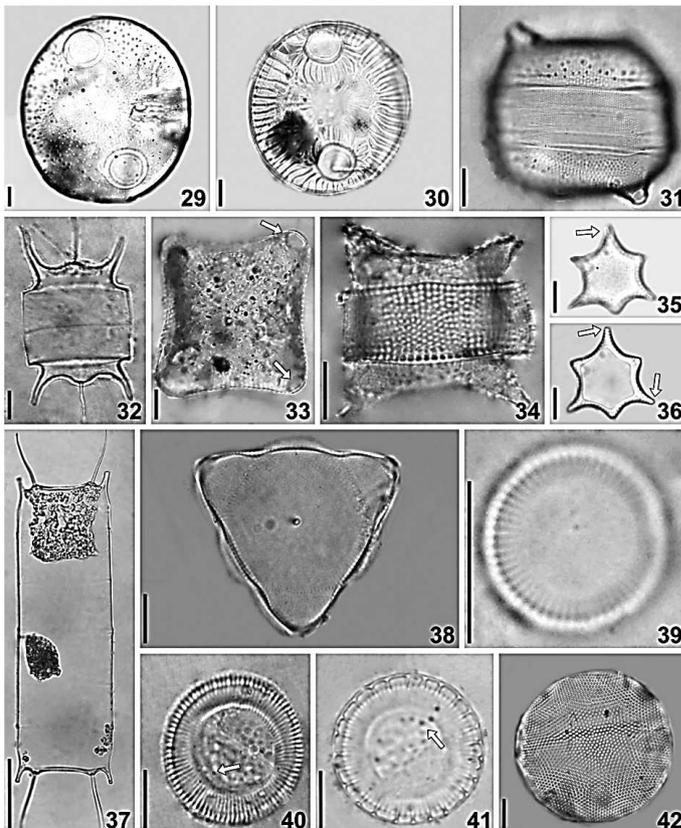
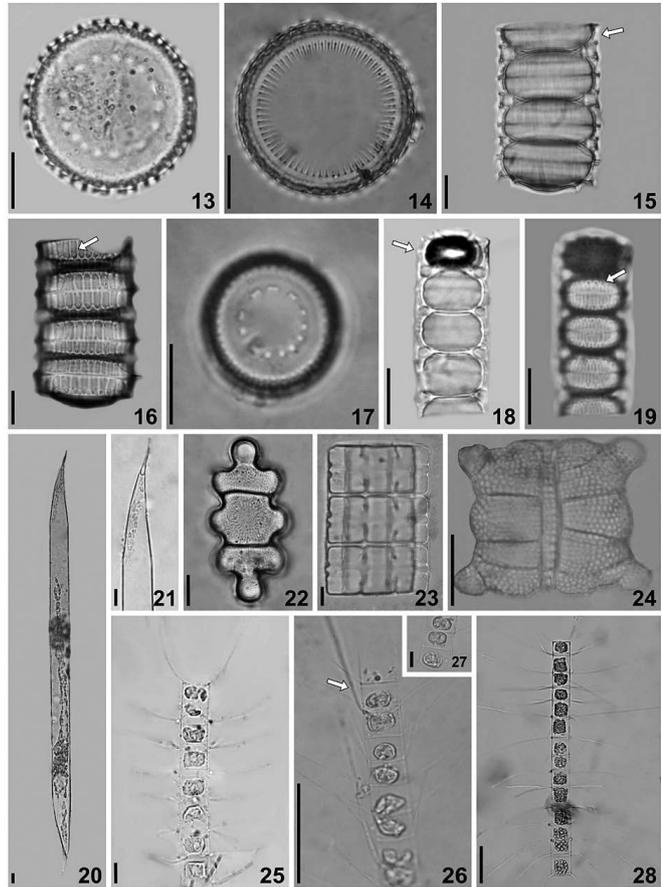
Características morfológicas de acordo com Felício-Fernandes, Souza-Mosimann e Moreira-Filho (1994), Souza-Mosimann e Roos-Oliveira (1998) e Souza-Mosimann *et al.* (2001).

Material examinado: ERPP1, ERPB1, ERBB3 e ERBP2.

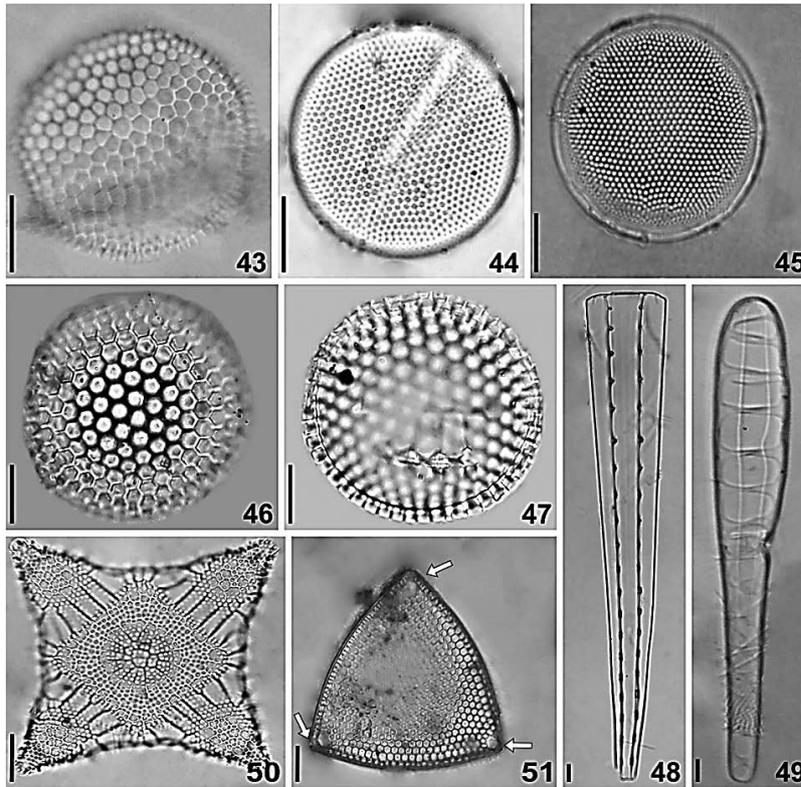


Figuras 1-12 – 1-2. *Coscinodiscus centralis*. 1. Seta indica aréolas centrais, 2. Setas brancas indicam as duas macrorimopórtulas, setas pretas indicam as rimopórtulas marginais. 3. *Coscinodiscus radiatus*. 4-5. *Coscinodiscus rothii*. 4 e 5. Seta branca indica fultopórtula central, setas pretas indicam fultopórtulas radiais. 6-7. *Coscinodiscus* sp. 7. Seta branca indica rimopórtulas marginais. 8. *Actinoptychus senarius*. 9. *Actinoptychus splendens*. 10. *Actinoptychus* sp. 11-12. *Melosira moniliformis*. Barra de escala: 10 µm.

