



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS**

HORTÊNCIA DE SOUSA BARROSO

**BIODIVERSIDADE E DENSIDADE DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA EM
ESTUÁRIOS DO LITORAL DO CEARÁ (NE – BRASIL)**

**FORTALEZA
2010**

HORTÊNCIA DE SOUSA BARROSO

**BIODIVERSIDADE E DENSIDADE DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA EM
ESTUÁRIOS DO LITORAL DO CEARÁ (NE – BRASIL)**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Marinhas Tropicais.

Área de concentração:
Utilização e Manejo de Ecossistemas Marinhos e Estuarinos

Orientador: Dra. Maria Odete Parente Moreira.

**FORTALEZA
2010**

B285 Barroso, Hortência de Sousa
Biodiversidade e densidade da comunidade fitoplanctônica em
estuários do Litoral do Ceará (NE-Brasil) / Hortência de Sousa Barroso.
2009.
158 f. ; il. color. enc.

Orientadora: Dra. Maria Odete Parente Moreira
Área de concentração: Utilização e Manejo de Ecossistemas
Marinhos e Estuarinos

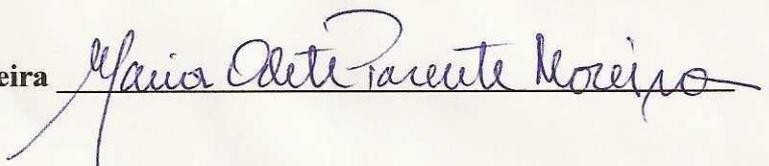
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Instituto de
ciências do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas
Tropicais, Fortaleza, 2010.

1. Fitoplâncton 2. Estuário Tropical 3. Eutrofização I. Moreira, Maria
Odete Parente (Orient.) II. Universidade Federal do Ceará – Curso de
Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais III. Título

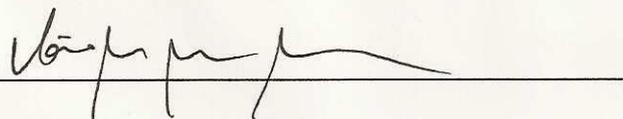
CDD 551.46

Após a finalização dos trabalhos da defesa de Dissertação de Mestrado da aluna, **HORTÊNCIA DE SOUSA BARROSO**, intitulada “**BIODIVERSIDADE E DENSIDADE DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA EM ESTUÁRIOS DO LITORAL DO CEARÁ (NE-BRASIL)**”, a Banca Examinadora considerando o conteúdo do trabalho e a apresentação realizada considera a **DISSERTAÇÃO APROVADA**.

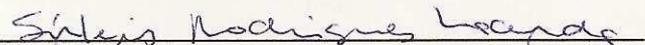
Dra. Maria Odete Parente Moreira
(Orientadora)



Profa. Dra. Vânia Maria Maciel Melo
(Membro interno)



Profa. Dra. Sirleis Rodrigues Lacerda
(Membro externo)



Fortaleza, 25 de janeiro de 2010

AGRADECIMENTOS

Ao **Deus pai** e **Deus mãe** que me permitiram a vida e me deram a força para o trabalho.

Aos meus pais terrenos **Maria da Penha de Sousa Barroso** e **João Barroso Filho** pelo apoio incondicional.

A minha orientadora **Dra. Maria Odete Parente Moreira** pela contribuição dada à minha formação acadêmica/profissional e humana, e por toda generosidade e amabilidade intrínsecas à sua personalidade.

Ao **Instituto de Ciências do Mar (Labomar)** e **Laboratório de Plâncton** pelo espaço físico e infra-estrutura disponibilizada para a realização deste trabalho.

A Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Estado do Ceará (**SEMACE**) e Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura (**FCPC**), que em parceria com o Instituto de Ciências do Mar (**Labomar**), realizaram o Zoneamento Econômico e Ecológico do Estado do Ceará (**ZEE**). Agradeço a estas instituições, em especial ao **Dr. Luis Parente Maia (Labomar)** e a **Ms. Maria Dias Cavalcante (SEMACE)**, coordenadores do ZEE, por permitirem a utilização das amostras de fitoplâncton coletadas durante a execução do mesmo. O agradecimento é estendido a todos os alunos (graduação e pós-graduação), pesquisadores e demais integrantes da equipe de apoio, que participaram da execução do ZEE. Cito dentre estes a equipe de campo responsável pela coleta das amostras de fitoplâncton: os professores **Dr. Raimundo Nonato de Lima Conceição** e **Dr. Maurício Mussi Molisani** e os alunos **Tiago Mesquita de Sousa** e **Renata Stock Fonseca**.

A Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais na pessoa do professor **Dr. Luiz Drude de Lacerda** pelo apoio concedido durante os dois anos de mestrado. Agradeço também às secretárias do Curso **Rosângela Ferreira de Araújo** e **Gorette Costa Nunes**.

A Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Ciência (**FUNCAP**) pela de bolsa de mestrado.

Ao **Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo**, na pessoa da **Dra. Célia Leite Sant'Anna**, pela ajuda na identificação das cianobactérias. Agradeço em especial pela disponibilidade e simpatia com a qual fui recebida.

A pesquisadora e colega de trabalho **Tatiane Martins Garcia** pelas boas discussões de cunho científico e pelos bons conselhos nos momentos de maior indecisão. Agradeço-lhe também a disponibilidade e cortesia com a qual sempre fui tratada.

A aluna de graduação (Oceanografia) **Andréa de Oliveira da Rocha Franco** pela dedicação admirável na identificação dos dinoflagelados.

Ao pesquisador e colega sempre bem disposto a ajudar **Luiz José Cruz Bezerra** (“Buda”) pela elaboração do mapa georreferenciado.

Ao professor **Rodrigo Maggioni** pela correção do abstract.

A bibliotecária **Nadsa Maria Cid Gurgel** pela elaboração da ficha catalográfica.

Aos **professores** e **funcionários** do Labomar. Aos colegas (Laboratório de Plâncton e Turma de Mestrado/2008) pelo companheirismo na labuta diária. Nomeio, neste caso, duas com as quais mais convivi: **Juliana Linhares Dutra** e **Carolina Coelho Campos**.

“Aprender a viver é aprender a trabalhar e aprender a conviver.”

(Sêneca)

RESUMO

Este trabalho é uma contribuição para o conhecimento das comunidades fitoplanctônicas e conseqüentemente dos estados tróficos de estuários situados no Litoral Oeste do Ceará, NE-Brasil: Setor I (Aracatimirim, Aracatiaçu e Mundaú) e Setor II (Timonha, Ubatuba, Remédios, Coreaú e Acaraú); e Região Metropolitana de Fortaleza (Ceará, Cocó e Pacoti). Amostras foram coletadas na camada sub-superficial da coluna d'água, ao longo do período chuvoso (janeiro a abril/ 2005), durante marés enchentes e/ou vazantes. As estações de coleta foram distribuídas longitudinalmente nos estuários, de modo a caracterizar suas porções superiores, intermediárias e inferiores. A comunidade fitoplanctônica esteve constituída por 308 táxons distribuídos em seis divisões taxonômicas: Cyanophyta (66), Euglenophyta (34), Dinophyta (23), Bacillariophyta (118), Cryptophyta (6) e Chlorophyta (56), além de organismos não identificados (5). A composição nas diferentes porções dos estuários foi influenciada pela variação da salinidade, havendo geralmente maior representatividade de dinoflagelados nas porções inferiores; de euglenófitas, cianobactérias, clorófitas e criptófitas nas porções superiores; e diatomáceas em todas as porções. As grandes áreas do Litoral Cearense pesquisadas foram distintas quanto à composição e densidades fitoplanctônicas totais. Observou-se uma grande porcentagem de táxons exclusivos em cada área, demonstrando que as mesmas podem apresentar diferenças quanto às condições abióticas e bióticas, que atuam conjuntamente selecionando as espécies fitoplanctônicas que melhor se adaptarão. Verificou-se um gradiente crescente para a densidade total: Costa Oeste Setor II < Região Metropolitana de Fortaleza < Costa Oeste Setor I. As espécies que alcançaram maiores abundâncias relativas na Região Metropolitana foram *Phormidium* sp3 e *Trichodesmium erythraeum*; na costa Oeste Setor I *Planktolynghya limnetica* e *Pseudanabaena galeata*; enquanto que no Setor II *Heterocapsa* sp., *Pseudanabaena limnetica* e *Nitzschia palea*. As espécies mais freqüentes em todo o conjunto amostral foram *Cylindrotheca closterium*, *Nitzschia palea*, *Navicula* sp1 e *Navicula* sp4. Apesar de espécies com preferência por ambientes eutrofizados terem alcançado maiores densidades em estuários da Costa Oeste Setor I e Região Metropolitana de Fortaleza, as mesmas também estiveram presentes nos estuários da Costa Oeste Setor II, inclusive com as maiores abundâncias relativas, pelo menos em uma das estações. Destaca-se dentre as espécies com preferência por condições eutróficas *Euglena limnophila*, *Ps. limnetica*, *Pl. limnetica*, *Chroococcus* cf. *distans* e *Chroococcus* cf. *minimus* e *Nitzschia palea*. Isso

demonstrou que todos os estuários, em menor ou maior grau, estão sendo submetidos a impactos de natureza antrópica (incremento nas concentrações de nutrientes), sendo os do Litoral Oeste Setor II os que demonstraram, por ocasião das amostragens, estarem com o processo de eutrofização em estado menos avançado. As altas densidades de cianobactérias nos estuários dos Rios Aracatiaçu, Aracatimirim, Ceará e Cocó, representadas inclusive por espécies potencialmente produtoras de toxinas (*Pl. limnetica*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Anabaenopsis circularis*, *Geitlerinema amphibium* e *T. erythraeum*), e de dinoflagelados no Pacoti, indicam a necessidade urgente de outras pesquisas e de monitoramentos para verificar a ocorrência de florações algais nocivas e tóxicas nestes estuários. O controle da emissão de nutrientes por atividades antrópicas para os mesmos também se faz urgente.

Palavras-chave: fitoplâncton – estuário tropical – eutrofização.

ABSTRACT

This work is a contribution for the knowledge of phytoplankton communities and trophic states of some estuaries from the West Coast of Ceará State, NE-Brazil: Sector I (Aracatimirim, Aracatiaçú and Mundaú) and Sector II (Timonha, Ubatuba, Remédios, Coreau and Acaraú); and some from Fortaleza Metropolitan Area (Ceará, Cocó and Pacoti). Samples were collected in the sub-superficial layer of the water column, during the rainy period (January to April / 2005), at low (ebb) and/or high (flood) tides. Sampling stations were longitudinally distributed in the estuaries, to characterize their superior, middle and inferior portions. Phytoplankton community was composed by 308 taxa distributed in six taxonomic divisions: Cyanophyta (66), Euglenophyta (34), Dinophyta (23), Bacillariophyta (118), Cryptophyta (6) and Chlorophyta (56), beside to uncertain organisms (5). Phytoplankton composition in each part of the studied estuaries was influenced by salinity variation. Dinoflagellates were well represented in the inferior portion; euglenoids, cyanobacteria, green algae and cryptomonads in the superior portions; and diatoms in all the three portions. The three investigated areas of Ceará Coast (West Sectors I and II, and Fortaleza Metropolitan Area) have shown differences in relation to composition and total densities of phytoplankton communities. A great percentage of exclusive taxa were observed in each area, indicating that each one may present different abiotic and biotic conditions, which act together in the selection of the phytoplankton species that will succeed. It was observed a growing gradient for the total density from the: West Coast Sector II < Metropolitan Area of Fortaleza < West Coast Sector I. The most abundant species in the estuaries of Sector I *Planktolyngbya limnetica* and *Pseudanabaena galeata*; in Sector II were *Heterocapsa* sp., *Pseudanabaena limnetica* and *Nitzschia palea*; while in the Metropolitan Area they were *Phormidium* sp3 and *Trichodesmium erythraeum*. The most frequent species in the whole group of samples were *Cylindrotheca closterium*, *Nitzschia palea*, *Navicula* sp1 and *Navicula* sp4. Species typical of eutrophic environments have reached higher densities in the estuaries of the West Coast Sector I and Metropolitan Area; however, they were also present in the estuaries of the West Coast Sector II. *Euglena limnophila*, *Ps. limnetica*, *Pl. limnetica*, *Chroococcus* cf. *distans* and *Chroococcus* cf. *minimus* and *Nitzschia palea* were some of the more representative species typical of eutrophic environments. These phytoplankton composition results indicate that all the estuaries are under some level of anthropogenic impact (nutrient input). However, among

the studied estuaries, those from West Coast Sector II seem to be at an earlier stage of eutrophication. High densities of potentially toxic cyanobacteria (*Pl. limnetica*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Anabaenopsis circularis*, *Geitlerinema amphibium* and *T. erythraeum*) in the estuaries of Aracatiaçú, Aracatimirim, Ceará and Cocó rivers and dinoflagellates in Pacoti river, suggest the urgent necessity of further research on the occurrence of toxic and harmful algae blooms in these estuaries. The control of the anthropogenic nutrient inputs is also highly advisable.

Keywords: phytoplankton - tropical estuary - eutrophication.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização dos onze estuários de amostragem: Costa Oeste Setor I (Rio Aracatimirim, Rio Aracatiaçú e Rio Mundaú); Costa Oeste Setor II (Complexo formado pelos Rios Timonha e Ubatuba, Rio Remédios, Rio Coreaú e Rio Acaraú); e Região Metropolitana de Fortaleza (Rio Ceará, Rio Cocó e Rio Pacoti). Autor: Luiz Cruz Bezerra, 2009.....	27
Quadro 1 – Algumas características dos onze estuários estudados. Fonte: Ibama (2005)	29
Figura 2 - Médias mensais históricas das precipitações pluviométricas, evaporação e umidade relativa do ar (1966-2005) no município de Fortaleza/CE. (Fonte: UFC, 2009).	35
Figura 3 - Médias mensais históricas da temperatura do ar (1966-2005) no município de Fortaleza/CE. (Fonte: UFC, 2009).....	37
Figura 4 - Médias mensais históricas de insolação total (1966-2005) no município de Fortaleza/CE. (Fonte: UFC, 2009).....	38
Figura 5 - Médias mensais históricas de velocidade dos ventos (1966-2005) no município de Fortaleza/CE. (Fonte: UFC, 2009).....	38
Quadro 2 – Lista de táxons fitoplanctônicos presentes nos estuários dos Rios Timonha (T), Ubatuba (U), Remédios ®, Coreaú (C-r), Acaraú (Ac), Aracatimirim (A-m), Aracatiaçú (A-ç), Mundaú (M), Ceará (Ce), Cocó (C-c) e Pacoti (P). (*) Táxons providos de descrições e fotos; (**) Táxons providos de fotos.	48
Figura 6 - <i>Chroococcus</i> cf. <i>minimus</i> (SF). Figura 7. <i>Chroococcus</i> cf. <i>minimus</i> (CF). Figura 8. <i>Chroococcus</i> cf. <i>distans</i> (SF). Figuras 9 e 10. <i>Microcystis aeruginosa</i> (SF). Figuras 11, 12 e 13. <i>Anabaena oumiana</i> (SF).	70
Figura 14 - <i>Anabaena</i> sp2 (CF). Figura 15. <i>Anabaena</i> sp2 (SF). Figuras 16, 17 e 18. <i>Anabaenopsis elenkinii</i> (SF). Figura 19. <i>Anabaenopsis elenkinii</i> (CF). Figuras 20 e 21. <i>Anabaenopsis circularis</i> (SF).....	71
Figuras 22 e 23. <i>Anabaenopsis circularis</i> (SF). Figuras 24, 25, 26 e 27. <i>Aphanizomenon</i> cf. <i>gracile</i> (CF). Figura 28. <i>Aphanizomenon</i> cf. <i>gracile</i> (SF).	72
Figuras 29, 30, 31, 32, 33 e 34. <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (SF). Figuras 35 e 36. <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (CF).....	73
Figura 37. <i>Raphidiopsis</i> sp. (CF). Figura 38. <i>Raphidiopsis</i> sp. (SF). Figuras 39 e 40. <i>Geitlerinema amphibium</i> (SF). Figuras 41, 42 e 43. <i>Geitlerinema splendidum</i> (CF). Figuras 44. <i>Komvophoron constrictum</i> (CF). Figura 45. <i>Geitlerinema splendidum</i> (SF).	74
Figuras 46 e 47. <i>Geitlerinema/Jaaginema</i> (CF). Figura 48. <i>Geitlerinema/Jaaginema</i> (SF). Figura 49. <i>Planktolyngbya microspira</i> (CF). Figuras 50 e 51. <i>Pseudanabaena limnetica</i> (CF). Figura 52. <i>Pseudanabaena limnetica</i> (SF). Figura 53. <i>Pseudanabaena galeata</i> (SF). Figura 54. <i>Pseudanabaena limnetica</i> (SF). Figura 55. <i>Pseudanabaena moniliformis</i> (CF)..	75
Figura 56. <i>Pseudanabaena moniliformis</i> (CF). Figura 57. <i>Romeria victoriae</i> (CF). Figuras 58 e 59. <i>Spirulina subsalsa</i> (CF). Figura 60. <i>Pseudanabaena papillaterminata</i> (CF). Figuras 61, 62, 63 e 64. <i>Phormidium</i> cf. <i>formosum</i> (CF).	76

Figura 65. <i>Phormidium</i> cf. <i>formosum</i> . (CF). Figura 66. <i>Phormidium</i> sp3 (CF). Figuras 67, 68, 69, 70 e 71. <i>Phormidium</i> sp3 (SF).	77
Figuras 72, 73 e 74. <i>Trichodesmium erythraeum</i> (SF). Figura 75 e 76. <i>Trichodesmium erythraeum</i> (CF).	78
Figuras 77 e 78. <i>Botryococcus</i> sp. (SF e CF). Figuras 79 e 80. <i>Monactinus simplex</i> var. <i>echinulatum</i> (SF e CF). Figura 81. <i>Lagerheimia wratislaviensis</i> (CF). Figura 82. <i>P. duplex</i> var. <i>duplex</i> (SF). Figura 83. <i>Pediastrum duplex</i> var. <i>duplex</i> (CF). Figura 84. <i>Pediastrum tetras</i> (CF). Figura 85. <i>Acanthosphaera</i> sp. (CF). Figura 86. <i>Monoraphidium caribeum</i> (CF). Figura 87. <i>Monoraphidium arcuatum</i> (CF).	84
Figura 88. <i>Monoraphidium contortum</i> (CF). Figura 89. <i>Monoraphidium</i> cf. <i>pseudobraunii</i> (SF). Figuras 90 e 91. <i>Oocystis</i> sp1 (CF). Figuras 92, 93 e 94. <i>Oocystis</i> sp1 (SF). Figuras 95 e 96. <i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>spinus</i> (SF e CF). Figuras 97 e 98. <i>Crucigenia fenestrata</i> (CF e SF).	85
Figuras 99 e 100. <i>Desmodesmus maximus</i> . (SF e CF). Figura 101. <i>Scenedesmus acutus</i> (SF). Figura 102. <i>Scenedesmus acuminatus</i> (CF). Figuras 103 e 104. <i>Scenedesmus</i> cf. <i>raciborskii</i> . (SF). Figuras 105 e 106. <i>Scenedesmus</i> cf. <i>raciborskii</i> . (CF).	86
Figuras 107 e 108. <i>Chlorotetraedron incus</i> (CF e SF).	87
Figuras 109. <i>Nitzschia palea</i> (CF). Figura 110. <i>Navicula</i> sp4 (CF). Figuras 111, 112 e 113. <i>Diadesmis confervacea</i> (CF). Figura 114. <i>Diploneis bombus</i> . Figura 115. <i>Entomoneis ornata</i> (CF). Figura 116 e 117. <i>Plagiotropis</i> sp. (CF). Figura 118. <i>Entomoneis alata</i> (CF)..	88
Figura 119. <i>Surirella fastuosa</i> (CF). Figuras 120 e 121. <i>Amphora holsatica</i> (CF). Figuras 122. <i>Amphora</i> cf. <i>ovalis</i> (CF). Figuras 123 e 124. <i>Asterionellopsis glacialis</i> (SF e CF). Figura 125. <i>Staurosira</i> sp. (SF).	89
Figura 126. <i>Staurosira</i> sp. (SF). Figura 127. <i>Grammatophora hamulifera</i> (CF). Figuras 128 e 129. <i>Ulnaria ulna</i> (CF). Figura 130. <i>Grammatophora oceanica</i> (CF). Figura 131. <i>Thalassionema nitzschioides</i> . Figura 132. <i>Melosira</i> cf. <i>dubia</i> (CF). Figuras 133 e 134. <i>Actinoptychus senarius</i> (CF). Figura 135. <i>Paralia sulcata</i> (SF). ..	90
Figura 136. <i>Bellerochea malleus</i> (CF). Figura 137. <i>Cylindrotheca closterium</i> (SF). Figura 138. <i>Rhizosolenia setigera</i> (CF). Figura 139. <i>Cyclotella</i> sp1 (CF). Figuras 140 e 141. <i>Cyclotella</i> sp1 (SF). Figura 142. Bacillariophyta 14 (cêntrica).	91
Figura 143. <i>Euglena acus</i> (CF). Figura 144. <i>Euglena limnophila</i> (CF). Figura 145. <i>Lepocinclis ovum</i> (CF). Figura 146. <i>Trachelomonas hispida</i> (CF). Figuras 147 e 148. <i>Euglena</i> sp12. Figura 149 e 150. <i>Phacus hamatus</i> (CF). Figura 151. <i>Phacus longicauda</i> (CF). Figura 152. <i>Strombomonas gibberosa</i> (CF). Figura 153. <i>Strombomonas acuminata</i> (CF). Figura 154. <i>Euglena caudata</i> (CF).	92
Figura 155. <i>Scrippsiella trochoidea</i> (CF). Figuras 156 e 157. <i>Heterocapsa</i> sp. (CF). Figura 158. <i>Protoperidinium minutum</i> (SF). Figura 159. <i>Prorocentrum micans</i> (SF). Figuras 160. <i>Heterocapsa rotundata</i> (CF). Figuras 161 e 162. <i>Peridinium umbonatum</i> (CF).	93
Figura 163- Bactéria 1 - (a) e (c) aumento 1000x (SF); (b), (d), (e) 400x (SF); (e) e (f) 400x (CF).	95
Figura 164 - Bactéria 2 (400x com contraste de fase).	95

Figura 165 - Bactéria 3 (400x com contraste de fase).....	95
Figura 166 - Densidade absoluta da Bacteria 1 em seis estuários.....	96
Figura 167 - Densidade absoluta da Bacteria 2 em cinco estuários.....	97
Figura 168 - Densidade absoluta da Bacteria 3 em seis estuários.....	97
Figura 169 - Densidade absoluta da Bacteria 3 no estuário do Rio Ceará.....	98
Figura 170. Densidade total (org.L ⁻¹) das divisões fitoplanctônicas e clorofila <i>a</i> nas estações dos três estuários localizados na costa Oeste Setor I.....	100
Figura 171. Abundância relativa (%) das divisões fitoplanctônicas nas estações dos três estuários localizados na costa Oeste Setor I.....	100
Figura 172. (A) Valores de abundância relativa e (B) Densidade dos táxons dominantes, abundantes e pouco abundantes nos três estuários localizados na Costa Oeste - Setor I. (*) espécies ilustradas e descritas; (**) espécies ilustradas.....	102
Figura 173 - Frequência de ocorrência (%) das espécies muito freqüentes e freqüentes nas estações de amostragens dos três estuários localizados na Costa Oeste - Setor I. (*) espécies ilustradas e descritas; (**) espécies ilustradas.....	103
Figura 174 - Agrupamento baseado na matriz de similaridade de Bray-Curtis composta pelos táxons que alcançaram pelo menos 5% de abundância relativa (n=21) em uma das estações de coleta dos três estuários localizados na Costa Oeste (Setor I). 105	
Figura 175 - Densidade total (org.L ⁻¹) das divisões fitoplanctônicas e clorofila <i>a</i> nas estações dos cinco estuários localizados na costa Oeste Setor II.....	107
Figura 176 - Abundância relativa (%) das divisões fitoplanctônicas nas estações dos cinco estuários localizados na costa Oeste Setor II.....	107
Figura 177 - (A) Valores de abundância relativa e (B) Densidade dos táxons dominantes, abundantes e pouco abundantes nos cinco estuários localizados na Costa Oeste - Setor II. (*) espécies ilustradas e descritas; (**) espécies ilustradas.....	109
Figura 178 - Frequência de ocorrência (%) das espécies muito freqüentes, freqüentes e pouco freqüentes nas estações de amostragens dos cinco estuários localizados na Costa Oeste - Setor II. (*) espécies ilustradas e descritas; (**) espécies ilustradas....	111
Figura 179 - Agrupamento baseado na matriz de similaridade de Bray-Curtis composta pelos táxons que alcançaram pelo menos 5% de abundância relativa (n=38) em uma das estações de coleta dos cinco estuários localizados na Costa Oeste (Setor II).	114
Figura 180 - Densidade total (org.L ⁻¹) das divisões fitoplanctônicas e clorofila <i>a</i> nas estações dos três estuários localizados na Região Metropolitana de Fortaleza.....	116
Figura 181 - Abundância relativa (%) das divisões fitoplanctônicas nas estações dos três estuários localizados na Região Metropolitana de Fortaleza.....	116
Figura 182 - (A) Valores de abundância relativa e (B) Densidade dos táxons dominantes, abundantes e pouco abundantes nos cinco estuários localizados na Região Metropolitana de Fortaleza. (*) espécies ilustradas e descritas; (**) espécies ilustradas.....	118
Figura 183 - Frequência de ocorrência (%) das espécies freqüentes nas estações de amostragens dos três estuários localizados na Região Metropolitana de Fortaleza. (*) espécies ilustradas e descritas; (**) espécies ilustradas.....	119

Figura 184 - Agrupamento baseado na matriz de similaridade de Bray-Curtis composta pelos táxons que alcançaram pelo menos 5% de abundância relativa (n=36) em uma das estações de coleta dos cinco estuários localizados na Região Metropolitana de Fortaleza. 121

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Áreas das bacias de drenagem inferiores dos rios, volumes dos estuários, vazões (descargas fluviais de água no período chuvoso e seco, respectivamente) para os estuários, razões entre as áreas das bacias de drenagem inferiores dos rios e os respectivos volumes estuarinos, médias de precipitação anual, áreas ocupadas por fazendas de camarão e número de habitantes.	32
Tabela 2 - Cargas de nutrientes ($t.ano^{-1}$) (Nitrogênio - N e Fósforo - P) emitidas por fontes naturais para as bacias inferiores dos rios (exceto o Rio Remédios). Entre parênteses contribuição percentual para a carga total.....	33
Tabela 3 - Cargas de nutrientes ($t.ano^{-1}$) (Nitrogênio - N e Fósforo - P) emitidas por fontes antrópicas para as bacias inferiores dos rios (exceto o Rio Remédios). Entre parênteses contribuição percentual para a carga total.....	33
Tabela 4 - Volumes mensais precipitados nos municípios mais próximos a cada estuário de estudo, durante o ano de 2005.	36
Tabela 5 - Coordenadas das estações dos estuários da costa Oeste (Timonha, Ubatuba, Remédios, Coreaú, Acaraú, Aracatimirim, Aracatiaçú e Mundaú) e região metropolitana de Fortaleza (Ceará, Cocó, e Pacoti), datas de coleta e níveis da maré.	40
Tabela 6 - Número de táxons pertencentes às diferentes divisões fitoplanctônicas, total e exclusivos, dos onze estuários de estudo.....	59
Tabela 7- Coeficientes de correlação de Pearson (r), entre a salinidade, biomassa fitoplanctônica (μg clorofila $a \times L^{-1}$) e a densidade fitoplanctônica total ($organismos \times L^{-1}$). Número de amostras ($n= 7$). (*) Correlações significativas ($p < 0,05$).....	101
Tabela 8 - Riqueza (número de espécies), equitabilidade (J'), diversidade específica ($H' - bits.org^{-1}$), salinidade e nível da maré nos três estuários localizados na Costa Oeste – Setor I. (V) vazante; (E) enchente.	104
Tabela 9 - Coeficientes de correlação de Pearson (r), entre a riqueza, equitabilidade (J'), diversidade (H') e salinidade. Número de amostras ($n=7$). (*) Correlações significativas ($p < 0,05$).....	104
Tabela 10 - Coeficientes de correlação de Pearson (r), entre a salinidade, biomassa fitoplanctônica (μg clorofila $a \times L^{-1}$) e a densidade fitoplanctônica total ($organismos \times L^{-1}$). Número amostras ($n=17$). (*) Correlações significativas ($p < 0,05$).....	108
Tabela 11 - Riqueza (número de espécies), equitabilidade (J'), diversidade específica ($H' - bits.org^{-1}$), salinidade e nível da maré nos cinco estuários localizados na Costa Oeste – Setor II. (V) vazante; (E) enchente.....	112
Tabela 12 - Coeficientes de correlação de Pearson (r), entre a riqueza, equitabilidade (J'), diversidade (H') e salinidade. Número de amostras ($n=17$). (*) Correlações significativas ($p < 0,05$).....	113

Tabela 13- Coeficientes de correlação de Pearson (r), entre a salinidade, biomassa fitoplanctônica (μg clorofila <i>a</i> $\times \text{L}^{-1}$) e a densidade fitoplanctônica total (organismos $\times \text{L}^{-1}$). Número amostras (n=9). (*) Correlações significativas ($p < 0,05$).....	117
Tabela 15 - Coeficientes de correlação de Pearson (r), entre a riqueza, equitabilidade (J'), diversidade (H') e salinidade. Número de amostras (n=9). (*) Correlações significativas ($p < 0,05$).....	120
Tabela 14 - Riqueza (número de espécies), equitabilidade (J'), diversidade específica (H' - bits.org ⁻¹), salinidade e nível da maré nos três estuários localizados na Região Metropolitana de Fortaleza. (V) vazante; (E) enchente.....	120

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	18
2.	REVISÃO DA LITERATURA.....	21
3.	CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS ÁREAS DE ESTUDO.....	26
3.1	As Zonas Estuarinas do Ceará.....	26
3.2	Aspectos climáticos.....	34
4	MATERIAS E MÉTODOS.....	39
4.1	Estuários e estações de coleta.....	39
4.2	Amostragens.....	41
4.3	Laboratório.....	41
4.3.1	Análises quantitativas.....	41
4.3.2	Análises qualitativas (estudo taxonômico).....	42
4.4	Abundância relativa dos táxons.....	43
4.5	Frequência de ocorrência dos táxons.....	43
4.6	Índices de diversidade específica (bits.org ⁻¹) e equitabilidade.....	44
4.7	Análise de similaridade.....	44
4.8	Correlações.....	46
5.	RESULTADOS.....	47
5.1	Análises qualitativas.....	47
5.1.1	Descrições e ilustrações (*) de alguns táxons das classes Cyanophyceae e Chlorophyceae.....	60
5.1.2	Ilustrações (**) de alguns táxons das divisões Bacillariophyta, Euglenophyta e Dinophyta.....	88
5.2	Outros microorganismos não identificados (bacterioplâncton heterotrófico?).....	94
5.3	Estuários da Costa Oeste - setor I (Aracatimirim, Aracatiaçu e Mundaú).....	99
5.4	Estuários da Costa Oeste - setor II (Timonha, Ubatuba, Remédios, Coreaú e Acaraú).....	106
5.5	Estuários da Região Metropolitana de Fortaleza (Ceará, Cocó e Pacoti).....	115
6	DISCUSSÃO.....	122
6.1	Estuários da Costa Oeste - Setor I (Aracatimirim, Aracatiaçu e Mundaú).....	122
6.2	Estuários da Costa Oeste - setor II (Timonha, Ubatuba, Remédios, Coreaú e Acaraú).....	129
6.3	Estuários da Região Metropolitana de Fortaleza (Ceará, Cocó e Pacoti).....	135
7	CONCLUSÕES.....	143
8	RECOMENDAÇÕES.....	144
	REFERÊNCIAS.....	145

1. INTRODUÇÃO

Durante o período de 2004 a 2006 foi desenvolvido pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Estado do Ceará (SEMACE), em convênio com o Instituto de Ciências do Mar (Labomar) da Universidade Federal do Ceará (UFC) e Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura (FCPC), o projeto **Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) da Zona Costeira do Estado do Ceará**. O mesmo teve como objetivo conhecer as condições atuais de ocupação e conservação da Zona Costeira do Ceará, além de obter subsídios para estabelecer novas diretrizes, parâmetros e procedimentos para ocupação ordenada e manejo sustentável da terra e dos recursos naturais destas áreas (CEARÁ, 2006). No conjunto de ecossistemas selecionados para estudo foram incluídos, dentre outros, os estuários dos Rios Pacoti, Cocó, Ceará, Mundaú, Aracatiaçu, Aracatimirim, Acaraú, Coreaú, Remédios e do complexo formado pelos Rios Ubatuba e Timonha.

Dentre as variáveis escolhidas para a avaliação do grau de impacto de atividades antrópicas nos estuários, em especial, sobre o estado trófico dos mesmos, esteve à biomassa fitoplanctônica total estimada através da clorofila *a*. Outros atributos da comunidade fitoplanctônica como a composição e a densidade das espécies também podem ser ferramentas auxiliares nesta avaliação dos estuários.

O fitoplâncton é composto, geralmente, por organismos planctônicos procariontes (cianobactérias) e eucariontes (ex.: clorofíceas, diatomáceas, euglenofíceas e dinoflagelados) fotossintetizantes, dotados de clorofila *a*, *b*, *c* e outros pigmentos acessórios (HARRIS, 1986). Alguns organismos dentro desta comunidade podem ter requerimentos nutricionais mais complexos, dependendo de substratos orgânicos (heterotróficos), sendo difícil saber quais são apenas autotróficos (HARRIS, *op. cit.*; BURKHOLDER; GLIBERT; SKELTON, 2008). Cerca de metade e 2/3 dos dinoflagelados e euglenofíceas, respectivamente, são heterotróficos (LOURENÇO, 2006). Existem ainda espécies mixotróficas, ou seja, que realizam a fotossíntese e também possuem nutrição heterotrófica (LOURENÇO, *op. cit.*).

Essa comunidade pode ser utilizada como indicadora das condições ambientais porque, juntamente com a vegetação de mangue, as microalgas atadas (ex. epifiton e perifiton), macroalgas e outras macrófitas, compõem as bases das cadeias alimentares em estuários. Dessa maneira, os produtores primários são os primeiros a terem suas dinâmicas naturais alteradas, quando os ecossistemas são submetidos às condições de estresse ecológico, como a eutrofização artificial (PAERL *et al.*, 2002).

Ecosistemas como os estuários, locais onde ocorre a mistura de águas fluviais e marinhas com processamento intensivo de matéria oriunda de ambas as fontes (KNOPPERS *et al.*, 2009) têm o processo de acumulação e enriquecimento de nutrientes (eutrofização) favorecido (JONGE; ELLIOTT; ORIVE, 2002). Uma influência positiva da eutrofização das águas é o aumento da produção primária, porém, o crescimento excessivo do fitoplâncton pode acarretar conseqüências negativas como a depleção de luz e oxigênio, além de mudanças na estrutura da comunidade fitoplanctônica, como a diminuição da diversidade, principalmente se decorrente da eutrofização antrópica. Outra conseqüência da eutrofização pode ser o aparecimento de florações de espécies potencialmente tóxicas (ANDERSON; GLIBERT; BURKHOLDER, 2002), o que conduz a sérios problemas de saúde pública.

Todavia, apesar da reconhecida importância das espécies fitoplanctônicas, no Estado do Ceará, ainda são poucos os trabalhos, pelo menos de fácil acesso a comunidade científica, que tratam da temática composição, quantificação e, em especial, descrição taxonômica das mesmas. No Brasil, a maioria dessa bibliografia está concentrada nas regiões Sul e Sudeste, destacando-se os Estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul. Na região Nordeste destaca-se o Estado de Pernambuco. No Ceará citam-se os trabalhos de Moreira (1994), Barroso (2006) e Fonseca (2006), que utilizaram as informações acerca da comunidade fitoplanctônica para o melhor entendimento da dinâmica e funcionamento dos ecossistemas estudados.

Dentro desse contexto, a principal relevância do presente trabalho será a contribuição para o preenchimento da lacuna existente quanto à composição e densidade do fitoplâncton em estuários situados na Região Metropolitana de Fortaleza e Litoral Oeste do Ceará, incluindo os dos Rios Pacoti, Cocó, Ceará, Mundaú, Aracatiaú, Aracatimirim, Acaraú, Coreaú, Remédios e do complexo formado pelos Rios Ubatuba e Timonha. Diante da grande importância ecológica do fitoplâncton nos ecossistemas aquáticos, as análises qualitativas e quantitativas irão complementar os dados gerados pelo projeto ZEE, sendo assim uma componente a mais para auxiliar na compreensão e avaliação do grau de conservação ou ocupação da Zona Costeira do Estado do Ceará.

Levando em consideração os trabalhos de LACERDA *et al.* (2008) e MOLISANI, CRUZ e MAIA (2006) que demonstraram que os estuários aqui estudados apresentam diferenças quanto as vazões fluviais; os volumes estuarinos; as razões entre as áreas das bacias de drenagem e os seus respectivos volumes estuarinos (A:V); e as cargas de nutrientes (nitrogênio e fósforo) que recebem, o presente trabalho além de contribuir para a ampliação do conhecimento sobre a ficoflórula estuarina cearense, também testa a hipótese de que:

- A densidade e a composição da comunidade fitoplanctônica varia entre os estuários estudados.

Dentre os fatores abióticos que também exercem grande influência na composição e densidade das espécies está a variação na salinidade, decorrente da enchente ou vazante da maré. Assim sendo, outras hipóteses a serem testadas nos estuários de estudo são:

- A densidade fitoplanctônica varia inversamente com a salinidade nos estuários.
- A composição da comunidade fitoplanctônica nas diferentes porções dos estuários é influenciada pela variação da salinidade.

Os objetivos estabelecidos foram:

- Quantificar e identificar os organismos fitoplanctônicos dos estuários estudados no menor nível taxonômico possível.
- Fazer a descrição taxonômica de algumas espécies pertencentes às divisões Cyanophyta e Chlorophyta e ilustrar com fotografias de microscopia ótica.
- Ilustrar algumas espécies pertencentes às divisões Bacillariophyta, Euglenophyta e Dinophyta.
- Comparar as estações dos estuários de maior proximidade geográfica quanto à composição e densidade (organismos. L^{-1}) das espécies fitoplanctônicas.
- Calcular os índices de diversidade e equitabilidade de todas as estações de cada estuário e comparar aqueles mais próximos geograficamente.
- Verificar qual a influência da salinidade na densidade e distribuição das divisões e espécies fitoplanctônicas em cada estuário.
- Verificar se ocorrem possíveis semelhanças ou diferenças entre os grupos de estuários localizados em setores distintos do Litoral do Ceará quanto às variáveis analisadas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Segundo Cameron e Pritchard (1963)¹ *apud* Dyer (1973 p. 1) estuário “é um corpo de água costeiro semifechado, com interligação livre com o oceano aberto, estendendo-se rio acima até o limite da influência da maré, sendo que em seu interior a água do mar é mensuravelmente diluída pela água doce oriunda da drenagem continental”. De maneira geral, em um sistema estuarino podem ser caracterizadas três zonas distintas (KJERFVE, 1989): (1) zona de maré fluvial (salinidade próxima à zero); (2) zona de mistura (porção onde ocorre a mistura das águas de drenagem continental com as águas marinhas); (3) e zona costeira (região costeira adjacente que se estende até a frente da pluma estuarina).