Figuras 13-28 – 13-16. *Paralia fenestrata*. 15. Seta branca indica espinhos espatulados nas margens das valvas intercalares. 16. Seta branca indica manto ornamentado com várias fileiras de aréolas separadas por costelas. 17-19. *Paralia sulcata*. 18. Seta branca indica espinhos espatulados nas margens das valvas intercalares. 19. Seta branca indica costelas no manto. 20-21. *Pseudosolenia calcar-avis*. 22-23. *Terpsinoë americana*. 24. *Biddulphia biddulphiana*. 25. *Chaetoceros affinis*. 26-27. *Chaetoceros filiferus*. 26. Seta branca indica cerda mais grossa fundida na margem da célula. 28. *Chaetoceros teres*. Barra de escala: 25 µm para as Figuras 17, 18, 19, 24, 26 e 28; 10 µm para as demais figuras.

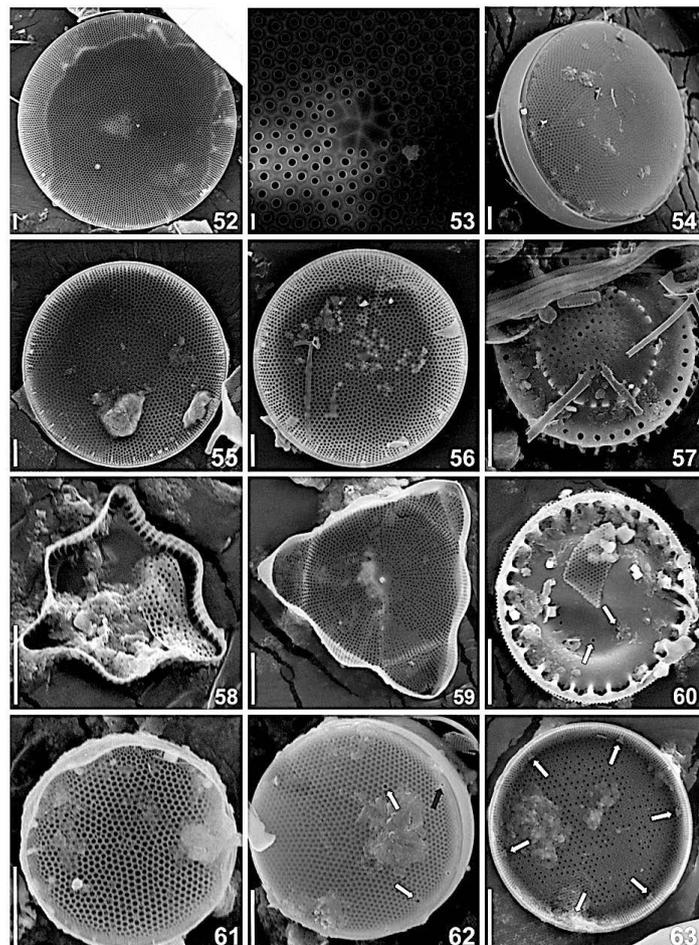


Figuras 29-42 – 29. *Auliscus punctatus*. 30. *Auliscus sculptus*. 31. *Cerataulus smithii*. 32. *Hobaniella longicruris*. 33. *Amphitetras antediluviana*, setas brancas indicam processos apicais nas extremidades da valva. 34. *Odontella aurita*. 35-36. *Pseudictyota dubia*. 35. Seta branca indica extremidade maior. 36. Setas brancas indicam extremidades maiores terminando em um ocelo. 37. *Trieres regia*. 38. *Lithodesmium undulatum*. 39. *Cyclostephanos invisitatus*. 40. *Cyclotella striata*, seta branca indica câmara marginal inconspícua na área central. 41. *Cyclotella stylorum*, seta branca indica câmara marginal inconspícua na área central. 42. *Shionodiscus endoseriatus*. Barra de escala: 25 µm para a Figura 37; 10 µm para as demais figuras.



Figuras 43-51 - 43. *Shionodiscus oestrupii*. 44. *Thalassiosira leptopus*. 45. *Thalassiosira lineata*. 46-47. *Thalassiosira* sp. 48-49. *Climacosphenia moniligera*. 50. *Triceratium balearicum*. 51. *Triceratium favus*, seta branca indica um ocelo em cada extremidade. Barra de escala: 10  $\mu$ m.

Figuras 52-63 - 52-54. *Coscinodiscus centralis*. 55-56. *Coscinodiscus rothii*. 57. *Paralia fenestrata*. 58. *Pseudictyota dubia*. 59. *Lithodesmium undulatum*. 60. *Cyclotella stylorum*, setas brancas indicam fultopórtulas distribuídas irregularmente na área central. 61. *Shionodiscus endoseriatus*. 62. *Thalassiosira leptopus*, setas brancas indicam dois poros na face da valva, seta preta indica fultopórtula marginal. 63. *Thalassiosira lineata*, setas brancas indicam seis processos marginais equidistantes. Barra de escala: 10  $\mu$ m.