A produtividade primária pelágica nesses ecossistemas que estão dentre os mais produtivos do planeta, juntamente com áreas de ressurgência e lagunas, é dominada pelo fitoplâncton (KNOPPERS *et al.*, 2009). A comunidade fitoplanctônica estuarina é representada tanto por organismos marinhos como dulcícolas, além dos estuarinos propriamente ditos, sendo diatomáceas, dinoflagelados, cianobactérias, clorofíceas, euglenofíceas, criptofíceas e crisofíceas (silicoflagelados) os grupos mais comuns (LACERDA *et al.*, 2004; LEÃO *et al.*, 2008; VERITY e BORKMAN, 2009). As águas estuarinas se caracterizam pela maior biomassa e menor diversidade fitoplanctônica que as águas costeiras e oceânicas (KENNISH, 1990). Quanto à composição, a maior abundância na zona de maré fluvial costuma ser de diatomáceas, cianobactérias e clorofíceas, enquanto que na zona de mistura e costeira adjacente pode ser de diatomáceas, além de dinoflagelados e outros flagelados, transportados para esse ambiente durante a intrusão da maré.

A flora fitoplanctônica estuarina possui as mesmas necessidades metabólicas que a encontrada em outros ecossistemas aquáticos, ou seja, luz, nutrientes como nitrogênio, fósforo e sílica (para diatomáceas e silicoflagelados), além de várias vitaminas e elementos traços (SMAYDA, 1992). Em estuários, o crescimento desta comunidade é também controlado por fatores como a predação, fluxo fluvial, intrusão da maré e tempo de residência da água (FERREIRA *et al.* 2005). Sendo assim, todas as modificações na zona costeira, em especial diretamente sobre os estuários, podem alterar profundamente a estrutura da

¹ CAMERON, W. M.; PRITCHARD, D. W. Estuaries. In: Hill, M.N. (ed.) **The Sea. Ideas and Observations on Progress in the Study of the Seas.** New York. Intersci, 1963, p. 306-324.

comunidade fitoplanctônica e conseqüentemente a estrutura das demais comunidades, assim como, os ciclos biogeoquímicos nesses ecossistemas (PAERL *et al.*, 2002).

Tanto a composição quanto a densidade fitoplanctônica naturais de um estuário costumam ser alteradas quando, por exemplo, nutrientes são introduzidos em excesso, ou seja, além da sua capacidade de suporte. A vulnerabilidade de estuários a eutrofização antrópica ou artificial, definida como o aumento da produtividade primária em decorrência do aumento nas concentrações de nutrientes (N e P) oriundos de fontes antrópicas (WASSMANN e OLLI, 2004) é dependente de inúmeros fatores como: a sua morfometria, tempo de residência da água, profundidade, taxa de mistura, transparência da água, temperatura, salinidade e gradientes de densidade resultantes (PAERL, 1999). Dentro deste contexto, os estuários cearenses podem ser considerados como corpos d'água passíveis a eutrofização artificial, uma vez que de acordo com Lacerda *et al.* (2008) a maior parte das emissões de nitrogênio e fósforo para os estuários cearenses está relacionada à fontes antrópicas, como a disposição inadequada de águas servidas e resíduos sólidos urbanos, a agricultura, a pecuária e a aqüicultura (carcinicultura).

Mundialmente, um dos inúmeros problemas decorrentes da eutrofização artificial é o possível aparecimento de florações algais nocivas (“Harmful Algal Blooms – HABs”) (ANDERSON; GLIBERT; BURKHOLDER, 2002). De acordo com estes autores a mudança na composição de espécies é primariamente atribuída a alterações nas razões N:P:Si, todavia, esta premissa tem sido ampliada, haja vista que elevadas razões entre o carbono orgânico dissolvido e nitrogênio orgânico dissolvido (COD:NOD) são encontradas durante diversas florações. Portanto, é reconhecido que além dos nutrientes inorgânicos dissolvidos os substratos orgânicos são estimuladores de florações, se destacando sob essas condições espécies heterotróficas e mixotróficas, como muitos dinoflagelados (BURKHOLDER; GLIBERT; SKELTON, 2008; GLIBERT *et al.*, 2006).

Um dos primeiros trabalhos a confirmar o processo de eutrofização antrópica em um estuário cearense foi o de Moreira (1994). A autora caracterizou a produção do fitoplâncton no Estuário do Rio Cocó, localizado na região metropolitana de Fortaleza, em uma série de coletas bimestrais entre os anos de 1991 e 1992. Foram encontradas elevados valores de densidade (máx. 72.050,0 células.L⁻¹), clorofila *a* (máx. 255,27 mg.m⁻³), produtividade fitoplanctônica (máx. 726,65 mgC.m⁻³.h.⁻¹) e concentrações de nutrientes, além de várias ocasiões de subsaturação de oxigênio. Com esses resultados Moreira (1994) caracterizou o Cocó como bastante eutrofizado.

Dentre os trabalhos mais abrangentes, em estuários cearenses, cita-se o de Moreira (2005) que apresentou como parte integrante dos resultados gerados pelo projeto ZEE o relatório técnico “**Biomassa do fitoplâncton (clorofila *a*) nos estuários do Estado do Ceará**”. Com base na concentração de clorofila *a*, a autora concluiu de uma maneira geral, que nos estuários investigados a biomassa do fitoplâncton apresentou uma relação inversa com a salinidade sendo, portanto, maior na porção superior (zona de maré fluvial) que na porção inferior (zona costeira). Este gradiente horizontal de distribuição da biomassa fitoplanctônica confirmou a capacidade das águas marinhas adjacentes, comprovadamente oligotróficas, em diluir a concentração da biomassa fitoplanctônica encontrada nas porções inferior e intermediária. A diluição causada pela intrusão da maré é particularmente importante em estuários cearenses, os quais em sua maioria apresentam pequenas vazões. Moreira (2005) também observou exceções (ex. Acaraú, Coreaú e Remédios) para esse padrão de distribuição da biomassa fitoplanctônica ao longo das porções dos estuários. Dentre as possíveis explicações para a maior biomassa nas porções inferiores e intermediárias desses estuários está o aporte de nutrientes através de esgotos domésticos das áreas urbanas e de fazendas de carcinicultura localizadas nas margens dos estuários.

Com relação ao estado trófico baseado nas concentrações de clorofila *a*, Moreira (2005) utilizando-se da classificação sugerida por Rast, Holland e Ryding (1989)² *apud* Marques, Moraes e Maurat (2002) indicou que o processo de eutrofização nos estuários localizados na região metropolitana de Fortaleza (Cocó, Ceará e Pacoti) encontrava-se em estado mais avançado do que nos demais. Os estuários localizados no extremo oeste do Ceará (Acaraú, Coreaú, Remédios, Ubatuba e Timonha) foram os que apresentaram menores concentrações médias de clorofila *a*, sendo caracterizados como os menos eutrofizados.

Sabe-se que além da biomassa, outros fatores, como a composição específica, são importantes quando da necessidade de se obter dados mais precisos sobre a real condição trófica de um ecossistema aquático (HUSZAR *et al.*, 1998). Todavia, uma das grandes dificuldades encontradas nos trabalhos sobre qualidade de água que incluem as comunidades fitoplanctônicas é, justamente, a identificação precisa dos organismos.

De uma maneira geral, é bem reconhecido que há um declínio nos estudos tradicionais taxonômicos. Segundo Irfanullah (2006), esse declínio tem sido associado a fatores como: (1) o aumento no financiamento governamental para as áreas das ciências

² RAST, W. HOLLAND, M.; RYDING, S. **Eutrophication management framework for the policy-making.** MAB Digest. UNESCO, Paris, France, 83 p.

biológicas aplicadas (ex. biomedicina, manipulação genética, etc.) que proporcionam retornos econômicos; (2) a pressão sofrida pelos pesquisadores, já que os periódicos com publicações de artigos taxonômicos têm menores fatores de impacto (FIs); (3) a grande demanda de tempo na identificação, além do freqüente requerimento de literatura especializada e de profissionais com formação na área; (4) a imagem da taxonomia como um trabalho tedioso e monótono; e (5) a especial atenção dada nos currículos escolares à biologia molecular/genética, em detrimento da taxonomia tradicional.

Sabe-se que somente a taxonomia tradicional baseada em características morfológicas, não é satisfatória para se alcançar um dos objetivos da ciência taxonômica, que é registrar e compreender a biodiversidade dos organismos da Terra, levando-se em consideração também suas relações evolutivas (KOMÁREK, 2005a). Assim sendo, vem-se defendendo o emprego da taxonomia polifásica, ou seja, o uso paralelo de inúmeros critérios como: análises genéticas (ex. seqüenciamento de genes que codificam para o rRNA 16S e rRNA18S), bioquímicas (ex. composição de ácidos graxos e produção de metabólitos secundários), observação de ultra-estruturas celulares com microscopia eletrônica, acompanhamento de ciclos de vida, dados ecológicos, biogeográficos, assim como, a própria taxonomia tradicional baseada em características morfológicas observadas ao microscópio óptico, no caso do fitoplâncton (KOMÁREK, 2005a; PRÖSCHOLD e LELIAERT, 2007). Esses critérios são selecionados de acordo com o grupo ou espécies a serem estudadas.

No Brasil a maioria da bibliografia taxonômica do fitoplâncton baseada na taxonomia tradicional inclui especialmente ambientes dulcícolas (ex. reservatórios, rios e lagoas). Há, portanto, uma clara deficiência de trabalhos, pelo menos de fácil acesso a comunidade científica, abordando o conhecimento e a descrição taxonômica da ficoflórula estuarina e especial marinha brasileira. Uma das justificativas para este fato poderia ser a maior dificuldade de amostragem quando comparada a ecossistemas dulcícolas. Alguns dos trabalhos brasileiros providos de descrição taxonômica e ilustração (fotos ou desenhos) das espécies fitoplanctônicas estuarinas ou marinhas encontram-se listados a seguir:

- Cunha e Eskinazi-Leça (1990) que elaboraram um catálogo ilustrado das diatomáceas da Plataforma Continental de Pernambuco;
- Moura, Bittencourt-Oliveira e Nascimento (2007) que avaliaram a composição das diatomáceas bênticas do sedimento estuarino do Rio Paripe (PE/ Brasil);
- Persich e Garcia (2003) que registraram a ocorrência de cistos de dinoflagelados, com ênfase em espécies potencialmente nocivas, no sedimento próximo à desembocadura da Laguna dos Patos (RS);

- Torgan (1997) que estudou a estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica na Laguna dos Patos (RS) durante um ciclo anual;
- Torgan e Santos (2007) que registraram a ocorrência da diatomácea *Thalassiosira nodulolineata* (uma espécie pouco conhecida) na Laguna dos Patos (RS/Brasil).

Cita-se ainda dentre as iniciativas para o conhecimento e divulgação de espécies do fitoplâncton, a elaboração de um portal pelo Laboratório de Ecologia do Fitoplâncton e Microorganismos Marinhos da Universidade Federal do Rio Grande (<http://www.lei.furg.br/taxonomia/site/index.php>), no qual as espécies dos ecossistemas marinhos e estuarinos do extremo Sul do Brasil estão sendo catalogadas e ilustradas, assim como sucintamente descritas.

Outros trabalhos se destacam por proverem listas das espécies encontradas em determinadas regiões, contribuindo dessa forma para o conhecimento da biogeografia das mesmas. São alguns destes:

- Odebrecht e Abreu (1998) que fornecem lista de espécies fitoplanctônicas marinhas e estuarinas do extremo Sul do Brasil;
- Lacerda *et al.* (2004) que estudaram a variação nictemeral do fitoplâncton em um estuário tropical (Itamaracá, Pernambuco, Brasil);
- Procopiak, Fernandes e Moreira-Filho (2006) que elaboraram uma lista de Diatomáceas (Bacillariophyta) marinhas e estuarinas do Paraná, Sul do Brasil, com ênfase em espécies nocivas;
- Silva *et al.* (2009) que estudaram a estrutura sazonal e espacial do microfitoplâncton no estuário tropical do Rio Formoso, PE, Brasil.

Portanto, além do que já foi posto, o presente trabalho também poderá servir como subsídio para trabalhos futuros, principalmente, envolvendo as temáticas da distribuição biogeográfica, descrição taxonômica e densidade (organismos.L⁻¹) de espécies fitoplanctônicas no Estado do Ceará.

3. CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS ÁREAS DE ESTUDO

Os ambientes litorâneos recebem intensos fluxos de matéria e energia, haja vista que se encontram na interface entre os meios oceânicos, continentais e atmosféricos. São muito dinâmicos e de frágeis estabilidades geoambiental e ecodinâmica. A linha de costa do Estado do Ceará estende-se por 573 km, limitando-se a oeste com o estado do Piauí e a leste com o Rio Grande do Norte. O litoral cearense apresenta um predomínio de uma composição geológica basicamente sedimentar, pertencendo ao “Domínio dos Depósitos Sedimentares Cenozóicos” (IBAMA, 2005).

3.1 As Zonas Estuarinas do Ceará

No litoral cearense é possível se identificar 17 grandes unidades de planície fluvio-marinhas: **Litoral Leste** (Barra Grande, Rio Jaguaribe, Rio Pirangi, Rio Choró e Rio Mal-Cozinhado); **Litoral da Região Metropolitana de Fortaleza** (Rio Pacoti, Rio Cocó, Rio Ceará e Rio São Gonçalo); e **Litoral Oeste** (Rio Curu, Lagamar do Sal, Rio Mundaú, Rio Aracatiaçú, Complexo Estuarino dos Rios Acaraú/Zumbi, Rio Coreaú, Barra dos remédios, Complexo Estuarino dos Rios Ubatuba/Timonha) (IBAMA, *op. cit.*). Durante o projeto ZEE foram amostrados 16 estuários, incluindo os onze abordados no presente trabalho (Figura 1): **Litoral Oeste** (setor I) com os estuários dos Rios Aracatimirim, Aracatiaçú e Mundaú; **Litoral Oeste** (setor II) com os estuários dos Rios Timonha, Ubatuba Remédios, Coreaú e Acaraú; e o **Litoral da Região Metropolitana de Fortaleza** com os estuários dos Rios Ceará, Cocó e Pacoti.

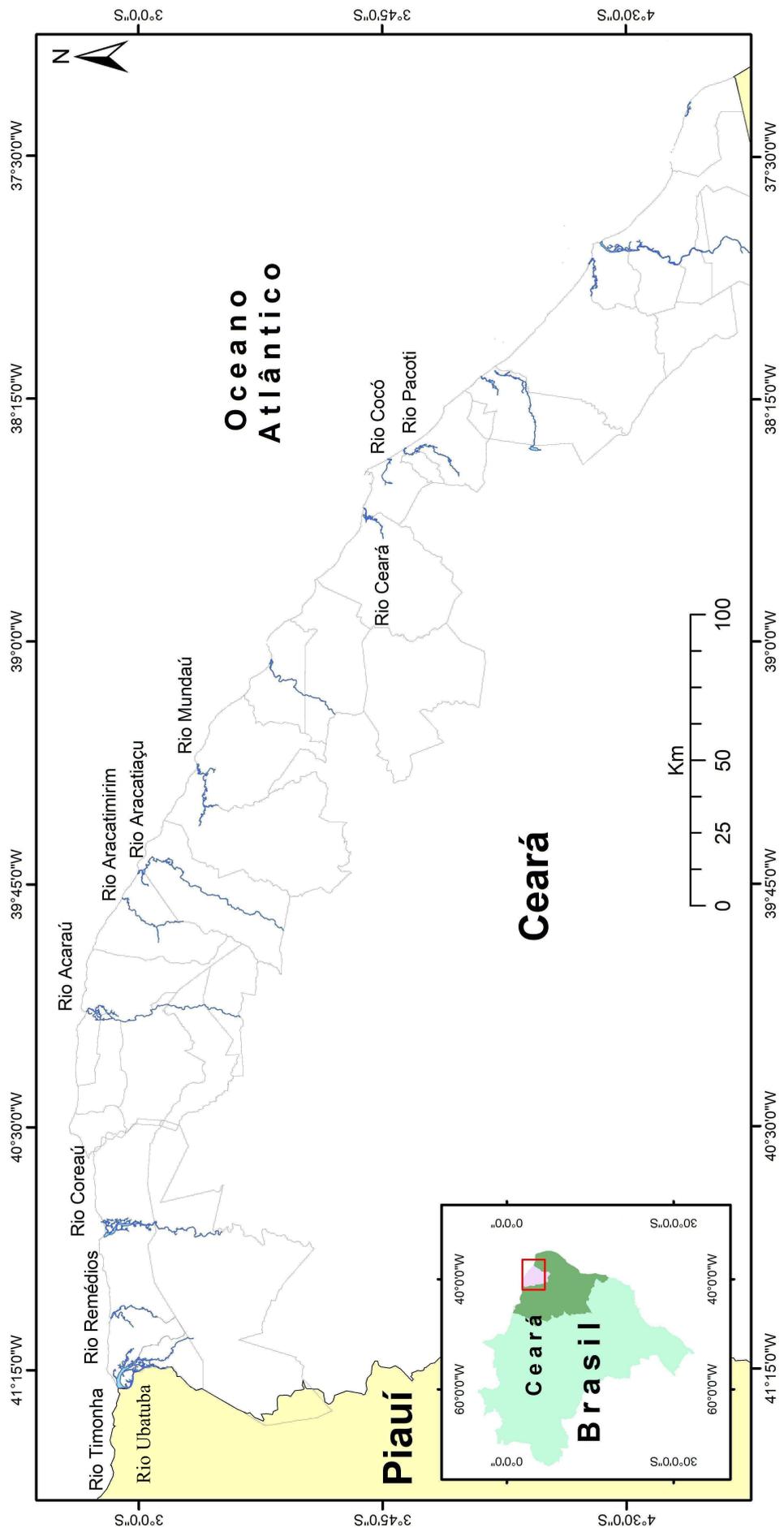


Figura 1 - Localização dos onze estuários de amostragem: Costa Oeste Setor I (Rio Aracatiáçu e Rio Mundaú); Costa Oeste Setor II (Complexo formado pelos Rios Timonha e Ubatuba, Rio Remédios, Rio Coreau e Rio Acaraú); e Região Metropolitana de Fortaleza (Rio Ceará, Rio Cocó e Rio Pacoti). Autor: Luiz Cruz Bezerra, 2009.

No Quadro 1 são apresentadas algumas características geoecológicas (localização, principais feições paisagísticas, afluentes litorâneos, atrativos paisagísticos, formas de uso e ocupação do solo, principais impactos ambientais) dos estuários estudados. Na Tabela 1 estão postos mais alguns parâmetros descritores das Bacias de drenagem inferiores dos rios: área, volume do estuário, vazão (descarga fluvial de água) para o estuário, razões entre as áreas das bacias de drenagem inferiores dos rios e os seus respectivos volumes estuarinos, precipitação média anual, área ocupada por fazendas de camarão e população humana (LACERDA, 2006; LACERDA *et al.*, 2008; MOLISANI; CRUZ; MAIA, 2006) . Nas Tabelas 2 e 3 são mostradas, respectivamente, as estimativas das cargas de nutrientes (Nitrogênio e Fósforo) emitidas por fontes naturais e antrópicas para as bacias inferiores dos rios (exceto o Rio Remédios).

Município	Distância de Fortaleza/CE	Estuário (Rios)	Principais feições paisagísticas	Afluentes litorâneos	Atrativos paisagísticos	Formas de uso e ocupação do Solo	Principais impactos ambientais
Chaval e Barroquinha	500 Km	Ubatuba/Timonha	Manguezais Apicuns e salgados Salinas desativadas e funcionando Coqueirais Carnaubais Lagamares	Rio Carpina Rio Camelo Rio da Chapada	Prata Mangue Rio	Coqueiral Salinas Áreas residenciais Agricultura Pesca artesanal	Carcinicultura Desmatamento Salinização do solo e da água
Barroquinha	414 Km	Barra dos Remédios					Carcinicultura
Camocim	379 Km	Coreaú	Manguezais Apicuns e salgados Salinas desativadas e funcionando Coqueirais Carnaubais Lagamares	Rio São Mateus Rio do Meio Rio da Imburana Rio da Fortuna		Porto Salinas Áreas residenciais Pesca artesanal	Carcinicultura Poluição hídrica Desmatamento Assoreamento Salinização do solo e da água
Acaraú	240 Km	Acaraú	Manguezais Apicuns e salgados Salinas desativadas e funcionando Coqueirais Carnaubais	Rio Cacimbas Córrego S. Félix Córrego Cateté		Porto Salinas Pecuária extensiva Coqueiral Agricultura de subsistência	Carcinicultura Poluição hídrica Desmatamento Assoreamento Aterros

Quadro 1 - Algumas características dos onze estuários estudados. Fonte: Ibama (2005)

Município	Distância de Fortaleza/CE	Estuário (Rios)	Principais feições paisagísticas	Afluentes litorâneos	Atrativos paisagísticos	Formas de uso e ocupação do Solo	Principais impactos ambientais
Acarauá			Lagunares Flechas de areia e delta de maré			Pesca artesanal Áreas residenciais	
Itarema	220 Km	Aracatimirim			Dunas Coqueiros		Carcinicultura
Amontada	165 Km	Aracatiaguá	Manguezais Apícuns Coqueirais	Córrego do Mineiro Córrego da Várzea	Pesca Coqueiral		Desmatamento
Itaipoca e Trairi	170 Km	Mundaú		Córrego do Buriti Córrego da Bacumirá Córrego da Lavagem	Residências Porto Salinas Turismo		Carcinicultura Desmatamento Poluição hídrica Abrasão marinha Salinização do solo e da água

Quadro 1 - Algumas características dos onze estuários estudados. Fonte: Ibama (2005)

Município	Distância de Fortaleza/CE	Estuário (Rios)	Principais feições paisagísticas	Afluentes litorâneos	Atrativos paisagísticos	Formas de uso e ocupação do Solo	Principais impactos ambientais
Caucaia e Fortaleza		Ceará	Manguezais Salinas	Rio Maranguapinho	Praia Manguezal	Pesca Turismo Residências Salinas	Desmatamento Aterro Poluição hídrica Caça e pesca Artificialização da paisagem Avanço de dunas
Fortaleza		Cocó	Manguezais Salinas	Rio Coaçu	Praia Manguezal	Pesca Turismo Residências Salinas	Desmatamento Aterro Poluição hídrica Caça e pesca Artificialização da paisagem Avanço de dunas
Aquiraz e Fortaleza		Pacoti			Praia Manguezal	Pesca Turismo Residências Salinas	Desmatamento Aterro Poluição hídrica Caça e pesca Artificialização da paisagem Avanço de dunas

Quadro 1 - Algumas características dos onze estuários estudados. Fonte: Ibama (2005)

Tabela 1 - Áreas das bacias de drenagem inferiores dos rios, volumes dos estuários, vazões (descargas fluviiais de água no período chuvoso e seco, respectivamente) para os estuários, razões entre as áreas das bacias de drenagem inferiores dos rios e os respectivos volumes estuarinos, médias de precipitação anual, áreas ocupadas por fazendas de camarão e número de habitantes.

	Área (Km ²) ^a	Volume estuarino (10 ⁶ m ³) ^a	Q (m ³ .s ⁻¹) ^b	Razão área/ volume estuarino ^a	Precipitação média anual (mm) ^a	Área (ha) ocupada por fazendas de camarão ^c	População humana ^a
Rio Timonha/Ubatuba	616,0	39,7	22,0 / < 1,0	15	1.122,0	147,0	26.084,0
Rio Remédios/Tapuio	171,0 ^d	sd	1,0 / < 1,0	sd	992,0 ^d	sd	sd
Rio Coreau	4.678,0	7,7	32,0 / < 1,0	610	610,0	439,0	123.913,0
Rio Acaraú	3.002,0	1,4	31,0 / 1,0	2.213	1.083,0	743,0	132.082,0
Rio Aracatimirim	738,0	0,2	< 1,0	3.925	1.140,0	58,0	30.347,0
Rio Aracatiaçú	1.582,0	1,2	9,0 / < 1,0	1.333	828,0	62,0	32.333,0
Rio Mundaú	2.135,0	2,1	12 / < 1,0	1.000	1.359,0	42,0	138.896,0
Rio Ceará	1.640,0	0,4	5,0 / 1,0	4.000	1.311,0	0,0	405.344,0
Rio Cocó	420,0	0,4	6,0 / < 3,0	1.217	1.378,0	0,0	2.521.444,0
Rio Pacoti	700,0	0,5	19,0 / 1,0	1.470	1.428,0	0,0	148.113,0

Fontes: ^a Lacerda *et al.* (2008); ^b Molisani, Cruz e Maia (2006); ^c Lacerda *et al.* (2006).

^d Área de toda a bacia de drenagem do Rio
sd (sem dados)

Tabela 2 - Cargas de nutrientes ($t.\text{ano}^{-1}$) (Nitrogênio - N e Fósforo - P) emitidas por fontes naturais para as bacias inferiores dos rios (exceto o Rio Remédios). Entre parênteses contribuição percentual para a carga total.

Bacia	Denundação física e química de solos		Deposição atmosférica		Carga total	
	N	P	N	P	N	P
Timonha/Ubatuba	36,4 (84)	34,9 (98)	6,9 (16)	0,6 (2,0)	43,3	35,5
Coreaú	223,0 (81)	202,0 (98)	51,1 (19)	4,1 (2,0)	274,1	206,1
Acaraú	189,0 (87)	174,0 (99)	27,5 (13)	2,2 (1)	216,5	176,2
Aracatimirim	48,0 (85)	39,1 (98)	8,4 (15)	0,7 (2)	56,4	39,8
Aracatiaçu	103,0 (89)	95,4 (99)	13,1 (11)	1,05 (1)	116,1	96,5
Mundaú	147,0 (84)	120,0 (98)	29,0 (16)	2,3 (2)	176,0	122,3
Ceará	107,0 (82)	113,0 (98)	24,2 (18)	1,9 (2)	131,0	115,0
Cocó	27,2 (82)	26,6 (98)	5,8 (18)	0,5 (2)	33,0	27,0
Pacoti	43,5 (81)	25,3 (97)	10,0 (19)	0,8 (3)	53,5	26,1

Fonte: Lacerda *et al.* (2008).

Tabela 3 - Cargas de nutrientes ($t.\text{ano}^{-1}$) (Nitrogênio - N e Fósforo - P) emitidas por fontes antrópicas para as bacias inferiores dos rios (exceto o Rio Remédios). Entre parênteses contribuição percentual para a carga total.

	Águas servidas	Resíduos sólidos	"Runoff" urbano	Agricultura	Pecuária	Carcinicultura	Total
Timonha/Ubatuba							
N	50,1 (13)	2,4 (0,6)	0,7 (0,07)	191 (52)	81 (22)	40 (11)	365
P	14,0 (13)	0,0	0,11 (0,01)	39 (37)	49 (46)	3,4 (3,2)	106
Acaraú							
N	238 (15,6)	12,2 (0,08)	3,3 (0,2)	471 (31)	595 (39)	204 (13,3)	1.524
P	66,9 (6,3)	0,0	0,50 (0,04)	611 (57,4)	368 (34,6)	17,1 (1,6)	1.063
Coreaú							
N	233 (22,6)	11,4 (1,1)	3,3 (0,3)	133 (12,9)	530 (51,4)	121 (11)	1.031
P	65,2 (13)	0,0	0,49 (0,1)	101 (20,1)	324 (64,7)	10,1 (2,0)	501
Aracatimirim							
N	52,5 (16)	2,8 (0,8)	0,8 (0,2)	159 (48,4)	97 (29,5)	16 (4,9)	328
P	14,7 (6,2)	0,0	0,11 (0,05)	161 (68)	60 (25)	1,3 (0,5)	237
Aracatiaçu							
N	56,6 (19,2)	3,0 (1)	0,6 (0,2)	71 (24,1)	146 (49,6)	17 (5,8)	294
P	15,9 (8,7)	0,0	0,09 (0,05)	72 (39,5)	92 (50,5)	1,4 (0,8)	182
Mundaú							
N	250 (18)	12,8 (0,9)	4,2 (0,3)	411 (29,5)	701 (50,3)	12 (0,9)	1.391
P	70 (7,2)	0,0	0,63 (0,06)	373 (38,4)	526 (54,1)	1,0 (0,1)	971
Ceará							
N	328 (40)	37,3 (4,6)	11,1 (1,4)	71 (8,7)	368 (45)	0,0	815
P	92 (23)	0,0	1,67 (0,4)	25 (6,4)	274 (70)	0,0	393
Cocó							
N	2.116 (82)	232 (8,9)	79,3 (3,1)	4,1 (0,1)	157 (6,1)	0,0	2.588
P	592 (80)	0,0	12,0 (1,6)	1,9 (0,2)	132 (18)	0,0	738
Pacoti							
N	305 (27,8)	13,6 (1,2)	4,4 (0,4)	84 (7,6)	690 (63)	0,0	1.097
P	85 (12,1)	0,0	0,65 (0,1)	27 (3,8)	584 (83,7)	0,0	697

Fonte: Lacerda *et al.* (2008).

3.2 Aspectos climáticos

O município de Fortaleza foi tomado como referência para os dados meteorológicos. Consideraram-se as médias mensais históricas (1966-2005) da Estação Meteorológica do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, localizada dentro do Campus Universitário do Pici (3° 45' S e 38° 33' W) a 19,0 m acima do nível do mar. Exceção é feita aos dados de precipitação pluviométrica, para os quais além dos referentes à Fortaleza, são apresentados os valores relativos ao ano de 2005 (Tabela 4) das estações meteorológicas da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME, localizadas nos municípios e postos mais próximos a cada estuário estudado (FUNCEME, 2009).

No Estado do Ceará as chuvas se concentram, significativamente, na quadra chuvosa que corresponde aos meses de fevereiro a maio. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é a principal responsável pelas chuvas neste período. Todavia, a sazonalidade climática bem definida e a qualidade do período chuvoso na região, dependem de condições atmosféricas e oceânicas locais e globais, que modulam a intensidade, a fase e o movimento da ZCIT. Dentre os fenômenos que atuam contribuindo ou não para a formação de nuvens e, conseqüentemente, de chuvas sobre o Estado do Ceará citam-se El Niño, La Niña, Temperatura do Atlântico Tropical, Ventos Alísios de Nordeste e de Sudeste (FUNCEME, 2005). Na zona costeira se destacam ainda sistemas secundários como as linhas de instabilidade e as brisas marinhas, como responsáveis pelas precipitações sobre a região. Quando ocorre o deslocamento da ZCIT para o hemisfério Norte, as chuvas sobre o setor Norte do Nordeste brasileiro cessam totalmente, tendo início o chamado período de estiagem (IBAMA, *op. cit.*; FUNCEME, 2009). Segundo a classificação de KÖPPEN o clima do litoral cearense é definido como sendo do tipo AW - Clima tropical chuvoso, quente e úmido.

De acordo com os dados meteorológicos (período de 1966-2005) do município de Fortaleza, em média, o volume total precipitado é da ordem de 1619,7 mm.ano⁻¹. Definem-se, portanto, dois períodos: “chuvoso” que corresponde ao primeiro semestre do ano; e “seco” que é referente ao segundo semestre, que têm menores índices de precipitação durante o trimestre que vai de setembro a novembro (Figura 2). O período de novembro a janeiro é também chamado de pré-estação chuvosa.

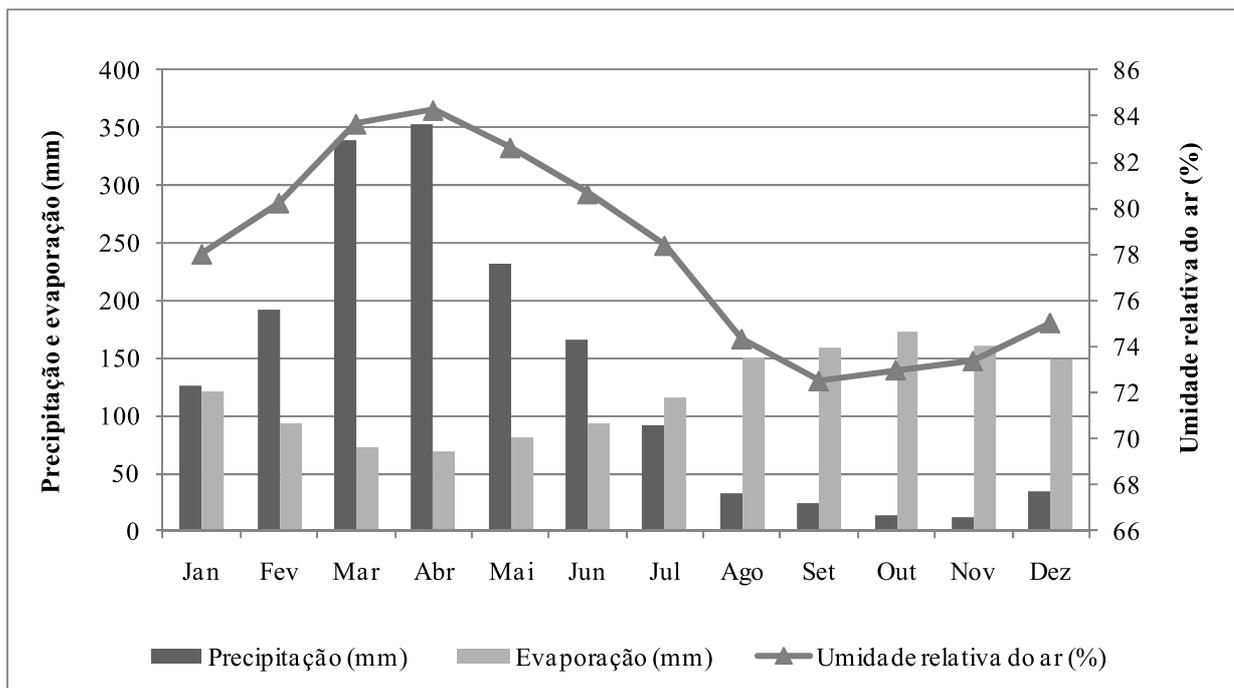


Figura 2 - Médias mensais históricas das precipitações pluviométricas, evaporação e umidade relativa do ar (1966-2005) no município de Fortaleza/CE. (Fonte: UFC, 2009).

Observa-se que os maiores valores de precipitação no primeiro semestre do ano, influenciam diretamente nos maiores valores médios de umidade relativa do ar (%), que variaram de 72,5% em setembro a 84,3% em abril. A evaporação é marcadamente maior no segundo semestre, tendo sido a média anual (1966-2005) de $1439,8 \text{ mm.ano}^{-1}$.

Na tabela 4 são apresentados os volumes mensais precipitados nos municípios e postos da Funceme mais próximos a cada estuário de estudo, durante o ano de 2005. O volume anual total nas microrregiões de localização dos estuários variou de $572,4 \text{ mm.ano}^{-1}$ no município de Acaraú (estuário do Rio Acaraú) a $1129,9 \text{ mm.ano}^{-1}$ em Fortaleza (estuário do Rio Cocó).

Quanto às médias mensais de temperatura do ar (°C) do município de Fortaleza, observa-se que há pouca variação ao longo do ano, com mínima de 25,9°C (julho) e máxima de 27,5°C (dezembro) (Figura 3).

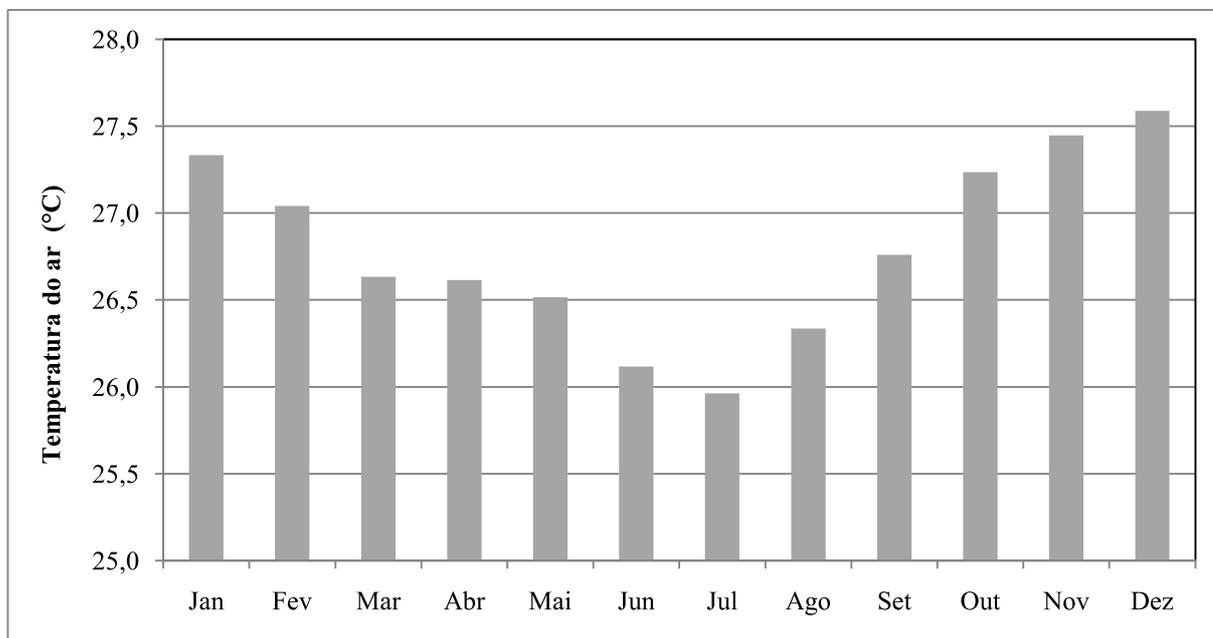


Figura 3 - Médias mensais históricas da temperatura do ar (1966-2005) no município de Fortaleza/CE. (Fonte: UFC, 2009).

A média de insolação total anual entre os anos de 1966 e 2005 foi de 2855,5 horas.ano⁻¹, sendo que as maiores médias mensais foram observadas durante o mês de agosto (293,1 horas) e as mínimas no mês de abril (158,2 horas) (Figura 4).

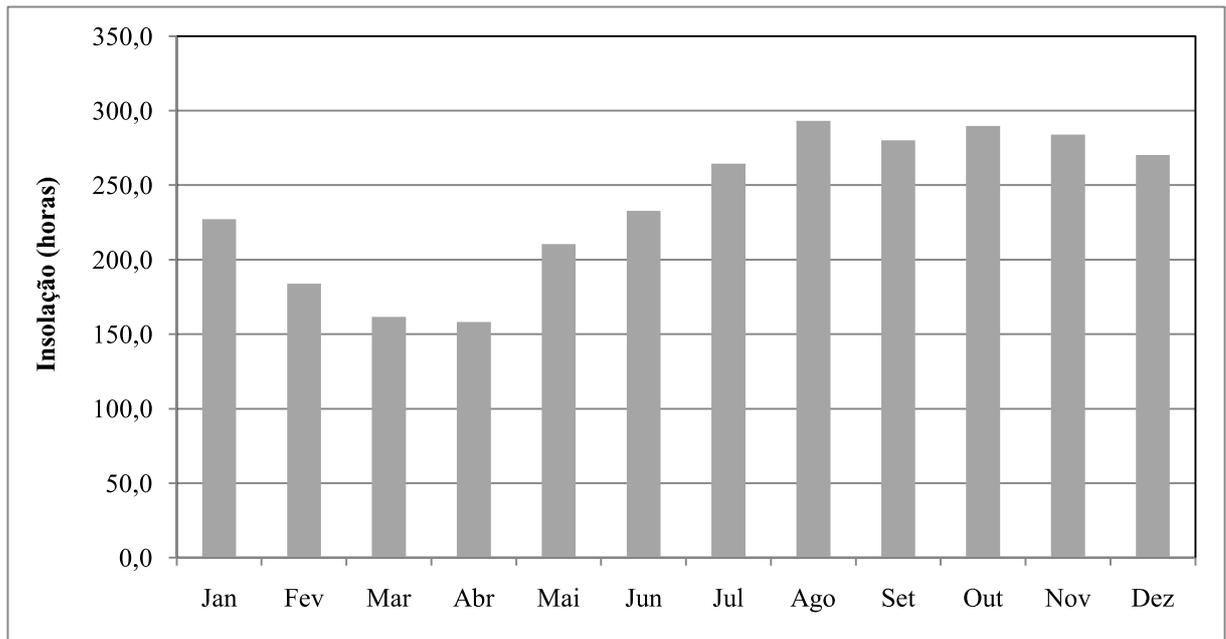


Figura 4 - Médias mensais históricas de insolação total (1966-2005) no município de Fortaleza/CE. (Fonte: UFC, 2009).