## DISCUSSÃO

No presente estudo, foi documentada uma expressiva riqueza de diatomáceas cêntricas, com um total de 37 espécies, das quais 23 foram comuns às registradas por Moreira-Filho *et al.* (1999), que identificaram mais de 60 táxons de diatomáceas cêntricas para o Nordeste do Brasil. Esse número é superior ao registrado por Ludwig *et al.* (2004) para o estado do Rio Grande do Sul e por Moura, Bittencourt-Oliveira e Nascimento (2007), que identificaram nove diatomáceas cêntricas bentônicas também no estuário do Rio Paripe. As diatomáceas registradas foram, em geral, comuns para os estuários do Rio Paripe e Rio Botafogo, de modo que o dinamismo dessas áreas favoreceu uma maior ocorrência de táxons. Com isso, a grande diversidade de diatomáceas, associada à constante descoberta de novas espécies, exige um maior detalhamento morfológico das espécies registradas (p.e., Bosak & Sarno, 2017).

A espécie *C. filiferus* foi citada pela primeira vez para o território brasileiro. *Chaetoceros* é um dos gêneros mais diversos no ambiente marinho, apresentando ampla distribuição mundial (Al-Handal; Thomas & Pennesi, 2018; Bozak & Sarno, 2017; Chamnansinp; Moestrup & Lundholm, 2015; Lee & Park, 2015; Silva *et al.*, 2005). *C. filiferus* foi descrito na Índia por Karsten (1907) e, desde então, foi registrado no Oceano Atlântico Norte, do Canadá (Brunel, 1970) ao Mar do Caribe (Hernández-Becerril & Granados, 1998), no Oceano Pacífico, no Golfo da Califórnia (Hernandez-Becerril, 1993). Foi descrito pela primeira vez para o Oceano Atlântico Sul por Sunesen, Hernández-Becerril e Sar (2008) na Argentina e mais recentemente para a Coreia (Lee, 2012) e Vietnã (Doan-Nhu *et al.*, 2014).

*C. filiferus* pode ser confundida com *Chaetoceros tortissimus* Gran e *Chaetoceros radicans* Schütt, mas difere por apresentar dois cloroplastos em cada célula, enquanto *C. tortissimus* e *C. radicans* possuem apenas um (Hernandez-Becerril, 1993; Shevchenko; Orlova & Hernández-Becerril, 2006; Gaonkar *et al.*, 2017). *C. tortissimus* foi registrado no Brasil nos estados de São Paulo (Teixeira & Kutner, 1961; Villac; Cabral-Noronha & Pinto, 2008) e Pará (Souza *et al.*, 2008), com descrições e ilustrações apenas no estudo de Teixeira e Kutner (1961), enquanto *C. radicans* foi registrado no Paraná por Procopiak, Fernandes e Moreira-Filho (2006). Como os espécimes registrados no presente estudo possuem dois cloroplastos por célula, bem como outras características morfométricas particulares da espécie (Hernandez-Becerril, 1993; Hernández-Becerril & Granados, 1998; Sunesen, Hernández-Becerril & Sar, 2008), este é o primeiro registro de *C. filiferus* para o território brasileiro.

As espécies *P. fenestrata* e *S. endoseriatus* foram registradas pela primeira vez para o Nordeste do Brasil. Essas espécies apresentavam distribuição apenas nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Garcia *et al.*, 2012; Garcia & Odebrecht, 2009) e foram identificadas em todas as amostras dos estuários do Rio Botafogo e Rio Paripe no presente estudo. *T. lineata*, embora tenha ocorrido em todas as amostras analisadas, foi descrita pela primeira vez para o estado de Pernambuco no presente estudo.

As espécies *C. centralis*, *C. granii*, *C. oculus-iridis*, *T. regia* e *T. lineata* ocorreram em todas as amostras do presente estudo. Como observado por Eskinazi-Leça, Passavante e Françes (1980), Moreira-Filho *et al.* (1999) e Silva *et al.* (2005), tais espécies (exceto *T. lineata*) possuem uma ampla distribuição em águas costeiras do Nordeste brasileiro e estuários de Pernambuco. As diatomáceas cêntricas, em especial os gêneros *Coscinodiscus* e *Thalassiosira*, são indicadoras de águas poluídas e ricas em nutrientes (Verlercar *et al.*, 2006), portanto, podem atuar como indicador de estresse ambiental (Ramaiah; Ramaiah &

Nair, 1998). Esse resultado indica que os estuários estudados apresentam um elevado estado de degradação ambiental.

Derramamentos de óleo em larga escala têm a potencial capacidade de alterar a composição e estrutura do fitoplâncton, inibindo espécies sensíveis e promovendo o crescimento das mais tolerantes (Özhan; Parsons & Bargu, 2014). Estudos apontam que as diatomáceas cêntricas são tolerantes aos compostos presentes em derramamentos de óleo (p.e., Verlercar *et al.*, 2006; Hallare; Lasafin & Magallanes, 2011), podendo atuar como espécies indicadoras. Diatomáceas cêntricas são beneficiadas pelos compostos presentes no petróleo cru, como os hidrocarbonetos totais de petróleo e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (Özhan *et al.*, 2014), e por outros compostos derivados do nitrogênio, enxofre e oxigênio, especialmente em condições de elevadas concentrações de nutrientes (Özhan; Parsons & Bargu, 2014). Isso ocorre provavelmente devido à alta atividade de bactérias que liberam exopolissacarídeos e de células do fitoplâncton eucariótico que aumentam a solubilização e biodegradação de hidrocarbonetos aromáticos que beneficiam as florações de diatomáceas (Passow *et al.*, 2012; Gutierrez *et al.*, 2013). Yan *et al.* (2016) observaram que o derramamento de óleo no Golfo do México coincidiu com florações de diatomáceas. Além disso, os autores verificaram que as partículas do óleo se agregaram às diatomáceas, promovendo a sedimentação dessas partículas para o fundo do mar, onde permaneceram por pelo menos 40 dias. A sedimentação conjunta do óleo com as diatomáceas influencia tanto a distribuição do óleo como também pode causar drásticas mudanças nos habitats e organismos bentônicos (Fisher; Montagna & Sutton, 2016; Schwing; O'Malley & Hollander, 2018).