As médias mensais de velocidade dos ventos tiveram valores mínimos de $2,6 \text{ m.s}^{-1}$ (abril) no primeiro semestre do ano, e máximo no período de seca $5,0 \text{ m.s}^{-1}$ (setembro) (Figura 5).

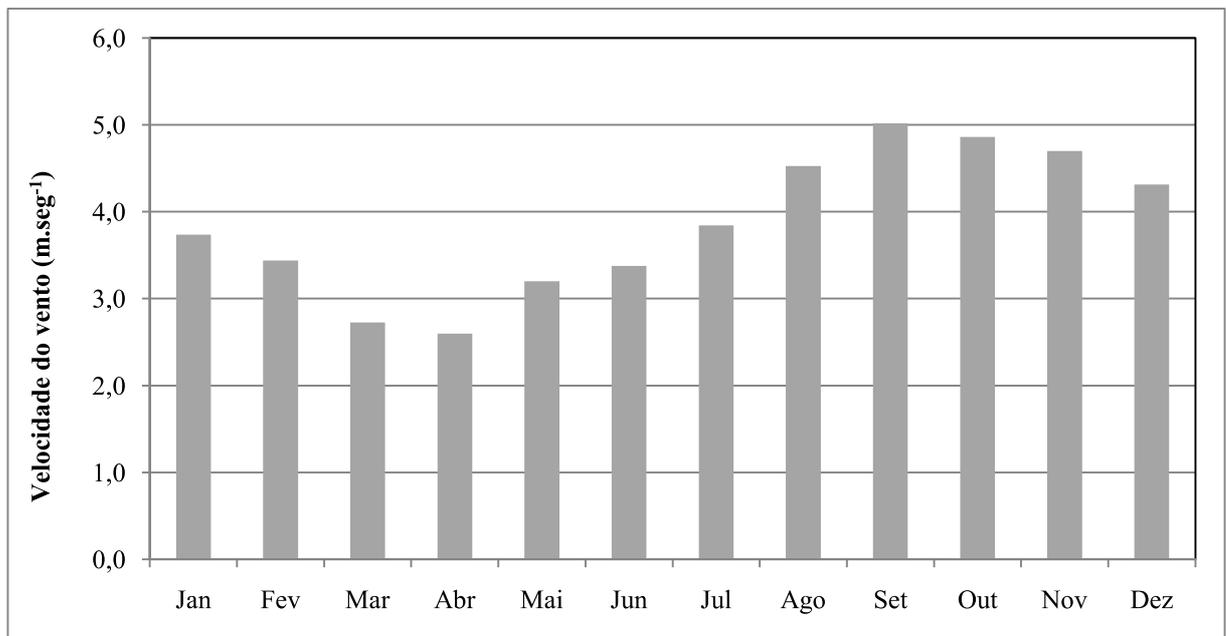


Figura 5 - Médias mensais históricas de velocidade dos ventos (1966-2005) no município de Fortaleza/CE. (Fonte: UFC, 2009).

4 MATERIAS E MÉTODOS

4.1 Estuários e estações de coleta

Para a presente pesquisa foram selecionados onze estuários, estando oito localizados na costa Oeste Cearense (Timonha, Ubatuba, Remédios, Coreaú, Acaraú, Aracatimirim, Aracatiaçú e Mundaú) e três na região Metropolitana de Fortaleza (Ceará, Cocó e Pacoti). Na Tabela 5 são apresentadas as datas das coletas, os níveis das marés e as coordenadas das estações de cada um dos estuários. O número e a localização das estações de amostragem, definidos pela coordenação geral do projeto e coordenação da equipe de amostragem, foram estabelecidos em função da vazão, extensão, variação de nível (maré dinâmica) e gradiente horizontal de salinidade de cada estuário (maré de salinidade), de modo que fossem caracterizadas as três zonas definidas por Kjerfve (1989):

- (1) zona de maré fluvial (salinidade próxima à zero);
- (2) zona de mistura (porção onde ocorre a mistura das águas de drenagem continental com as águas marinhas);
- (3) e zona costeira (região costeira adjacente que se estende até a frente da pluma estuarina).

Em algumas ocasiões durante o desenvolvimento do Projeto ZEE, por questões de logística como a dificuldade, ou mesmo impossibilidade de deslocamento, não foi possível a realização da coleta na barra propriamente dita, assim como na extremidade mais interna da zona de maré fluvial com salinidade próxima de zero.

Os estuários de maior extensão longitudinal foram amostrados em cinco estações (Coreaú e Timonha), os intermediários em três (Ceará, Cocó, Pacoti, Mundaú e Acaraú) e os menores em duas (Aracatiaçú, Aracatimirim, Remédios e Ubatuba).

Tabela 5 - Coordenadas das estações dos estuários da costa Oeste (Timonha, Ubatuba, Remédios, Coreau, Aracatiacú e Mundau) e região metropolitana de Fortaleza (Ceará, Cocó, e Pacoti), datas de coleta e níveis da maré.

Estuário	Porção do Estuário	Estação de coleta	Data da coleta	Latitude S	Longitude W	Nível da Maré (*)
Timonha ¹	Superior	1	01/04/05	03°07'30,4"	041°10'16,0"	V
	Med./Sup.	2		03°02'48,3"	041°14'04,0"	V
	Médio	3		03°01'46,9"	041°14'05,0"	V
	Med./Inf.	4		03°00'37,6"	041°13'52,3"	E
	Inferior	5		02°58'59,8"	041°14'56,9"	E
Ubatuba ¹	Superior	1	01/04/05	03°04'39,7"	041°15'23,8"	E
	Inferior	2		03°02'48,5"	041°15'30,7"	E
Remédios ¹	Superior	1	31/03/05	03°01'48,1"	041°06'01,7"	E
	Inferior	2		02°54'12,5"	041°06'04,3"	E
Coreau ¹	Superior	1	31/03/05	03°07'16,9"	040°48'19,5"	V
	Med./Sup.	2		02°55'54,2"	040°49'29,9"	V
	Médio	3		02°54'37,8"	040°50'14,5"	V
	Med./Inf.	4		02°54'19,8"	040°50'17,5"	E
	Inferior	5		02°52'55,6"	040°50'51,4"	E
Acaraú ^S	Superior	1	13/03/05	02°55'16,3"	040°09'46,3"	V
	Médio	2		02°52'57,0"	040°07'26,7"	V
	Inferior	3		02°51'01,2"	040°07'39,6"	V
Aracatimirim ¹	Superior	1	12/03/05	03°16'21,3"	039°54'36,6"	E
	Inferior	2		02°57'09"	039°47'40,2"	V
Aracatiacú ¹	Superior	1	02/03/05	03°14'39,9"	039°47'03,2"	V
	Inferior	2		03°00'23,9"	039°42'21,5"	E
Mundau ^S	Superior	1	02/03/05	03°11'29,5"	039°33'41,8"	V
	Médio	2		03°12'25,0"	039°31'15,4"	V
	Inferior	3		03°10'54,1"	039°22'44,1"	V
Ceará ^S	Superior	1	17/02/05	03°45'08,1"	038°39'11,4"	E
	Médio	2		03°44'28,1"	038°37'53,0"	E
	Inferior	3		03°41'59,9"	038°35'17,9"	E
Cocó ^S	Superior	1	19/01/05	03°50'10,2"	38°33'14,3"	E
	Médio	2		03°45'13,74"	38°28'59,0"	E
	Inferior	3		03°46'15,8"	38°26'6"	E
Pacoti ^S	Superior	1	18/01/05	03°54'37,4"	38°23'44,4"	E
	Médio	2		03°49'20,6"	38°24'40,4"	E
	Inferior	3		03°49'22,6"	38°24'08,9"	V

Fonte: Moreira (2005). ¹ Coletas iniciadas pela porção inferior. ^S Coletas iniciadas pela porção superior.

4.2 Amostragens

As amostras para contagem das espécies fitoplanctônicas (nº total= 33) foram coletadas na camada sub-superficial com garrafa de van Dorn e/ou bombonas de 5L e armazenadas em frascos de 250mL, sendo fixadas com solução de lugol acético (1:100 mL). Em cada estuário se fez uma única amostragem em duas, três ou cinco estações. A estação 1 (superior) de cada estuário correspondeu a porção fluvial, enquanto que a última que foi a 2, 3 ou 5 dependendo do estuário, foi a inferior e correspondeu a foz.

Em cada estação também foram feitos arrastos horizontais com rede de plâncton com malha de 20µm. Essas amostras foram fixadas com Formaldeído P.A., neutralizado com Bórax (concentração final na amostra de 4%).

Concomitantemente as coletas para as análises de fitoplâncton foram tomadas *in situ* medidas de salinidade utilizando uma sonda multi-parâmetro YSI 556 Multi-Probe System. Os níveis de maré no momento das coletas foram baseados nos dados das tábuas das marés para o porto mais próximo de cada estuário: Luiz Correia (PI) para Timonha, Ubatuba, Remédios e Coreaú; Pécem (CE) para Acaraú, Aracatimirim, Aracatiaçú e Mundaú; e Mucuripe (CE) para Ceará, Cocó e Pacoti (DHN/CHM/BNDO, 2005).

4.3 Laboratório

4.3.1 Análises quantitativas

A quantificação dos organismos foi feita segundo o método de Utermöhl, em microscópio invertido (Olympus CK2). Os volumes sedimentados variaram de 2 a 10 mL, de acordo com as concentrações de organismos nas amostras. Os organismos (células, colônias, filamentos e tricomas) que compõem a fração do fitoplâncton maior que 10 µm foram contados de modo a se conseguir, sempre que possível 100 indivíduos da espécie dominante (erro padrão estimado em 20 % e o limite de confiança de 95 %) (WETZEL & LIKENS, 2000).

4.3.2 Análises qualitativas (estudo taxonômico)

- Observação do material

Foram observadas as amostras de rede utilizando microscópio óptico binocular Zeiss modelo Standard 25 com ocular micrometrada e contraste de fase. As fotografias foram obtidas com câmera digital Sony modelo W-110 adaptada a ocular micrometrada do microscópio. Foram tiradas fotos com contraste de fase (CF) e sem contraste de fase (SF).

- Identificação

Somente as espécies encontradas nas análises quantitativas foram identificadas. Alguns táxons pertencentes às divisões Cyanophyta e Chlorophyta foram descritos e ilustrados, sendo efetuadas as medidas de interesse taxonômico em vários indivíduos (sempre que possível), de modo a demonstrar a amplitude métrica na amostra populacional estudada. Alguns outros táxons pertencentes as demais divisões foram apenas ilustrados.

Na descrição taxonômica o comprimento, o diâmetro, a largura e relação comprimento/largura foram representados, respectivamente pelas abreviações compr., diâm., larg. e Rc/l. Para destacar a presença de mucilagem (nas cianobactérias e clorofíceas) foram preparadas lâminas com adição de corante Nanquim.

A identificação taxonômica no menor nível taxonômico possível foi baseada em bibliografia específica (livros, teses, dissertações e artigos) para cada grupo de algas e cianobactérias, destacando dentre estes: Buchheim *et al.* (2005), Bicudo e Menezes (2005), Comas (1996), Cupp (1943); Domingos e Menezes (1998); Fonseca (2008); Komárek e Anagnostidis (1989, 2000, 2005), Komárek e Cronberg (2001), Komárek e Fott (1983); Komárek e Komárková - Legnerová (2002), Li, Watanabe e Watanabe (2000), Melcher (2007), Patrick e Reimer (1975); Round, Crawford e Mann (1990), Santos (2008), Tell e Conforti (1986), Tomas (1996), Torgan (1997) e Wehr e Sheath (2003). Os sistemas de classificação adotados foram os apresentados em: Komárek e Anagnostidis (1989; 2000; 2005) para Cyanophyta; Steidinger e Tangen (1996) para Dinophyta; Round, Crawford e Mann (1990) para Bacillariophyta; e Van den Hoek, Mann e Jahns (1995) e Bicudo e Menezes (2005) para Chlorophyta, Euglenophyta e Cryptophyta.

4.4 Abundância relativa dos táxons

A abundância relativa (A) de cada táxon (divisões ou espécies) em cada uma das amostras foi calculada de acordo com a fórmula:

$$A (\%) = N \times 100 / N_{to}, \text{ onde:}$$

N = número total de organismos de cada táxon na amostra;

N_{to} = número total de organismos na amostra.

Os resultados expressos em porcentagem foram classificados nas seguintes categorias (FERREIRA, 2007):

$A > 70\%$ - Táxon dominante;

$40\% < A \leq 70\%$ – Táxon abundante;

$10 < A \leq 40$ – Táxon pouco abundante;

$A \leq 10\%$ - Táxon raro.

4.5 Freqüência de ocorrência dos táxons.

As freqüências de ocorrência (F) dos táxons (divisões ou espécies) foram calculadas de acordo com a fórmula:

$$F = N_a \times 100 / N_t, \text{ onde:}$$

N_a = número total de amostras em que o táxon ocorreu;

N_t = número total de amostras.

Os resultados expressos em porcentagem foram classificados nas seguintes categorias (FERREIRA, 2007):

$F > 70\%$ - Táxon muito freqüente;

$40\% < F \leq 70\%$ – Táxon freqüente;

$10 < F \leq 40$ – Táxon pouco freqüente;

$F \leq 10\%$ - Táxon esporádico.

4.6 Índices de diversidade específica (H') e equitabilidade.

O índice de diversidade de Shannon (H') (1948) foi calculado de acordo com a fórmula:

$$H' = - \sum p_i \times \log_2 p_i$$

sendo,

$$p_i = N_i / N$$

onde, N_i = número de organismos de cada espécie; N = número total de organismos.

A diversidade específica (H') varia de 1,0 a 5,0 $\text{bits} \times \text{organismos}^{-1}$, sendo considerada (LEÃO, 2004):

$H' > 3,0 \text{ bits} \times \text{org.}^{-1}$ – diversidade alta.

$3,0 \text{ bits} \times \text{org.}^{-1} > H' > 2,0 \text{ bits} \times \text{org.}^{-1}$ - diversidade média.

$2,0 \text{ bits} \times \text{org.}^{-1} > H' > 1,0 \text{ bits} \times \text{org.}^{-1}$ - diversidade baixa.

$H' < 1,0 \text{ bits} \times \text{org.}^{-1}$ - diversidade muito baixa

A equitabilidade (J'), por sua vez, foi calculada a partir da fórmula (PIELOU, 1967):

$$J = H' / \log_2 S$$

onde, H' = índice de Shannon; e S = número total de espécies na amostra.

O índice de Pielou (J') varia de 0 a 1, sendo que as amostras com valores $> 0,5$ possuem uma distribuição uniforme de todas as espécies (alta equitabilidade). Valores $< 0,5$ significam baixa equitabilidade.

Para o cálculo destes índices utilizou-se o programa PRIMER v. 6.1.6, © Primer-e Ltd.

4.7 Análise de similaridade

No intuito de se verificar possíveis semelhanças entre as estações de coleta com relação à composição específica da comunidade fitoplanctônica, efetuaram-se análises de agrupamento da seguinte forma:

- Para os estuários localizados na Costa Oeste Setor I (Aracatimirim, Acaracatiaçú e Mundaú) as análises de agrupamento foram realizadas com base em uma matriz composta por sete objetos (amostragens = estações de coleta) e por 105 e 21 descritores (densidades de

todas as espécies presentes e densidades de espécies descritoras, ou seja, que alcançaram pelo menos 5% de abundância relativa em alguma das estações de coleta).

- Para os estuários localizados na Costa Oeste Setor II (Timonha, Ubatuba, Remédios, Coreaú e Acaraú) as análises de agrupamento foram realizadas com base em uma matriz composta por 17 objetos (amostragens = estações de coleta) e por 136 e 38 descritores (densidades de todas as espécies presentes e densidades de espécies descritoras, ou seja, que alcançaram pelo menos 5% de abundância relativa em alguma das estações de coleta).
- Para os estuários localizados na Região Metropolitana de Fortaleza (Ceará, Cocó e Pacoti) as análises de agrupamento foram realizadas com base em uma matriz composta por nove objetos (amostragens = estações de coleta) e por 152 e 36 descritores (densidades de todas as espécies presentes e densidades de espécies descritoras, ou seja, que alcançaram pelo menos 5% de abundância relativa em alguma das estações de coleta).

Foram testados os seguintes métodos de aglomeração: (1) método por ligação simples, baseado em distância euclidiana (com dados brutos e transformados: $\log(x + 1)$ e raiz quarta de x); (2) método pela associação média ou como é conhecido em inglês “Arithmetic Average Clustering” (UPGMA) baseado na matriz de similaridade de Bray-Curtis (com dados transformados: $\log(x + 1)$ e raiz quarta de x); (3) e método pela variância mínima (método de Ward), baseado em distância euclidiana (com dados transformados: $\log(x + 1)$ e raiz quarta de x). Para maiores detalhes consultar Valentin (2000).

Obtiveram-se resultados semelhantes com os métodos (2) e (3), incluindo dados transformados $\log(x + 1)$ e raiz quarta de x . Todavia, o método UPGMA baseado na matriz de similaridade de Bray-Curtis, com dados transformados $\log(x + 1)$, foi o escolhido por apresentar dendogramas um pouco mais coerentes, observando-se a formação de grupos com maior similaridade. Também se obtiveram melhores resultados utilizando-se as matrizes reduzidas as espécies que alcançaram pelo menos 5% de abundância relativa em alguma das estações de coleta: 38 (Costa Oeste Setor II); 20 (Costa Oeste Setor I); e 36 (Região Metropolitana).

Para as análises de agrupamentos utilizaram-se os programas PRIMER v. 6.1.6, © Primer-e Ltd. e STATISTICA® for Windows, v 7.0, Stat Soft.

4.8 Correlações

Para cada grupo de estuários verificou-se se existiam correlações significativas (coeficiente de correlação de Pearson = r ; com nível de significância $p < 0,05$) entre as variáveis salinidade, clorofila a (MOREIRA, 2005) e densidades fitoplanctônicas totais. Os dados foram previamente transformados $\log(x+1)$. Também se verificou a existência de correlações significativas entre a riqueza de espécies (número de espécies por amostra), os índices de diversidade (H'), equitabilidade (J') e os valores de salinidade. Para estas análises utilizou-se o programa STATISTICA® for Windows, v 7.0, Stat Soft.

5. RESULTADOS

5.1 Análises qualitativas

Nos onze estuários de estudo registrou-se a ocorrência de 308 táxons, distribuídos em seis divisões taxonômicas: Cyanophyta (66), Euglenophyta (34), Dinophyta (23), Bacillariophyta (118), Cryptophyta (6) e Chlorophyta (56). Dentre estes, cinco táxons permaneceram como organismos não identificados (ONI). No Quadro 2 se pode observar a lista de táxons fitoplanctônicos presentes nos estuários dos Rios Timonha (T), Ubatuba (U), Remédios (R), Coreaú (C-r), Acaraú (Ac), Aracatimirim (A-m), Aracatiaçu (A-ç), Mundaú (M), Ceará (Ce), Cocó (C-c) e Pacoti (P). Os táxons (Cyanophyceae e Chlorophyceae) marcados com um asterisco (*) são providos de descrições e fotos, enquanto os marcados com dois (***) são apenas dotados de fotografias. As legendas das fotografias, tiradas com e sem contraste de fase apresentam as siglas (CF) e (SF), respectivamente.