Além dos efeitos do óleo sobre as diatomáceas, a utilização de dispersantes à base de hidrocarbonetos e querosene para mitigar os impactos do derramamento de óleo pode aumentar a toxicologia sobre as diatomáceas, pois causam a inibição do crescimento das células e danos na membrana plasmática (Hook & Osborn, 2012). Assim, através da florística de diatomáceas cêntricas, o presente trabalho registrou o cenário da composição de diatomáceas em dois estuários tropicais antes do maior derramamento de óleo na costa brasileira, podendo ser utilizado como base para outros estudos. Além disso, os resultados do presente trabalho serão úteis para a delimitação das espécies sensíveis aos componentes do petróleo cru, servindo de base para a avaliação das alterações na estrutura do fitoplâncton após o derramamento de óleo.

Este estudo contribui para o entendimento da flora de diatomáceas cêntricas planctônicas em estuários brasileiros, especialmente na Região Nordeste do Brasil. Novo registro de diatomácea cêntrica foi adicionado para o território brasileiro, dois para a região Nordeste e um para o estado de Pernambuco. Com isso, o trabalho ressalta a importância dos estudos florísticos com microalgas marinhas, em especial as diatomáceas, por ser um grupo com elevada diversidade em ambientes marinhos e estuarinos. Além disso, destaca a necessidade do monitoramento continuado dos efeitos do derramamento de óleo na costa do Nordeste do Brasil, que ocorreu em 2019, sobre a composição e estrutura do fitoplâncton nos estuários afetados.

**Agradecimentos** - Agradecemos o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de produtividade em pesquisa concedida à primeira autora ANM (Processo 305829-2919-0), e por conceder a bolsa de pós-graduação a JOFB; a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – Auxílio Pesquisa (APQ/Facepe, processo 0668-2.03/19), pelo suporte financeiro para desenvolver este estudo e por conceder as bolsas de pós-graduação a ASD (IBPG-0549-2.03/18), CAA (IBPG-

0308-2.03/17) e RRA (IBPG-0422-2.03/19); e a Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (Capes), pelo suporte financeiro de bolsa de pós-graduação para SLNF. Agradecemos também o Laboratório de Ficologia e o Centro de Apoio à Pesquisa (Cenapesq) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), pelo apoio de infraestrutura durante o desenvolvimento deste estudo.

## REFERÊNCIAS

- Al-Handal, A.Y.; Compère, P. & Riaux-Gobin, C. Marine benthic diatoms in the coral reefs of Reunion and Rodrigues Islands, West Indian Ocean. *Micronesica*, v. 3, p. 1-78, 2016.
- Al-Handal, A.Y.; Thomas, E.W. & Pennesi, C. Marine benthic diatoms in the newly discovered coral reefs, off Basra coast, Southern Iraq. *Phytotaxa*, v. 372, n. 2, p. 111-152, 2018. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.372.2.1>
- Azevedo, A.C.G. Composição florística das diatomáceas (Bacillariophyta) epífitas em duas espécies de *Bostrychia montagne* (Rhodophyta). *INSULA Revista de Botânica*, v. 28, p. 101-101, 1999.
- Azhikodan, G. & Yokoyama, K. Temporal and spatial variation of mixing and movement of suspended sediment in the macrotidal Chikugo River Estuary. *J. Coast. Res.*, v. 31, n. 3, p. 680-689, 2015. <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-14-00097.1>.
- Bosak, S. & Sarno, D. The planktonic diatom genus *Chaetoceros* Ehrenberg (Bacillariophyta) from the Adriatic Sea. *Phytotaxa*, v. 314, n. 1, p. 1-44, 2017. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.314.1.1>.
- Brunel, J. *Le phytoplancton de la Baie des Chaleurs*. Montreal: Les presses de l'Université de Montréal, 1970, 365 p.
- Carr, J.M.; Hergenrader, G.L. & Troelstrup, N.H. A. Simple, inexpensive method for cleaning diatoms. *Trans. Am. Microsc. Soc.*, v. 105, n. 2, p. 152-157, 1986. <https://doi.org/10.2307/3226387>.
- Cavalcanti, L.F.; Azevedo-Cutrim, A.C.G.; Oliveira, A.L.L.; Furtado, J.A.; Araújo, B.D.O.; Sá, A.K.D.-D.-S.; Ferreira, F.S.; Santos, N.G.R.; Dias, F.J.S. & Cutrim, M.V.J. Structure of microphytoplankton community and environmental variables in a macrotidal estuarine complex, São Marcos Bay, Maranhão-Brazil. *Braz. J. Oceanogr.*, v. 66, n. 3, p. 283-300, 2018. <https://doi.org/10.1590/S1679-87592018021906603>.
- Chamnansin, A.; Moestrup, Ø. & Lundholm, N. Diversity of the marine diatom *Chaetoceros* (Bacillariophyceae) in Thai waters – revisiting *Chaetoceros compressus* and *Chaetoceros contortus*. *Phycologia*, v. 54, n. 2, p. 161-175, 2015. <https://doi.org/10.2216/14-074.1>.
- Chariton, A.A.; Stephenson, S.; Morgan, M.J.; Steven, A.D.L.; Colloff, M.J.; Court, L.N. & Hardy, C.M. Metabarcoding of benthic eukaryote communities predicts the ecological condition of estuaries. *Environ. Pollut.*, v. 203, p. 165-174, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.03.047>.
- Cleve, P.T. *On some new and little known diatoms*. Stockholm: Norstedt, 1881.
- Coelho dos Santos, M.A. & Coelho, P.A. Crustacea Decapoda of the Paripe River Estuary, Pernambuco, Brazil. *Hydrobiologia*, v. 449, p. 77-79, 2001. <https://doi.org/10.1023/A:1017536902549>.