Na Tabela 6 é apresentado um apanhado geral acerca do número de táxons pertencentes às diferentes divisões fitoplanctônicas, totais e exclusivos, dos onze estuários investigados. Optou-se por, posteriormente, apresentar os resultados e discussões mais detalhadamente levando-se em consideração a seguinte divisão: Estuários da Costa Oeste - setor I (Aracatimirim, Acaratiaçu, Mundaú); Estuários da Costa Oeste - setor II (Timonha, Ubatuba, Remédios, Coreaú e Acaraú); e Estuários da Região Metropolitana de Fortaleza (Ceará, Cocó e Pacoti). Além das localizações geográficas, esta divisão levou em consideração a proximidade nas datas de amostragens (Tabela 5).

CYANOPHYTA	Estuários
Cyanophyceae	
Chroococcales	
Chroococcaceae	
<i>Chroococcus</i> cf. <i>distans</i> * (G.M. Smith) Komárková-Legnerová & Cronberg	M
<i>Chroococcus</i> cf. <i>minimus</i> * (Keissler) Lemmermann	M
<i>Chroococcus</i> sp.	A-m
Mycrocystaceae	
<i>Microcystis aeruginosa</i> * (Kützing) Kützing	Ce
Merismopediaceae	
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemmermann) Cronberg & Komárek	C-c
<i>Aphanocapsa</i> sp.	A-m
<i>Coelomoron</i> sp.	C-c
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	Ac
<i>Merismopedia</i> cf. <i>danubiana</i> Hortobágyi	A-m
<i>Merismopedia</i> cf. <i>tenuissima</i> Lemmermann	A-m, Ce, C-c
<i>Merismopedia</i> sp1	A-m
<i>Merismopedia</i> sp2	A-m
<i>Merismopedia</i> sp3	Ce
<i>Myxobaktron</i> sp.	A-ç, Ce
Chroococcales 1	A-ç
Nostocales	
Nostocaceae	
<i>Anabaena</i> cf. <i>hatueyi</i> Komárek	Ce, P
<i>Anabaena oumiana</i> * Watanabe	A-ç
<i>Anabaena</i> sp1	Ac
<i>Anabaena</i> sp2*	Ac
<i>Anabaenopsis elenkinii</i> * Miller	Aç, C-c
<i>Anabaenopsis circularis</i> * Woloszyńska & Miller	Aç, Ce, C-c
<i>Aphanizomenon</i> cf. <i>gracile</i> * Lemmermann	A-ç
<i>Aphanizomenon</i> sp1	T
<i>Aphanizomenon</i> sp2	Ac
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> * (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju	A-ç
<i>Nostoc</i> sp.	U
<i>Raphidiopsis</i> sp.*	A-m, M
<i>Cylindrospermopsis/Raphidiopsis</i> sp1	T
<i>Cylindrospermopsis/Raphidiopsis</i> sp2	A-m
<i>Cylindrospermopsis/Raphidiopsis</i> sp3	A-m
Nostocaceae 1	T
Oscillatoriales	
Borziaceae	

Quadro 2 - Lista de táxons fitoplanctônicos presentes nos estuários dos Rios Timonha (T), Ubatuba (U), Remédios (R), Coreau (C-r), Acaraú (Ac), Aracatimirim (A-m), Aracatiaçu (A-ç), Mundaú (M), Ceará (Ce), Cocó (C-c) e Pacoti (P). (*) Táxons providos de descrições e fotos: (**) Táxons providos de fotos.

<i>Komvophoron constrictum</i> * (Szafer) Anagnostidis & Komárek	C-r, C-c
Oscillatoriaceae	
<i>Lyngbya</i> cf. <i>aestuarii</i> (Mertens) Liebman	A-m
<i>Oscillatoria</i> cf. <i>sancta</i> Kützing	A-c
<i>Oscillatoria</i> sp.	C-c
Oscillatoriales 1	C-r
Oscillatoriales 2	C-r
Oscillatoriales 3	A-ç
Oscillatoriales 4	Ce
Oscillatoriales 5	C-c
Pseudanabaenaceae	
<i>Geitlerinema amphibium</i> * (C. Agardh) Anagnostidis	Ce, C-c
<i>Geitlerinema splendidum</i> * (Greville) Anagnostidis	T, Ac
<i>Geitlerinema/Jaaginema</i> sp.*	Ac
<i>Leptolyngbya</i> sp1	R
<i>Leptolyngbya</i> sp2	Ac, P
<i>Leptolyngbya</i> sp3	Ce, C-c
<i>Leptolyngbya</i> sp4	C-c
<i>Planktolyngbya microspira</i> * Komárek & Cronberg	M, Ce, C-c
<i>Planktolyngbya limnetica</i> * (Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg	T, A-m, M, C-c
<i>Planktolyngbya</i> sp.	Ac, M, Ce, C-c
<i>Pseudanabaena galeata</i> * Böcher	A-ç
<i>Pseudanabaena limnetica</i> * (Lemmermann) Komárek	U, Ac, A-m, A-ç, Ce, P
<i>Pseudanabaena moniliformis</i> * Komárek & Kling	U, R, C-r, Ac, A-m, M, Ce
<i>Pseudanabaena papillaterminata</i> * (Kiselev) Kukk	Ac
<i>Pseudanabaena</i> sp1	Ce
<i>Pseudanabaena</i> sp2	Ce
<i>Romeria victoriae</i> * Komárek & Cronberg	C-c
<i>Spirulina major</i> Kützing	Ac, C-c, P
<i>Spirulina subsalsa</i> * Ørsted	Ce, C-c
Phormidiaceae	
<i>Phormidium</i> cf. <i>formosum</i> * (Bory) Anagnostidis & Komárek	T, Ce, Cc
<i>Phormidium</i> sp1	T
<i>Phormidium</i> sp2	R, C-r
<i>Phormidium</i> sp3*	C-r, Ac, Ce
<i>Phormidium</i> sp4	Ac
<i>Phormidium</i> sp5	C-c
<i>Trichodesmium erythraeum</i> * Ehrenberg	C-c, P
CHLOROPHYTA	
Chlorophyceae	

Quadro 2 - Lista de táxons fitoplanctônicos presentes nos estuários dos Rios Timonha (T), Ubatuba (U), Remédios (R), Coreaú (C-r), Acaraú (Ac), Aracatimirim (A-m), Aracatiaçú (A-ç), Mundaú (M), Ceará (Ce), Cocó (C-c) e Pacoti (P). (*) Táxons providos de descrições e fotos; (**) Táxons providos de fotos.

Chlorococcales	
Dictyosphaeriaceae	
<i>Botryococcus</i> sp. *	T
<i>Dictyosphaerium</i> cf. <i>pulchellum</i> Wood	Ac
<i>Dictyosphaerium</i> sp.	M
Chlorococcaceae	
<i>Schroederia</i> sp.	A-ç
Hydrodictyaceae	
<i>Monactinus simplex</i> * (Meyen) Corda var. <i>echinulatum</i> (Wittrock)	U, Ac
<i>Pediastrum duplex</i> * Meyen var. <i>duplex</i>	Ac
<i>Pediastrum tetras</i> * Ralfs	Ac
<i>Pseudopediastrum boryanum</i> (Turp.) Hegewald	C-c
Micractiniaceae	
<i>Acanthosphaera</i> sp.*	A-c
Oocystaceae	
<i>Closteriopsis acicularis</i> (Chodat) Belcher & Swale	Ce
<i>Kirchneriella obesa</i> (West) Schmidle	C-c
<i>Lagerheimia wratislaviensis</i> *Schröder	Ac
<i>Monoraphidium arcuatum</i> * (Korshikov) Hindák	Ce
<i>Monoraphidium caribeum</i> * Hindák	U, A-m, M
<i>Monoraphidium contortum</i> * (Thuret) Komárková-Legnerová	Ac, A-m, A-ç, M
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	C-c
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G.M.Smith) Komárková-Legnerová	T, A-m
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nygaard	U, Ac, Ce
<i>Monoraphidium</i> cf. <i>pseudobraunii</i> * (Belcher & Swale) Heynig	C-c
<i>Monoraphidium</i> sp1	C-c
<i>Oocystis</i> sp1*	Ac
<i>Oocystis</i> sp2	Ce
<i>Oocystis</i> sp3	C-c
<i>Oocystis</i> sp4	C-c
<i>Oocystis</i> sp5	C-c
Scenedesmaceae	
<i>Actinastrum aciculare</i> f. <i>minimum</i> (Huber-Pestalozzi) Compère	Ac, A-ç
<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris	C-c
<i>Coelastrum</i> sp.	A-ç
<i>Crucigenia fenestrata</i> * (Schmidle) Schmidle	C-c
<i>Crucigenia</i> sp1	A-ç
<i>Crucigenia</i> sp2	C-c
<i>Actinastrum aciculare</i> f. <i>minimum</i> (Huber-Pestalozzi) Compère	Ac
<i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>bicaudatus</i> (Guglielmetti) Hegewald	Ac
<i>Desmodesmus maximus</i> *(West & West) Hegewald	Ac, A-m, A-ç, M, Ce

Quadro 2 - Lista de táxons fitoplancônicos presentes nos estuários dos Rios Timonha (T), Ubatuba (U), Remédios (R), Coreau (C-r), Acaraú (Ac), Aracatimirim (A-m), Aracatiaçu (A-ç), Mundaú (M), Ceará (Ce), Cocó (C-c) e Pacoti (P). (*) Táxons providos de descrições e fotos; (**) Táxons providos de fotos.

<i>Scenedesmus acuminatus</i> * (Lagerheim) Chodat	Ac, A-ç, M,
<i>Scenedesmus acutus</i> * Meyen	C-c
<i>Scenedesmus</i> cf. <i>ecornis</i> (Ehrenberg) Chodat	A-m, C-c
<i>Scenedesmus</i> cf. <i>obliquus</i> (Turpin) Kützing	C-c
<i>Scenedesmus</i> cf. <i>raciborskii</i> * Woloszyńska	C-c
<i>Scenedesmus</i> sp1	T
<i>Scenedesmus</i> sp2	M
<i>Scenedesmus</i> sp3	Ce
<i>Tetrastrum</i> sp1	A-ç
Treubariaceae	
<i>Treubaria</i> sp1	C-r
<i>Treubaria</i> sp2	C-c
Chlorococcales 1	C-c
Chlorococcales 2	C-c
Tetrasporales	
Palmellaceae	
<i>Chlorotetraedron incus</i> *	U
<i>Planktosphaeria/Sphaerocystis</i> sp.	T
<i>Sphaerocystis</i> sp.	Ce
Zignemaphyceae	
Desmidiales	
Desmidiaceae	
<i>Closterium gracile</i> Brébisson	Ac
<i>Closterium acutum</i> Brébisson	C-c
<i>Closterium acutum</i> var. <i>variabile</i> (Lemmermann) Kreiger	C-c
<i>Cosmarium formosulum</i> Hoff	C-c
<i>Closterium</i> sp1	T
<i>Closterium</i> sp2	P
BACILLARIOPHYTA	
Bacillariophyceae	
Achnanthales	
Achnanthaceae	
<i>Achnanthes brevipes</i> ** Agardh	U, C-r
<i>Cylindrotheca closterium</i> ** (Ehrenberg) Reimann & Lewin	T, U, R, C-r, Ac, A-m, A-ç, M, Ce, C-c, P
Cocconeidaceae	
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg	A-ç
<i>Cocconeis</i> sp.	A-m, A-ç
Cymbellales	
Anomooneidaceae	
<i>Anomooneis</i> cf. <i>sphaerophora</i> ** Pfitzer	M

Quadro 2 - Lista de táxons fitoplanctônicos presentes nos estuários dos Rios Timonha (T), Ubatuba (U), Remédios (R), Coreau (C-r), Acaraú (Ac), Aracatimirim (A-m), Aracatiaçu (A-ç), Mundaú (M), Ceará (Ce), Cocó (C-c) e Pacoti (P). (*) Táxons providos de descrições e fotos; (**) Táxons providos de fotos.

Gomphonemataceae	
<i>Gomphonema parvulum</i> ** (Kützing) Kützing	C-c
<i>Gomphonema</i> sp.	C-c
Bacillariales	
Bacillariaceae	
<i>Bacillaria paxillifer</i> Gmelin	M, Ce, C-c, P
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) Smith	Ac, C-c
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch	Ac
<i>Nitzschia obtusa</i> W. Smith	C-c
<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow	Ac, A-m, M, P
<i>Nitzschia palea</i> ** (Kützing) Smith	U, R, C-r, Ac, A-m, A-ç, M, Ce, C-c
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) Smith	U, R, C-r, Ac, A-ç, Ce, C-c, P
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) Smith	T, Ac, A-m, M, Ce, P
<i>Nitzschia</i> sp1	U, P
<i>Nitzschia</i> sp2	A-ç
<i>Nitzschia</i> sp3	M
<i>Nitzschia</i> sp4	M, Ce
<i>Nitzschia</i> sp5	Ce
<i>Nitzschia</i> sp6	Ce
<i>Nitzschia</i> sp7	C-c
<i>Nitzschia</i> sp8	C-c
<i>Nitzschia</i> sp9	P
<i>Psammodictyon panduriforme</i> (Gregory) Mann	A-ç
<i>Tryblionella coarctata</i> (Grunow) Mann	T
Naviculales	
Cavinulaceae	
<i>Cavinula cocconeiformis</i> (Gregory ex Greville) Mann & Stickle	C-c
Diadesmidaceae	
<i>Diadesmis confervacea</i> ** Kützing	C-c
<i>Diadesmis</i> sp.	A-ç
Diploneidaceae	
<i>Diploneis bombus</i> ** (Ehrenberg) Cleve	A-m
<i>Diploneis</i> sp	P
Naviculaceae	
<i>Navicula</i> sp1	T, C-r, Ac, A-ç, M, Ce, C-c
<i>Navicula</i> sp2	T, U, R, Ac
<i>Navicula</i> sp3	T, C-c
<i>Navicula</i> sp4**	C-r, Ac, A-m, A-ç, M, Ce, C-c, P
<i>Navicula</i> sp5	C-r
<i>Navicula</i> sp6	Ce

Quadro 2 - Lista de táxons fitoplanctônicos presentes nos estuários dos Rios Timonha (T), Ubatuba (U), Remédios (R), Coreaú (C-r), Acaraú (Ac), Aracatimirim (A-m), Aracatiaçú (A-ç), Mundaú (M), Ceará (Ce), Cocó (C-c) e Pacoti (P). (*) Táxons providos de descrições e fotos; (**) Táxons providos de fotos.

<i>Navicula</i> sp7	C-c
<i>Navicula</i> sp8	C-c
<i>Navicula</i> sp9	C-c
<i>Navicula</i> sp10	C-c
Pinnulariaceae	
<i>Pinnularia</i> sp.	C-r
Pleurosigmataceae	
<i>Gyrosigma</i> cf. <i>acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	T, Ac, M
<i>Gyrosigma</i> cf. <i>balticum</i> (Ehrenberg) Rabenhorst	U
<i>Gyrosigma fasciola</i> (Ehrenberg) Griffith & Henfrey	C-r, M
<i>Gyrosigma</i> sp1	M
<i>Gyrosigma</i> sp2	P
<i>Pleurosigma</i> / <i>Gyrosigma</i>	A-m
Plagiotropidaceae	
<i>Plagiotropis</i> sp.**	Ce
Stauroneidaceae	
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G. Mann	P
<i>Craticula</i> sp1	P
Surirellales	
Entomoneidaceae	
<i>Entomoneis alata</i> ** (Ehrenberg) Ehrenberg	R, C-r, Ac
<i>Entomoneis ornata</i> ** (Bailey) Patrick	T, Ce, C-c
<i>Entomoneis paludosa</i> (Smith) Reimer	R, M
Surirellaceae	
<i>Surirella fastuosa</i> ** (Ehrenberg) Kützing	M
Thalassiophysales	
Catenulaceae	
<i>Amphora holsatica</i> ** Hustedt	T, Ac
<i>Amphora</i> cf. <i>ovalis</i> ** (Kützing) Kützing	T, Ac, A-m, Ce, C-c, P
<i>Amphora</i> sp1	M
<i>Amphora</i> sp2	M
<i>Amphora</i> sp3	M
<i>Amphora</i> sp4	C-c
Fragilariophyceae	
Fragilariales	
Fragilariaceae	
<i>Asterionellopsis glacialis</i> ** (Castracane) Round	C-r, Ac, A-m, A-ç, M, C-c, P
<i>Fragilaria</i> sp.	T
<i>Staurosira</i> sp**	C-r, Ac
<i>Trachysphenia</i> sp.	P

Quadro 2 - Lista de táxons fitoplanctônicos presentes nos estuários dos Rios Timonha (T), Ubatuba (U), Remédios (R), Coreau (C-r), Acarau (Ac), Aracatimirim (A-m), Aracatiaçu (A-ç), Mundaú (M), Ceará (Ce), Cocó (C-c) e Pacoti (P). (*) Táxons providos de descrições e fotos; (**) Táxons providos de fotos.

<i>Ulnaria ulna</i> ** (Nitzsch) Compère	T, Ac, A-ç, Ce, P
Licmophorales	
Licmophoraceae	
<i>Licmophora breviata</i> Agardh	C-c
<i>Licmophora</i> sp1.	A-m, A-ç
<i>Licmophora</i> sp2.	C-c, P
Rhaphoneidales	
Rhaphoneidaceae	
<i>Rhaphoneis amphiceros</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	Ce
Striatellales	
Striatellaceae	
<i>Grammatophora hamulifera</i> ** Kützing	C-r, Ac, A-m, A-ç, M
<i>Grammatophora oceanica</i> ** Ehrenberg	C-r, A-m, A-ç
<i>Striatella</i> sp.	A-ç
Coscinodiscophyceae	
Aulacoseirales	
Aulacoseiraceae	
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (Müller) Simonsen	C-c
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehrenberg) Simonsen	Ac
Chaetocerotales	
Chaetocerotaceae	
<i>Bacteriastrum hyalinum</i> Lauder	T
<i>Chaetoceros</i> sp.	R, Ac
Coscinodiscales	
Coscinodiscaceae	
<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>	Ac
<i>Coscinodiscus</i> sp1	A-m
<i>Coscinodiscus</i> sp2	Ce
<i>Coscinodiscus</i> sp3	Ce
Heliopeltaceae	
<i>Actinoptychus senarius</i> ** (Ehrenberg) Ehrenberg	Ac, A-m, A-ç
Hemiaulales	
Bellerocheaceae	
<i>Bellerochea malleus</i> ** (Brightwell) Van Heurck	C-r
Hemiaulaceae	
<i>Hemiaulus</i> sp1	P
<i>Hemiaulus</i> sp2	P
Meloseirales	
Melosiraceae	
<i>Melosira</i> cf. <i>dubia</i> ** C.G. Kützing	T, Cr, Ac

Quadro 2 - Lista de táxons fitoplanctônicos presentes nos estuários dos Rios Timonha (T), Ubatuba (U), Remédios (R), Coreaú (C-r), Acaraú (Ac), Aracatimirim (A-m), Aracatiaçu (A-ç), Mundaú (M), Ceará (Ce), Cocó (C-c) e Pacoti (P). (*) Táxons providos de descrições e fotos; (**) Táxons providos de fotos.

Lithodesmidales	
Lithodesmiaceae	
<i>Helicotheca thamesis</i> (Shrubsole) Ricard	Ac, A-ç
Paraliales	
Paraliaceae	
<i>Paralia sulcata</i> ** (Ehrenberg) Cleve	C-r, A-m, A-ç, M, Ce, C-c, P
Rhizosoleniales	
Rhizosoleniaceae	
<i>Rhizosolenia setigera</i> ** Brightwell	R, C-r, A-m, A-ç, M, Ce, C-c
Thalassionemales	
Thalassionemataceae	
<i>Thalassionema nitzschioides</i> ** (Grunow) Mereschkowsky	T, Ac, A-ç, M, Ce, P
<i>Thalassionema</i> sp.	C-r
Thalassiosirales	
Stephanodiscaceae	
<i>Cyclotella</i> sp1**	T, R, C-r, M, Ce, C-c
<i>Cyclotella</i> sp2	M, Ce
<i>Cyclotella</i> sp3	C-c
<i>Cyclotella</i> sp4	P
Thalassiosiraceae	
<i>Thalassiosira</i> cf. <i>allenii</i> Takano	R, C-r, Ac, A-m, Ce
Triceratiales	
Triceratiaceae	
<i>Triceratium dubium</i> Brightwell	A-ç
Bacillariophyta 1 (cêntrica)	T, Ac, A-m
Bacillariophyta 2 (penada)	U
Bacillariophyta 3 (penada)	R, Ac, Ce, C-c, P
Bacillariophyta 4 (cêntrica)	R
Bacillariophyta 5 (cêntrica)	C-r, Ce
Bacillariophyta 6 (cêntrica)	C-r
Bacillariophyta 7 (penada)	C-r, Ac, Ce
Bacillariophyta 8 (penada)	A-ç
Bacillariophyta 9 (penada)	A-ç
Bacillariophyta 11 (cêntrica)	A-ç
Bacillariophyta 12 (cêntrica)	A-ç
Bacillariophyta 13 (cêntrica)	A-ç, M
Bacillariophyta 14 (cêntrica)**	M
Bacillariophyta 15 (cêntrica)	Ce
Bacillariophyta 16 (cêntrica)	Ce
Bacillariophyta 17 (penada)	Ce

Quadro 2 - Lista de táxons fitoplancetônicos presentes nos estuários dos Rios Timonha (T), Ubatuba (U), Remédios (R), Coreaú (C-r), Acaraú (Ac), Aracatimirim (A-m), Aracatiaçú (A-ç), Mundaú (M), Ceará (Ce), Cocó (C-c) e Pacoti (P). (*) Táxons providos de descrições e fotos; (**) Táxons providos de fotos.

Bacillariophyta 18 (penada)	Ce
Bacillariophyta 19 (penada)	Ce
Bacillariophyta 20 (penada)	C-c
Bacillariophyta 21 (cêntrica)	P
Bacillariophyta 22 (penada)	P
EUGLENOPHYTA	
Euglenophyceae	
Euglenales	
Euglenaceae	
<i>Euglena acus</i> ** Ehrenberg	T, U, Ce
<i>Euglena caudata</i> ** Hübner	T, U
<i>Euglena clavata</i> Skuja	T
<i>Euglena ehrenbergii</i> Klebs	T
<i>Euglena flava</i> Dangeard	Ac, M
<i>Euglena limnophila</i> ** Lemmermann	T, U, R, Ac
<i>Euglena srinagari</i> (Bhatia) Huber-Pestalozzi	U
<i>Euglena</i> sp1	T, U, Ce
<i>Euglena</i> sp2	U
<i>Euglena</i> sp3	U
<i>Euglena</i> sp4	R
<i>Euglena</i> sp5	A-ç
<i>Euglena</i> sp6	Ce
<i>Euglena</i> sp7	Ce, C-c, P
<i>Euglena</i> sp8	Ce
<i>Euglena</i> sp9	Ce
<i>Euglena</i> sp10	Ce
<i>Euglena</i> sp11	P
<i>Euglena</i> sp12**	P
<i>Lepocinclis ovum</i> ** (Ehrenberg) Lemmermann	T, U, Ac
<i>Phacus acuminatus</i> Stokes	T, U, Ac
<i>Phacus</i> cf. <i>pyrum</i> (Ehrenberg) Stein	U, Ac
<i>Phacus hamatus</i> ** Pochmann	R, C-c
<i>Phacus longicauda</i> ** (Ehrenberg) Dujardin	T
<i>Phacus undulatus</i> (Skvortsov) Pochmann	Ce
<i>Trachelomonas</i> cf. <i>abrupta</i> Svirenko	T, U, C-c
<i>Trachelomonas hispida</i> ** (Perty) Stein	T, R, Ac, A-m
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg	A-ç, M, Ce, C-c
<i>Trachelomonas</i> sp1	A-m
<i>Trachelomonas</i> sp2	A-m
<i>Strombomonas acuminata</i> ** (Schmarda) Deflandre	U
<i>Strombomonas fluviatilis</i> (Lemmermann) Deflandre	T

Quadro 2 - Lista de táxons fitoplanctônicos presentes nos estuários dos Rios Timonha (T), Ubatuba (U), Remédios (R), Coreaú (C-r), Acaraú (Ac), Aracatimirim (A-m), Aracatiaçú (A-ç), Mundaú (M), Ceará (Ce), Cocó (C-c) e Pacoti (P). (*) Táxons providos de descrições e fotos; (**) Táxons providos de fotos.

<i>Strombomonas gibberosa</i> ** (Playfair) Deflandre	T
<i>Strombomonas rotunda</i> (Playfair) Deflandre	T
CRYPTOPHYTA	
Cryptophyceae	
Cryptomonadales	
Cryptomonadaceae	
<i>Cryptomonas rostratiformis</i> (Skuja) Huber-Pestalozzi	T
<i>Cryptomonas</i> cf. <i>marssonii</i> Skuja	R
<i>Cryptomonas</i> cf. <i>ovata</i> Ehrenberg	T, U, R, A-m, A-ç, M
<i>Cryptomonas</i> sp1	A-ç
<i>Cryptomonas</i> sp2	P
aff. <i>Protocryptomonas sygmoidea</i> Castro, C. Bicudo & D. Bicudo	Ac
DINOPHYTA	
Dinophyceae	
Actiniscales	
Actiniscaceae	
<i>Achradina</i> sp.	P
Gymnodiniales	
Gymnodiniaceae	
<i>Gyrodinium</i> sp1	Ce, P
<i>Gyrodinium</i> sp2	P
Peridinales	
Calciodinellaceae	
<i>Scrippsiella trochoidea</i> ** (Stein) Balech ex Loeblich III	P
Peridinales /Gonyaulacales 1	C-r
Peridinales /Gonyaulacales 2	Ce
Peridinales /Gonyaulacales 3	P
Peridinales /Gonyaulacales 4	P
Peridiniaceae	
<i>Heterocapsa rotundata</i> ** (Lohmann) Hansen	C-c
<i>Heterocapsa</i> sp.	T, Ac, A-ç, Ce
<i>Peridinium umbonatum</i> ** Stein	T, A-m
<i>Peridinium</i> sp1	T
<i>Peridinium</i> sp2	T, C-c
<i>Peridinium</i> sp3	U
<i>Peridinium</i> sp4	Ce
Protoperidiniaceae	
<i>Protoperidinium minutum</i> ** (Kofoid) Loeblich III	M
<i>Protoperidinium</i> sp1	A-m, A-ç, Ce
<i>Protoperidinium</i> sp2	C-c

Quadro 2 - Lista de táxons fitoplanctônicos presentes nos estuários dos Rios Timonha (T), Ubatuba (U), Remédios (R), Coreau (C-r), Acaraú (Ac), Aracatimirim (A-m), Aracatiaçú (A-ç), Mundaú (M), Ceará (Ce), Cocó (C-c) e Pacoti (P). (*) Táxons providos de descrições e fotos; (**) Táxons providos de fotos.

aff. <i>Protoperidinium</i> sp3	M
aff. <i>Protoperidinium</i> sp4	P
Prorocentrales	
Prorocentraceae	
<i>Prorocentrum micans</i> ** Ehrenberg	A-ç, Ce, C-c, P
Dinophyceae 1	M
Dinophyceae 2	M
ORGANISMOS NÃO IDENTIFICADOS	
ONI 1	U
ONI 2	R
ONI 3	C-r
ONI 4	M
ONI 5	M

Quadro 2 - Lista de táxons fitoplanctônicos presentes nos estuários dos Rios Timonha (T), Ubatuba (U), Remédios (R), Coreaú (C-r), Acaraú (Ac), Aracatimirim (A-m), Aracatiaçú (A-ç), Mundaú (M), Ceará (Ce), Cocó (C-c) e Pacoti (P). (*) Táxons providos de descrições e fotos; (**) Táxons providos de fotos.

Tabela 6 - Número de táxons pertencentes às diferentes divisões fitoplancônicas, total e exclusivos, dos onze estuários de estudo.

Divisões	Estuários / N° de espécies										
	Timonha	Ubatuba	Remédios	Coreaú	Acaraú	Aracatimirim	Aracatiaçú	Mundaú	Ceará	Cocó	Pacoti
CYANOPHYTA	7	3	2	6	13	14	9	7	18	19	5
EUGLENOPHYTA	14	12	3	0	6	3	2	2	9	4	3
DINOPHYTA	4	1	0	1	1	2	3	4	6	5	7
BACILLARIOPHYTA	17	8	9	24	25	19	27	27	32	32	25
CRYPTOPHYTA	2	1	2	0	1	1	2	1	0	0	1
CHLOROPHYTA	5	4	0	1	15	5	7	5	7	21	1
ORG. NÃO IDENTIFICADOS	0	1	1	1	0	0	0	2	0	0	0
N° total de táxons	49	30	17	33	61	45	50	48	72	81	42
Táxons exclusivos											
CYANOPHYTA	4	1	1	2	8	8	6	2	6	7	0
EUGLENOPHYTA	6	4	1	0	0	2	1	0	5	0	2
DINOPHYTA	2	1	0	1	0	2	0	2	2	3	2
BACILLARIOPHYTA	3	2	1	5	3	3	9	8	12	16	11
CRYPTOPHYTA	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1
CHLOROPHYTA	4	1	0	1	9	0	4	2	5	20	1
ORG. NÃO IDENTIFICADOS	0	1	1	1	0	0	0	2	0	0	0
N° total de táxons exclusivos	20	10	5	10	21	15	21	16	30	46	17
% Total de táxons exclusivos	41%	33%	29%	30%	34%	34%	42%	33%	42%	57%	40%

5.1.1 Descrições e ilustrações (*) de alguns táxons das classes Cyanophyceae e Chroophyceae

DIVISÃO CYANOPHYTA

Cyanophyceae

Chroococcales

Chroococcaceae

- *Chroococcus* cf. *minimus* Lemmermann 1904

= *Chroococcus minutus* var. *minimus* Keissler 1901

Figuras 6 e 7

Colônias circulares ou irregulares, diversas células; envelope mucilaginoso hialino; as células podem possuir envelopes mucilaginosos individuais; células esféricas ou hemisféricas (após a divisão celular), conteúdo celular homogêneo, sem aerótopos, 1,9-2,9 µm diâm.

Comentários:

Optou-se por não confirmar a espécie (cf: *conferatum*) devido ao fato de a mesma ter sido encontrada em água com salinidade 2,4 (Mundaú/E1), enquanto os registros para as *Chroococcus minimus* são mais concentrados em ambientes dulcícolas (ver Discussão **Item 6.1**).

- *Chroococcus* cf. *distans* (G.M. Smith) Komárková-Legnerová & Cronberg 1993

= *Chroococcus limneticus* var. *distans* G.M. Smith 1920

Figura 8

Colônias circulares ou irregulares com 4-16 células, espaçadas umas das outras; envelope mucilaginoso hialino, claramente distinto; células esféricas ou hemisféricas (após a divisão celular), sem aerótopos, conteúdo homogêneo, 4,7-5,9 µm de diâmetro.

Comentários:

Optou-se por não confirmar a espécie devido ao fato de a mesma ter sido encontrada em água com salinidade 2,4 (Mundaú/E1), enquanto os registros para *Chroococcus* cf. *distans* são mais freqüentes para ambientes dulcícolas (ver Discussão **Item 6.1**).

Microcystaceae

- *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing 1846

= *Micraloa aeruginosa* Kützing 1833

Figuras 9 e 10

Colônias mucilaginosas, esféricas quando jovens, tornando-se alongadas, irregulares ou lobadas quando adultas, às vezes clatradas; mucilagem hialina, difluente, formando uma larga margem ao redor das células; células esféricas, 4,0-6,3 µm; células com conteúdo verde escuro, com aerótopos.

Nostocales

Nostocaceae

- *Anabaena oumiana* Watanabe 1996

= *Anabaena torques-reginae* Komárek 1984

Figuras 11, 12 e 13

Tricomas frouxamente espiralados ou regularmente espiralados. Espiras 27,0–30,0 µm diâm. Células vegetativas esféricas com aerótopos, 5,0–7,0 µm diâm. Heterocitos esféricos, 7,0–9,4 µm diâm. Acinetos esféricos ou aproximadamente esféricos, 10,7–11,7 µm diâm, situados adjacentes aos heterocitos.

- *Anabaena* sp2

Figuras 14 e 15

Filamentos retos, solitários, células vegetativas comprimidas em forma de barril, quase esféricas, 6,3-8,0 µm compr. e 7,2-9,5 µm larg., Rc/l = 0,7-0,9; heterocitos esféricos 7,0-12,1 µm diâm.

Comentários:

Não foram observados acinetos nos tricomas o que impossibilitou a identificação da espécie. Sugere-se que possam ser as espécies *Anabaena solitaria* Klebahn, *A. planctonica* Brunthaler ou *A. smithii* (Komárek) Watanabe. Estas três espécies são muito semelhantes fenotipicamente, a não ser pela forma dos acinetos que em *A. planctonica* são elipsóides, em *A. solitaria* são cilíndricos e em *A. smithii* são esféricos (LI; WATANABE; WATANABE, 2000).

- *Anabaenopsis elenkinii* Miller 1923

Figuras 16, 17, 18 e 19.

Tricomas solitários, curtos, células vegetativas com lados mais ou menos convexos, curvos, constrictos, não atenuados em direção aos ápices; envelope mucilaginoso hialino ou ausente; células elípticas, com extremidades arredondadas, achatadas nos pontos de contato, 6,9-8,7 (11,6) μm compr., 4,8-8,1 μm larg., $Rc/l = 1,0-1,6 (2,0)$; conteúdo celular verde-azul claro, granuloso; heterocitos esféricos a elipsóides, 4,8-7,5 μm diâm.; acinetos esféricos a amplamente ovais, solitários ou em pares, 10,0-12,3 μm compr., 6,9-10,5 μm larg.

Comentários:

A. elenkinii freqüentemente apresenta aerótopos (KOMÁREK, 2005b), todavia nesta pesquisa apenas um dos exemplares observados apresentava estas vesículas de gás (Figura 19).

- *Anabaenopsis circularis* (West) Woloszynska & Miller 1923

Figuras 20, 21, 22 e 23

Tricomas solitários, curtos, células vegetativas cilíndricas com lados mais ou menos retos, constrictos, não atenuados em direção aos ápices; envelope mucilaginoso ausente; células cilíndricas, com extremidades arredondadas, achatadas nos pontos de contato, 5,6-9,9 μm compr., 3,8-5,2 μm larg., $Rc/l = 1,1-2,3$; conteúdo celular verde-azul claro, granuloso; heterocitos esféricos a elípticos, 4,4-6,1 μm diâm.; acinetos ovais, solitários ou em pares, 9,5 μm compr., 6,3 μm larg.

Comentários:

A. circularis facultativamente apresenta aerótopos, o que não foi observado nos exemplares encontrados nesta pesquisa. *A. circularis* diferencia-se, basicamente, de *A. ellenkini* por ter células vegetativas com lados mais ou menos retos. As células de *A. ellenkini* apresentam lados convexos (KOMÁREK, 2005b).

- *Aphanizomenon cf. gracile* Lemmermann 1910

Figuras 24, 25, 26, 27 e 28

Tricomas solitários, planctônicos, retos, sem bainha; sempre levemente ou marcadamente atenuados em direção aos ápices; células vegetativas cilíndricas ou em forma de barril, com aerótopos, 4,4-6,2 μm compr., 3,9-5,0 μm larg, $Rc/l= 0,9-1,3$; células terminais 5,5-9,4 μm compr., 1,9-3,1 μm larg, $Rc/l= 1,6-4,5$; célula apical com ápice arredondado, cônico, lanceolado ou extremamente afilado (assemelhando-se a uma pena). Heterocitos intercalares, esféricos, cilíndricos ou em forma de barril, 5,8-8,5 μm compr., 4,8-6,2 μm larg, $Rc/l= 1,0-1,7$. Acinetos intercalares, cilíndricos, ovais até quase arredondados, solitários ou raramente formando par, distantes ou lado dos heterocitos. Em um mesmo tricoma 1 ou 2 acinetos, 9,5-11,7 μm compr., 7,4-8,0 μm larg, $Rc/l= 1,2-1,7$. Tricomas com estrutura metamérica.

Comentários:

De acordo com Komárek e Komárková (2006) pelo menos quatro grupos morfológicos planctônicos podem ser distinguidos dentro do gênero *Aphanizomenon*: “*Aph. flos-aquae*”, “*Aph. gracile*”, “*Aph. issatschenkoi*” e “*Aph. volzii*”. Os exemplares encontrados no estuário do Rio Aracatiaçú se encaixam no morfotipo “*Aph. gracile*”, o qual agrupa as espécies: *Aphanizomenon gracile* Lemmermann 1910, *Aphanizomenon skujae* J. Komárková-Legnerová & G. Cronberg 1992, *Aphanizomenon ovalisporum* Forti 1912, *Aphanizomenon schindleri* Kling 1994, *Aphanizomenon aphanizomenoides* (Forti) Hortobágyi & Komárek 1979, *Aphanizomenon manguinii* Bourrelly 1952, *Aphanizomenon chinense* NEGORO 1943, *Aphanizomenon sphaericum* Kisselev 1954, *Anabaena hatueyi* Komárek 2005, *Anabaena nodularioides* Geitler & Ruttner 1935, *Anabaena recta* Geitler & Ruttner 1935, *Anabaena wisconsinensis* Prescott 1944, *Anabaena minderi* Huber-Pestalozzi 1938 e *Anabaena bergii* Ostensfeld 1908 (KOMÁREK e KOMÁRKOVÁ, 2006).

Devido à grande variação morfológica apresentada pelos indivíduos encontrados no Aracatiaçú, optou-se por dizer apenas que os mesmos pertencem ao morfotipo “*Aph. gracile*”, podendo inclusive tratar-se de mais de uma espécie. Os exemplares do Aracatiaçú, todavia, se distinguem da descrição de Komárek e Komárková (2006) para este morfotipo quanto às formas das células apicais (às vezes “em forma de pena”) e aos heterocitos (às vezes esféricos) no presente trabalho; e no tocante a Rc/l das células apicais, que segundo os autores são no máximo duas vezes mais longas que largas. Apesar dessas diferenças, os indivíduos ainda se encaixam melhor no morfotipo em questão.

- *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju 1972.

= *Anabaena raciborskii* Wolozynska 1912.

Figuras 29, 30, 31, 32, 33,34, 35 e 36

Tricomas solitários, retos ou curvados, constrictos ou não, atenuados nas extremidades; células cilíndricas, 4,9-10,6 μm compr., 2,4-5,5 μm diâm., Rc/l= 1,3-4,3; células apicais cônico-arredondadas ou extremamente acuadas; heterocitos, quando presentes, sempre terminais e cônicos, 6,7-11,3 μm compr., 3,1-3,7 μm larg.; acinetos cilíndricos a ovais, solitários ou em par, distantes dos heterocitos, com 8,9-9,8 μm compr., 4,6-5,8 μm larg; conteúdo celular verde-azulado, com aerótopos.

Comentários:

Apenas alguns tricomas apresentavam aerótopos, provavelmente devido ao longo tempo de preservação das amostras.

- *Raphidiopsis* sp.

Figuras 37 e 38

Tricomas solitários, isopolares, retos, atenuados em direção aos os ápices, sem heterocitos, aerótopos presentes em alguns tricomas; 3,0-4,0 diâm.

Comentários: No Brasil ocorrem as espécies *R. brookii* Hill, *R. curvata* Fritsch & Rich e *R. mediterranea* Skuja (MELCHER, 2007). Segundo essa mesma autora, que realizou estudos morfológicos e moleculares de espécies dos gêneros *Cylindrospermopsis* Seenayya & Subba Raju e *Raphidiopsis* Fritsch & Rich, a separação dos mesmos, pela ausência de heterocitos neste primeiro, não é confirmada pelo gene RNAr 16S. Todavia, levando em consideração que esses gêneros ainda não são considerados definitivamente como sinônimos, optou-se por identificar o táxon encontrado nesse estudo como *Raphidiopsis* sp.