- Coelho, P. & Coelho-Santos, M. Crustáceos decápodos e estomatópodos do rio Paripe, Itamaracá-PE. *An. Soc. Nordestina Zool*, v. 3, n. 3, p. 43-61, 1990.
- Crawford, R.M. The taxonomy and classification of the diatom genus *Melosira* C. Ag. II. *M. moniliformis* (Müll.) C. Ag. *Phycologia*, v. 16, n. 3, p. 277-285, 1977. <https://doi.org/10.2216/i0031-8884-16-3-277.1>.
- Doan-Nhu, H.; Nguyen-Ngoc, L.; Anh, N.T.M.; Larsen, J. & Thoi, N.C. Diatom genus *Chaetoceros* Ehrenberg 1844 in Vietnamese waters. *Nova Hedwigia*, v. 143, p. 159-222, 2014. <https://doi.org/10.1127/1438-9134/2014/009>.
- El-Sheekh, M.M.; El-Naggar, A.H.; Osman, M.E.H. & Haieder, A. Comparative studies on the green algae *Chlorella homosphaera* and *Chlorella vulgaris* with respect to oil pollution in the river Nile. *Water Air Soil Pollut.*, v. 124, n. 1, p. 187-204, 2000. <https://doi.org/10.1023/A:1005268615405>.
- Eskinazi-Leça, E.; Passavante, J.Z.D.O. & França, L.M.B. Composição do microfitoplâncton do estuário do rio Igarassu (Pernambuco). *Bol. Inst. Oceanogr.*, v. 29, n. 2, p. 163-167, 1980. <https://doi.org/10.1590/S0373-55241980000200033>.
- Felício-Fernandes, G.; Souza-Mosimann, R.M. & Moreira-Filho, H. Diatomáceas no rio Tavares, manguezal do rio Tavares, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. I. Ordem Centrales (excluídas as Rhizosoleniaceae e Chaetoceraceae). *INSULA Revista de Botânica*, v. 23, p. 35-90, 1994.
- Fisher, C.R.; Montagna, P.A. & Sutton, T.T. How did the Deepwater Horizon oil spill impact deep-sea ecosystems? *Oceanography*, v. 29, n. 3, p. 182-195, 2016.
- Fryxell, G.A. & Hasle, G. *The genus Thalassiosira: some species with a modified ring of central strutted processes*. Nova Hedwigia, Beihefte, 1977.
- Gaonkar, C.C.; Kooistra, W.H.C.F.; Lange, C.B.; Montresor, M. & Sarno, D. Two new species in the *Chaetoceros socialis* complex (Bacillariophyta): *C. sporotruncatus* and *C. dichatoensis*, and characterization of its relatives, *C. radicans* and *C. cinctus*. *J. Phycol.*, v. 53, n. 4, p. 889-907, 2017. <https://doi.org/10.1111/jpy.12554>.
- Garcia, M. & Odebrecht, C. Chave dicotômica ilustrada para a identificação de espécies de *Thalassiosira* Cleve (diatomácea) no estuário da Lagoa dos Patos e área costeira adjacente (Rio Grande do Sul, Brasil). *Biota Neotrop.*, v. 9, p. 239-253, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032009000200023>.
- Garcia, M.; Talgatti, D.; Souza-Mosimann, R. & Laudares-Silva, R. Morfologia e distribuição de *Paralia* Heiberg (Coscinodiscophyceae) no Sul do Brasil. *Iheringia Ser. Bot.*, v. 67, n. 2, p. 225-235, 2012.
- Germain, H. *Flore des diatomées, diatomophycées: eaux douces et saumâtres du massif armoricain et des contrées voisines d'Europe occidentale*. Paris: Société Nouvelle des Éditions Boubé, 1981, 444 p.
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. *AlgaeBase*. Disponível em: <http://www.algaebase.org>. Acessado em: 4 dez. 2019.
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. *AlgaeBase*. Disponível em: <http://www.algaebase.org>. Acessado em: 24 mar. 2022.
- Gutierrez, T.; Singleton, D.R.; Berry, D.; Yang, T.; Aitken, M.D. & Teske, A. Hydrocarbon-degrading bacteria enriched by the Deepwater Horizon oil spill identified by cultivation

and DNA-SIP. *The ISME Journal*, v. 7, n. 11, p. 2091-2104, 2013. <https://doi.org/10.1038/ismej.2013.98>.

Häkansson, H. A compilation and evaluation of species in the general *Stephanodiscus*, *Cyclostephanos* and *Cyclotella* with a new genus in the family Stephanodiscaceae. *Diatom Res.*, v. 17, n. 1, p. 1-139, 2002. <https://doi.org/10.1080/0269249X.2002.9705534>.

Hallare, A.V.; Lasafin, K.J.A. & Magallanes, J.R. Shift in phytoplankton community structure in a tropical marine reserve before and after a major oil spill event. *Int. J. Environ. Res.*, v. 5, n. 3, p. 651-660, 2011. <https://dx.doi.org/10.22059/ijer.2011.372>.

Hasle, G.R. & Lange, C.B. Morphology and distribution of *Coscinodiscus* species from the Oslofjord, Norway, and the Skagerrak, North Atlantic. *Diatom Res.*, v. 7, n. 1, p. 37-68, 1992. <https://doi.org/10.1080/0269249X.1992.9705196>.

Hernández-Becerril, D.U. & Granados, C.F. Species of the diatom genus *Chaetoceros* (Bacillariophyceae) in the plankton from the Southern Gulf of Mexico. *Botanica Marina*, v. 41, p. 505-519, 1998. <https://doi.org/10.1515/botm.1998.41.1-6.505>.

Hernández-Becerril, D.U. Study of the morphology and distribution of two planktonic diatoms: *Chaetoceros paradoxus* and *Ch. filiferus* (Bacillariophyceae). *Cryptogam. Bot.*, v. 3, p. 169-175, 1993.

Hernández-Becerril, D.U. Planktonic diatoms from the gulf of california and coasts off baja california: the genera *Rhizosolenia*, *Proboscia*, *Pseudosolenia*, and former *Rhizosolenia* species. *Diatom Res.*, v. 10, n. 2, p. 251-267, 1995. <https://doi.org/10.1080/0269249X.1995.9705348>.

Hernández-Becerril, D.U. Morfología y taxonomía de algunas especies de diatomeas del género *Coscinodiscus* de las costas del Pacífico mexicano. *Rev. Biol. Trop.*, v. 48, n. 1, p. 7-18, 2000.

Herzig, W.N. & Fryxell, G.A. The diatom genus *Thalassiosira* Cleve in gulf stream warm core rings: Taxonomy, with *T. intrannula* and *T. lineoides*, spp. nov. *Botanica Marina*, v. 19, p. 11-25, 1986. <https://doi.org/10.1515/botm.1986.29.1.11>.

Hilaluddin, F.; Leaw, C.-P. & Lim, P.-T. Fine structure of diatoms *Thalassiosira* and *Coscinodiscus* (Bacillariophyceae): light and electron microscopy observation. *Ann. Microsc.*, v. 10, p. 28-35, 2010.

Hook, S.E. & Osborn, H.L. Comparison of toxicity and transcriptomic profiles in a diatom exposed to oil, dispersants, dispersed oil. *Aquat. Toxicol.*, v. 124, p. 139-151, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2012.08.005>.

Huang, Y.-J.; Jiang, Z.-B.; Zeng, J.-N.; Chen, Q.-Z.; Zhao, Y.-Q.; Liao, Y.-B.; Shou, L. & Xu, X.-Q. The chronic effects of oil pollution on marine phytoplankton in a subtropical Bay, China. *Environ. Monit. Assess.*, v. 176, n. 1, p. 517-530, 2011. <https://doi.org/10.1007/s10661-010-1601-6>.

Jensen, N. *The pennate diatoms: a translation of hustedt's "Die Kieselalgen, 2. Teil"*. Koenigstein: Koeltz Scientific Books, 1985, 918 p.

Karsten, G. *Das indische phytoplankton: nach dem material der deutschen tiefsee-expedition, 1898-1899*. Jena: Gustav Fischer, 1907.

Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. Bacillariophyceae 3 Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, p. 576, in Ettl, H.; Gerloff, J.; Heynig, H. & Mollenhauer, D. (ed.). *Susswasser flora von Mitteleuropa*. Stuttgart: Gustav Fischer, 1991, 576 p.

- Lacerda, S.; Koenig, M.; Neumann-Leitão, S. & Flores-Montes, M. Phytoplankton nyctemeral variation at a tropical river estuary (Itamaracá-Pernambuco-Brazil). *Braz. J. Biol.*, v. 64, n. 1, p. 81-94, 2004. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842004000100010>.
- Lavigne, A.S.; Sunesen, I. & Sar, E.A. Morphological, taxonomic and nomenclatural analysis of species of *Odontella*, *Trieres* and *Zygoceros* (Triceratiaceae, Bacillariophyta) from Anegada Bay (Province of Buenos Aires, Argentina). *Diatom Res.*, v. 30, n. 4, p. 307-331, 2015. <https://doi.org/10.1080/0269249X.2015.1110536>.
- Lee, J. *Algal flora of Korea. Volume 3, Number 6. Chrysophyta: Bacillariophyceae: Centrales: Thalassiosiraceae, Rhizosoleniaceae. Marine diatoms II*. Incheon: National Institute of Biological Resources, 2012, 110 p.
- Lee, J.H. & Park, J.S. Newly recorded diatom species in marine and fresh water of Korea. *J. Ecol. Environ.*, v. 38, n. 4, p. 545-562, 2015. <http://dx.doi.org/10.5141/ecoenv.2015.058>.
- Lehmkuhl, E.A.; Tremarin, P.I.; Moreira-Filho, H. & Ludwig, T.A.V. Thalassiosirales (Diatomeae) da baía de Guaratuba, estado do Paraná, Brasil. *Biota Neotrop.*, v. 10, p. 313-324, 2010. <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n2/pt/abstract?inventory+bn03310022010>.
- Lewis, M. & Pryor, R. Toxicities of oils, dispersants and dispersed oils to algae and aquatic plants: Review and database value to resource sustainability. *Environ. Pollut.*, v. 180, p. 345-367, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.05.001>.
- Lobban, C.S.; Scheffter, M.; Jordan, R.W.; Arai, Y.; Sasaki, A.; Theriot, E.C.; Ashworth, M.; Ruck, E.C. & Pennesi, C. Coral-reef diatoms (Bacillariophyta) from Guam: new records and preliminary checklist, with emphasis on epiphytic species from farmer-fish territories. *Micronesica*, v. 43, n. 2, p. 237-479, 2012.
- Ludwig, T.A.; Flores, T.L.; Moreira-Filho, H. & Veiga, L.A.S. Inventário florístico das diatomáceas (Ochrophyta) de lagoas do sistema hidrológico do Taim, Rio Grande do Sul, Brasil: Coscinodiscophyceae. *Iheringia Ser. Bot.*, v. 59, n. 1, p. 97-106, 2004.
- Manoylov, K.M.; France, Y.E.; Geletu, A. & Dominy, J.N. Algal Community Membership of Estuarine Mudflats from the Savannah River, United States. *J. Mar. Sci. Eng.*, v. 4, n. 1, p. 11, 2016. <https://doi.org/10.3390/jmse4010011>.
- Medlin, L.K. & Kaczmarek, I. 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. <https://doi.org/10.2216/i0031-8884-43-3-245.1>.
- 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. <https://doi.org/10.2216/15-105.1>.
- Mehedi Iqbal, M.; Masum Billah, M.; Nurul Haider, M.; Shafiqul Islam, M.; Rajib Payel, H.; Khurshid Alam Bhuiyan, M. & Dawood, M.A.O. Seasonal distribution of phytoplankton community in a subtropical estuary of the south-eastern coast of Bangladesh. *Zool. Ecol.*, v. 27, n. 3-4, p. 304-310, 2017. <https://doi.org/10.1080/21658005.2017.1387728>.
- Morales-Pulido, J.M. & Aké-Castillo, J.A. *Coscinodiscus* y *Coscinodiscopsis* (Bacillariophyceae) del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, golfo de México. *Ver. Mex. Biodivers.*, v. 90, n. 3, p. 1-13, 2019. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2790>.
- Moreira-Filho, H.; Eskinazi-Leça, E.; Valente-Moreira, I.M. & Cunha, J.A. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Chrysophyta-Bacillariophyceae) marinhas e

estuarinas nos Estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, Maranhão, Pará e Amapá, Brasil. *Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE.*, v. 27, n. 1, p. 55-90, 1999.

Moreira-Filho, H. & Valente-Moreira, I. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Bacillariophyceae) epífitas em algas pluricelulares obtidas nos litorais dos Estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo. *Bol. Mus. Bot. Munic.*, v. 47, n. 1-2, p. 1-17, 1981.

Moura, A.; Bittencourt-Oliveira, M. & Nascimento, E. Benthic Bacillariophyta of the Paripe river estuary in Pernambuco state, Brazil. *Braz. J. Biol.*, v. 67, p. 393-401, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842007000300003>.

Navarro, J.N. & Lobban, C.S. Freshwater and marine diatoms from the western Pacific islands of Yap and Guam, with notes on some diatoms in damselfish territories. *Diatom Res.*, v. 24, n. 1, p. 123-157, 2009. <https://doi.org/10.1080/0269249X.2009.9705787>.

Ognjanova-Rumenova, N. & Buczkó, K. Taxonomical re-investigation of Sarmatian diatoms from NE Bulgaria, hosted in the Pantocsek Collection (Budapest). *Geol. Balc.*, v. 44, n. 1-3, p. 39-50, 2015.

Otsuka, A.Y.; Feitosa, F.D.N.; Flores-Montes, M.D.J.; Honorato-Da-Silva, M. & Travassos, R.K. Condições ambientais do estuário do rio Botafogo (Itamaracá-Pernambuco-Brasil): clorofila *a* e algumas variáveis ambientais. *Trop. Oceanogr.*, v. 42, n. 3, p. 111-127, 2014. [file:///C:/@Tropical\\_oceanography/artigos\\_completos\\_resumos\\_t\\_d/39\\_2011\\_1\\_1\\_bezerra\\_junior.pdf](file:///C:/@Tropical_oceanography/artigos_completos_resumos_t_d/39_2011_1_1_bezerra_junior.pdf).

Özhan, K.; Parsons, M.L. & Bargu, S. How were phytoplankton affected by the deepwater horizon oil spill? *Bioscience*, v. 64, n. 9, p. 829-836, 2014. <https://doi.org/10.1093/biosci/biu117>.

Özhan, K.; Miles, S.M.; Gao, H. & Bargu, S. Relative phytoplankton growth responses to physically and chemically dispersed South Louisiana sweet crude oil. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 186, n. 6, p. 3941-3956, 2014. <https://doi.org/10.1007/s10661-014-3670-4>.

Parab, S.R.; Pandit, R.A.; Kadam, A.N. & Indap, M.M. Effect of Bombay high crude oil and its water-soluble fraction on growth and metabolism of diatom *Thalassiosira* sp. *Indian J. Mar. Sci.*, v. 37, n. 3, p. 251-255, 2008.

Passow, U.; Ziervogel, K.; Asper, V. & Diercks, A. Marine snow formation in the aftermath of the Deepwater Horizon oil spill in the Gulf of Mexico. *Environmental Research Letters*, v. 7, n. 3, p. 035301, 2012. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/3/035301>.

Procopiak, L.K.; Fernandes, L.F. & Moreira-Filho, H. Diatomáceas (Bacillariophyta) marinhas e estuarinas do Paraná, Sul do Brasil: lista de espécies com ênfase em espécies nocivas. *Biota Neotrop.*, v. 6, n. 3, p. bn02306032006, 2006.

Rajkumar, M.; Rajasekar, K.T.; Sun, J.; Jenkinson, I.; Prabu, V.A. & Perumal, P. Phytoplankton diversity in the Parangipettai coastal waters, southeast coast of India. *J. Environ. Biol.*, v. 33, n. 6, p. 1115, 2012.

Ramaiah, N.; Ramaiah, N. & Nair, V. Phytoplankton characteristics in a polluted Bombay harbour-Thana-Bassein creek estuarine complex. *Indian J. Mar. Sci.*, v. 27, p. 281-285, 1998.

Round, F.E.; Crawford, R.M. & Mann, D.G. *Diatoms: biology and morphology of the genera*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

Saifullah, A.; Abu Hena, M.; Idris, M.; Halimah, A. & Johan, I. Composition and diversity of phytoplankton from mangrove estuaries in Sarawak, Malaysia. *J. Biol. Sci.*, v. 14, n. 5, p. 361-369, 2014.

- Santiago, M.F.; Silva-Cunha, M.D.G.G.D.; Neumann-Leitão, S.; Costa, K.M.P.D.; Palmeira, G.C.B.; Porto Neto, F.D.F. & Nunes, F.S. Phytoplankton dynamics in a highly eutrophic estuary in tropical Brazil. *Braz. J. Oceanogr.*, v. 58, p. 189-205, 2010.
- Sar, E.A.; Sunesen, I. & Lavigne, A.S. The diatom genus *Thalassiosira*: species from the northern San Matías Gulf (Río Negro, Argentina). *Nova Hedwigia*, v. 74, n. 3-4, p. 373-386, 2002. <https://doi.org/10.1127/0029-5035/2002/0074-0373>.
- Sathicq, M.B.; Gómez, N.; Bauer, D.E. & Donadelli, J. Use of phytoplankton assemblages to assess the quality of coastal waters of a transitional ecosystem: Río de la Plata estuary. *Cont. Shelf Res.*, v. 150, p. 10-17, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2016.08.009>.
- Sawai, Y.; Nagumo, T. & Toyoda, K. Three extant species of *Paralia* (Bacillariophyceae) along the coast of Japan. *Phycologia*, v. 44, n. 5, p. 517-529, 2005.
- Schwing, P.T.; O'Malley, B.J.; & Hollander, D.J. Resilience of benthic foraminifera in the Northern Gulf of Mexico following the Deepwater Horizon event (2011-2015). *Ecol. Indic.*, v. 84, p. 753-764, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.09.044>.
- Shekhar, T.S.; Kiran, B.; Puttaiah, E.; Shivaraj, Y. & Mahadevan, K. Phytoplankton as index of water quality with reference to industrial pollution. *J. Environ. Biol.*, v. 29, n. 2, p. 233, 2008.
- Shevchenko, O.G.; Orlova, T.Y. & Hernández-Becerril, D.U. The genus *Chaetoceros* (Bacillariophyta) from Peter the Great Bay, Sea of Japan. *Botanica Marina*, v. 49, p. 236-258, 2006. <https://doi.org/10.1515/BOT.2006.028>.
- Silva, J.G.D.; Torgan, L.C. & Cardoso, L.D.S. Diatomáceas (Bacillariophyceae) em marismas no sul do Brasil. *Acta Bot. Bras.*, v. 24, p. 935-947, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062010000400008>.
- Silva, M.; Silva-Cunha, M.; Feitosa, F. & Muniz, K. Estrutura da comunidade fitoplânctônica na baía de Tamandaré (Pernambuco, Nordeste do Brasil). *Trop. Oceanogr.*, v. 33, n. 2, p. 159-177, 2005.
- Sims, P.A.; Williams, D.M. & Ashworth, M. Examination of type specimens for the genera *Odontella* and *Zygoceros* (Bacillariophyceae) with evidence for the new family Odontellaceae and a description of three new genera. *Phytotaxa*, v. 382, n. 1, p. 1-56, 2018. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.382.1.1>.
- Siqueiros-Beltrones, D.A.; Argumedo-Hernández, U.; Murillo-Jiménez, J.M. & Marmolejo-Rodríguez, A.J. Diversidad de diatomeas bentónicas marinas en un ambiente ligeramente enriquecido con elementos potencialmente tóxicos. *Rev. Mex. Biodivers.*, v. 85, n. 4, p. 1065-1085, 2014. <https://doi.org/10.7550/rmb.43748>.
- Sousa, E.B.D.; Costa, V.B.D.; Pereira, L.C.C. & Costa, R.M.D. Microfitoplâncton de águas costeiras amazônicas: ilha Canela (Bragança, PA, Brasil). *Acta Bot. Bras.*, v. 22, p. 626-636, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062008000300004>.
- Souza-Mosimann, R.M. & Laudares-Silva, R. Diatomáceas (Bacillariophyta) do complexo lagunar do sul do estado de Santa Catarina, Brasil. *INSULA Revista de Botânica*, v. 34, p. 39-39, 2005.
- Souza-Mosimann, R.M. & Roos-Oliveira, A.M. Diatomáceas (Bacillariophyceae) planctônicas do Ribeirão da Fazenda-Manguezal do Rio Tavares, Florianópolis-SC-Brasil. *INSULA Revista de Botânica*, v. 27, p. 59-98, 1998.

- Souza-Mosimann, R.M.; Felício-Fernandes, G.; Laudares-Silva, R. & Felício-Fernandes, L. Diatomáceas no trato digestivo de três espécies de camarão da pesca artesanal marinha-Santa Catarina-Brasil. *INSULA Revista de Botânica*, v. 22, p. 83-105, 1993.
- Souza-Mosimann, R.M.; Laudares-Silva, R. & Roos-Oliveira, A.M. Diatomáceas (Bacillariophyta) da Baía Sul, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, uma nova contribuição. *INSULA Revista de Botânica*, v. 30, p. 75-106, 2001.
- Souza-Mosimann, R.M.; Laudares-Silva, R.; Talgatti, D. & D'Aquino-Rosa, V. The diatom flora in Conceição Lagoon, Florianópolis, SC, Brazil. *INSULA Revista de Botanica*, n. 40, p. 25-25, 2011.
- Sunesen, I. & Sar, E.A. Marine diatoms from Buenos Aires coastal waters (Argentina). IV. *Rhizosolenia* s. str., *Neocalyptrella*, *Pseudosolenia*, *Proboscia*. *Phycologia*, v. 46, n. 6, p. 628-643, 2007. <https://doi.org/10.2216/07-13.1>.
- Sunesen, I.; Hernández-Becerril, D.U. & Sar, E.A. Marine diatoms from Buenos Aires coastal waters (Argentina). V. Species of the genus *Chaetoceros*. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, v. 43, p. 303-326, 2008. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572008000200009>.
- Teixeira, C. & Kutner, M.B. Contribuição para o conhecimento das diatomáceas da região de Cananéia. *Bol. Inst. Oceanogr.*, v. 11, p. 41-73, 1961. <https://doi.org/10.1590/S0373-55241961000200003>.
- Tremarin, P.I.; Ludwig, T.A.V. & Moreira-Filho, H. Thalassiosirales (Diatomeae) do rio Guaraguaçu, Bacia Litorânea, PR, Brasil. *Acta Bot. Bras.*, v. 22, p. 1101-1113, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062008000400021>.
- Underwood, G.J.C. & Kromkamp, J. Primary production by phytoplankton & microphytobenthos in estuaries, p. 93-139, in Nedwell, D.B. & Raffaelli, D.G. (ed.). *Advances in ecological research: estuaries*. Londres: Academic Press, 1999.
- Verlecar, X.N.; Desai, S.R.; Sarkar, A. & Dalal, S.G. Biological indicators in relation to coastal pollution along Karnataka coast, India. *Water Res.*, v. 40, n. 17, p. 3304-3312, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2006.06.022>.
- Villac, M.C.; Cabral-Noronha, V.A.D.P. & Pinto, T.D.O. The phytoplankton biodiversity of the coast of the state of São Paulo, Brazil. *Biota Neotrop.*, v. 8, p. 151-173, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032008000300015>.
- Wetzel, R.G. *Limnology: lake and river ecosystems*. San Diego: Gulf Professional Publishing, 2001.
- Wood, E.F.; Crosby, L.H. & Cassie, V. Studies on Australian and New Zealand diatoms. III.-Descriptions of further discoid species. *Trans. Roy. Soc. New Zealand*, v. 87, n. 3, p. 211-219, 1959.
- Yan, B.; Passow, U.; Chanton, J.P.; Nöthig, E.M.; Asper, V.; Sweet, J.; Pitiranggon, M.; Diercks, A. & Pak, D. Sustained deposition of contaminants from the Deepwater Horizon spill. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, v. 113, n. 24, E3332-E3340, 2016. <https://doi.org/10.1073/pnas.1513156113>.