Oscillatoriales

Borziaceae

- *Komvophoron constrictum* Anagnostidis & Komárek 1988.

= *Oscillatoria constricta* Szafer 1910.

Figura 42

Tricomas solitários, retos, constrictos; células moniliformes, separadas por paredes celulares hialinas, conteúdo celular homogêneo, 3,7-6,1 µm compr., 3,3-3,9 µm larg., Rc/l = 0,8-1,3; célula apical arredondada.

Pseudanabaenales

Pseudanabaenaceae

- *Geitlerinema amphibium* (C. Agardh) Anagnostidis 1989

= *Geitlerinema unigranulatum* Komárek & Azevedo 2000

Figuras 39 e 40

Tricomas solitários, não constrictos, levemente atenuados ou não atenuados, 1-2 grânulos em cada lado do septo; célula apical cilíndrico-arredondada; células 2,8-8,2 µm compr., 1,2-2,8 largura, Rc/l = 2,0-3,9.

- *Geitlerinema splendidum* Anagnostidis 1989.

= *Oscillatoria splendida* Greville 1824.

Figuras 41, 43, 44 e 45

Tricomas curvos, atenuados, não constrictos, sem bainha, septos com grânulos refringentes; células 4,7-8,8 µm compr., 2,4-2,8 µm diâm., Rc/l = 1,7-3,5; célula apical longo-cilíndrica, capitada, mais longa que as outras, 11,9-14,5 µm compr., 2,1-2,4 µm diâm., Rc/l = 5,0-7,0.

- *Geitlerinema/Jaaginema*

Figuras 46-48

Tricomas cilíndricos, não constrictos, isolados; células 3,7-6,1 μm compr., 2,1 μm larg., $Rc/l = 1,8-3,0$; septos celulares de difícil visualização. Células contendo alguns pequenos grânulos; células apicais com um grânulo maior.

Comentários:

A diferença básica entre os gêneros *Jaaginema* Anagnostidis & Komárek e *Geitlerinema* (Anagnostidis & Komárek) Anagnostidis é a mobilidade em espécies deste último (KOMÁREK e ANAGNOSTIDIS, 2005). Como esses organismos foram analisados já fixados, não foi possível a observação desta característica.

- *Planktolyngbya limnetica* (Lemmermann) Komárková-Legnerová & G. Cronberg 1992

= *Lyngbya limnetica* Lemmermann

Figuras 50, 51 e 52

Tricomas solitários, retos, não constrictos, bainha hialina fina; células cilíndricas 2,2-4,2 μm compr., 0,8 μm diâm., $Rc/l = 2,7-5,3$; conteúdo celular verde-azulado.

Comentários:

Há grânulos em cada lado dos septos celulares (difícil visualização). Os exemplares também se assemelham muito a *Planktolyngbya minor* Komárek & Cronberg devido principalmente ao pequeno diâmetro. Todavia, em *Pl. minor* a Rc/l varia de cinco a sete (KOMÁREK e CRONBERG, 2001), o que não foi observado no presente trabalho.

- *Planktolyngbya microspira* Komárek & Cronberg 2001.

Figura 49

Filamentos solitários, regularmente espiralados, cilíndricos, não constrictos, 0,8-1,2 μm diâm., bainha hialina fina, ultrapassando o tricoma. Parede celular de difícil visualização; sem aerótopos ou grânulos, conteúdo verde-azulado homogêneo; célula apical arredondada.

- *Pseudanabaena galeata* Böcher 1949

Figura 53

Tricomas curtos, solitários, retos ou levemente curvados, constrictos, não atenuados; células cilíndricas, conectadas umas as outras por pontes hialinas, 4,6-7,1 μm compr.; 1,4-2,2 μm diam; Rc/l= 2,3-4,3; célula apical cilíndrico-arredondada com aerótopos polares; conteúdo celular provido de aerótopos e grânulos escassos.

- *Pseudanabaena limnetica* (Lemmermann) Komárek 1974.

= *Oscillatoria limnetica* Lemmermann 1900.

Figura 54

Tricomas curtos, solitários, retos ou levemente curvados, constrictos, não atenuados; células cilíndricas com septos translúcidos, 3,1-5,3 μm compr., 1,0-1,4 μm diam, Rc/l= 2,6-4,1; células apicais arredondadas; conteúdo celular sem aerótopos.

- *Pseudanabaena moniliformis* Komárek & Kling 1991

Figuras 55 e 56

Tricomas solitários, retos ou levemente curvados, constrictos, não atenuados, células 3,1-5,5 μm compr., 1,9-2,6 μm larg., Rc/l= 1,5-2,5; célula apical cilíndrico-arredondada; conteúdo celular verde-azulado homogêneo.

- *Pseudanabaena papillaterminata* Kukk 1959

= *Phormidium papillaterminatum* Kisselev 1927.

Figura 59

Tricomas solitários, retos ou curvados, sem bainha, distintamente constricto na parede celular; células 3,2-4,9 μm compr., 1,6-1,9 μm diâm., Rc/l = 1,8-2,8; célula apical contendo uma pequena protuberância cônica; conteúdo celular com aerótopos (?) ou grânulos.

- *Romeria victoriae* Komárek & Cronberg 2001

Figura 57

Tricomas solitários, curtos, constrictos, curvos; células mais longas que largas, cilíndricas, em forma de salsicha, 6,7-12,0 μm compr., 1,8-2,0 μm larg., $Rc/l = 3,2-6,0$; conteúdo celular homogêneo, verde azul claro.

- *Spirulina subsalsa* Ørsted 1842

Figuras 58

Tricomas isolados, densamente espiralados, não atenuados, não constrictos, 2,0-2,3 μm diâm; espiras justapostas e densas em toda a sua extensão, 5,0-5,5 μm larg; conteúdo celular verde-azulado, homogêneo.

Phormidiaceae

- *Phormidium* cf. *formosum* Anagnostidis & Komárek 1988

Figuras 61, 62, 63, 64 e 65

Tricomas mais ou menos retos, levemente atenuados para um ou ambos os ápices, solitários e longos. Tricomas levemente constrictos ou às vezes não constrictos. Septos geralmente granulados. Conteúdo celular finamente granuloso. Célula apical cônico-obtusa, cônico-arredondada ou arredondada. Extremidade apical geralmente curva, todavia alguns tricomas não apresentam esta curvatura. Células 3,0-6,7 μm compr., 4,8-8,9 μm larg., $Rc/l = 0,5-1$.

Comentários:

Características dessa espécie como a intensa mobilidade, impossível de se observar em nosso material fixado, e o hábito bentônico ou perifítico formando aglomerados (KOMÁREK e ANAGNOSTIDIS, 2005), impossibilitaram a confirmação de que estes organismos se tratavam de *Phormidium formosum*. Todavia salienta-se que esta espécie é bentônica ou perifítica em águas salobras, salinas e poluídas com esgoto (KOMÁREK e ANAGNOSTIDIS, 2005), ou seja, condições encontradas nos estuários em que a mesma foi registrada (Cocó e Ceará).

- *Phormidium* sp3

Figuras 66, 67, 68, 69, 70 e 71.

Tricomas solitários, retos, não constrictos ou levemente constrictos, às vezes atenuados em direção aos ápices; células isodiamétricas ou mais curtas que largas, 2,6-4,7 μm compr., 3,4-7,0 μm diâm.; Rc/l = 0,4-1,0; células apicais podem ou não possuir uma caliptra convexa e levemente triangular; conteúdo celular verde-azulado, sem aerótopos.

Comentários:

Este táxon se assemelha muito a *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek. Todavia, a não observação de tricomas com aerótopos, obrigatórios ao gênero *Planktothrix*, parece descartar essa possibilidade. Entretanto, ressalta-se que os aerótopos podem ter sido perdidos devido ao longo tempo de preservação das amostras.

- *Trichodesmium erythraeum* Ehrenberg 1830

Figuras 72, 73, 74, 75 e 76

Tricomas dispostos paralelamente formando feixes ou solitários, levemente constrictos; células 4,2-6,2 μm compr., 8,2-9,9 μm diâm.; Rc/l = 0,4-0,9; célula apical com caliptra; aerótopos presentes.

Comentários:

Florações desta espécie conferem à água uma coloração vermelho-púrpura intensa.

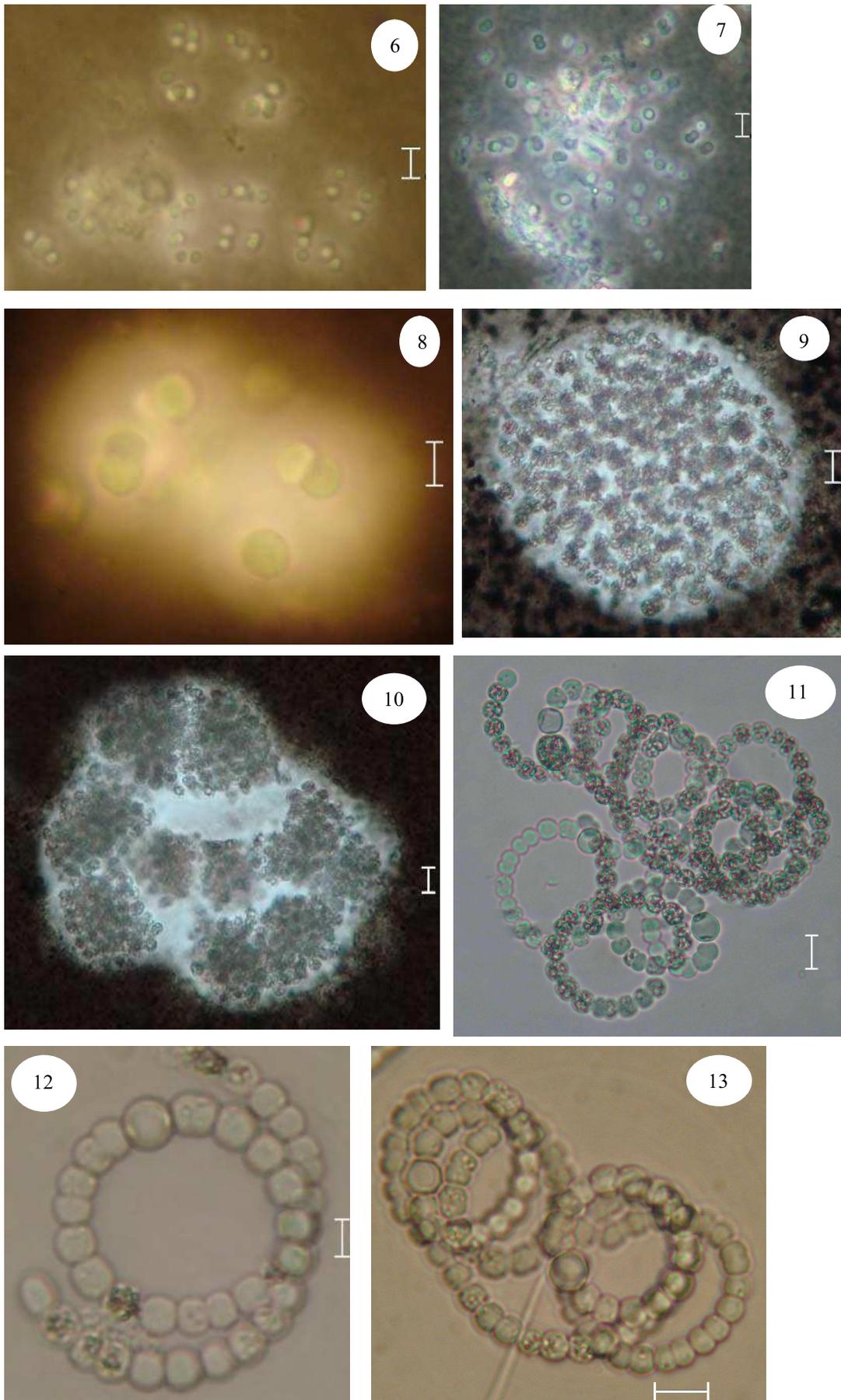


Figura 6. *Chroococcus cf. minimus* (SF). Figura 7. *Chroococcus cf. minimus* (CF). Figura 8. *Chroococcus cf. distans* (SF). Figuras 9 e 10. *Microcystis aeruginosa* (SF). Figuras 11, 12 e 13. *Anabaena oumiana* (SF). Escalas 5 μm (Fig. 6, 7, 8 e 11); Escalas 10 μm (Fig. 9, 10, 12 e 13).

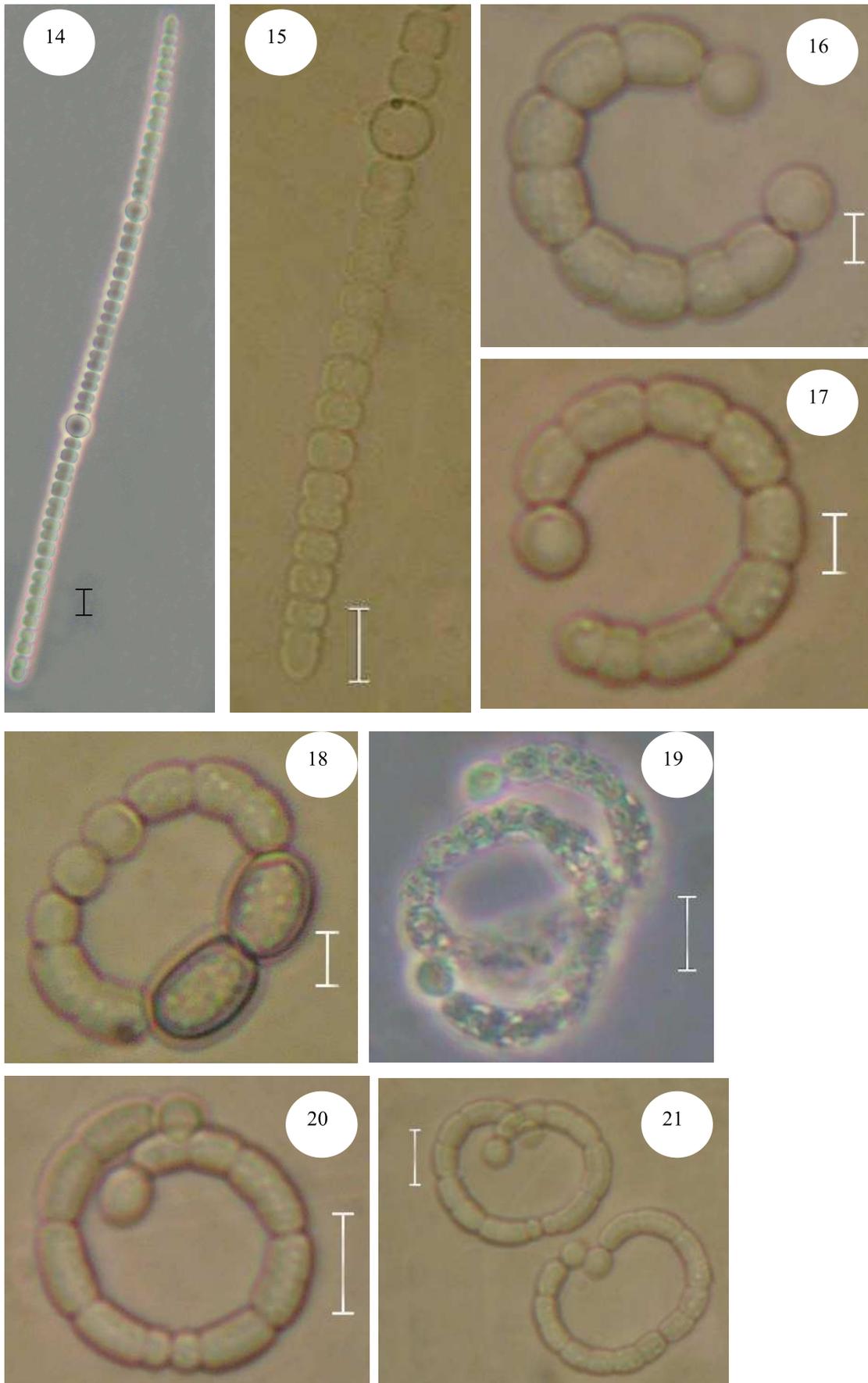
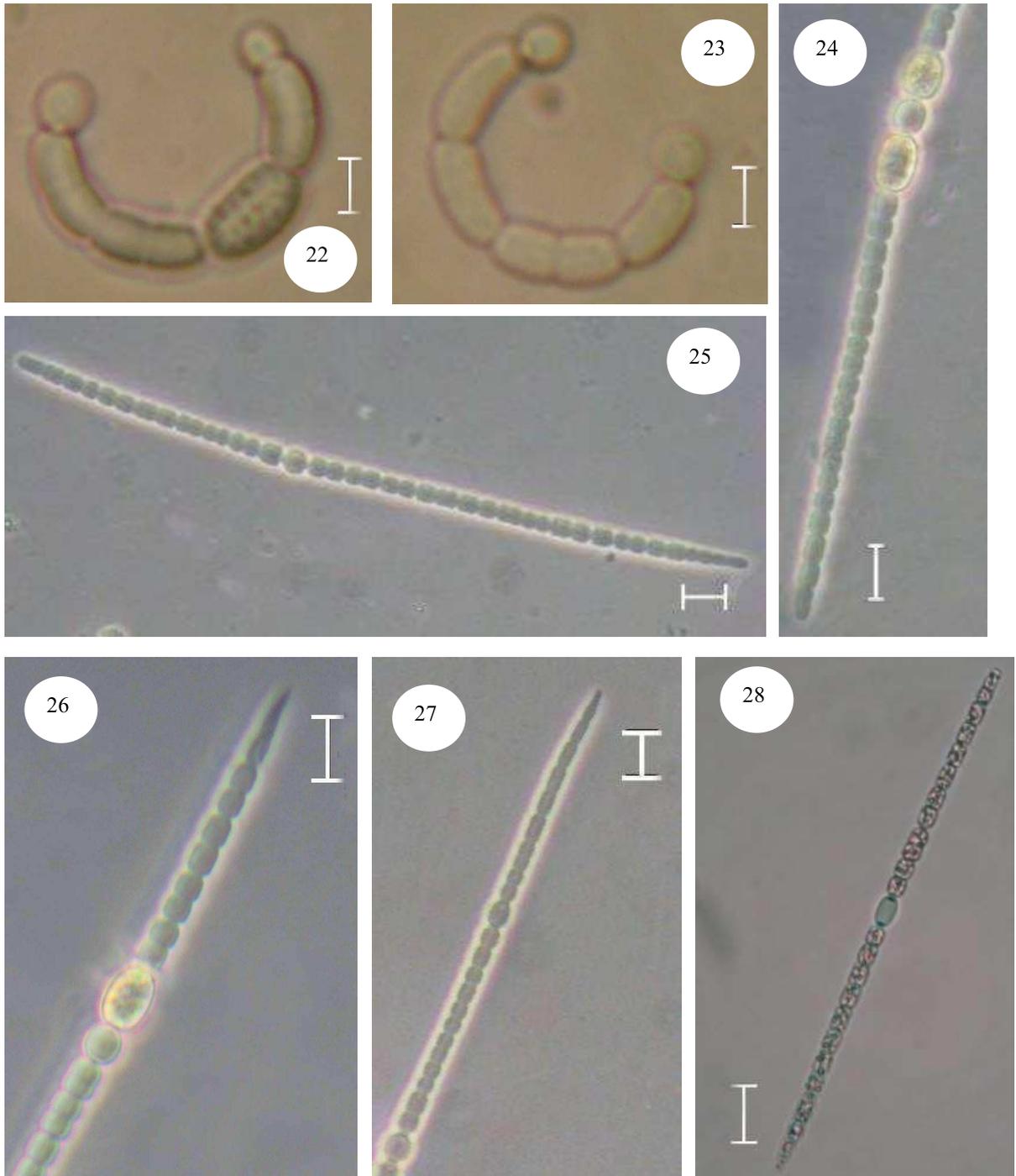
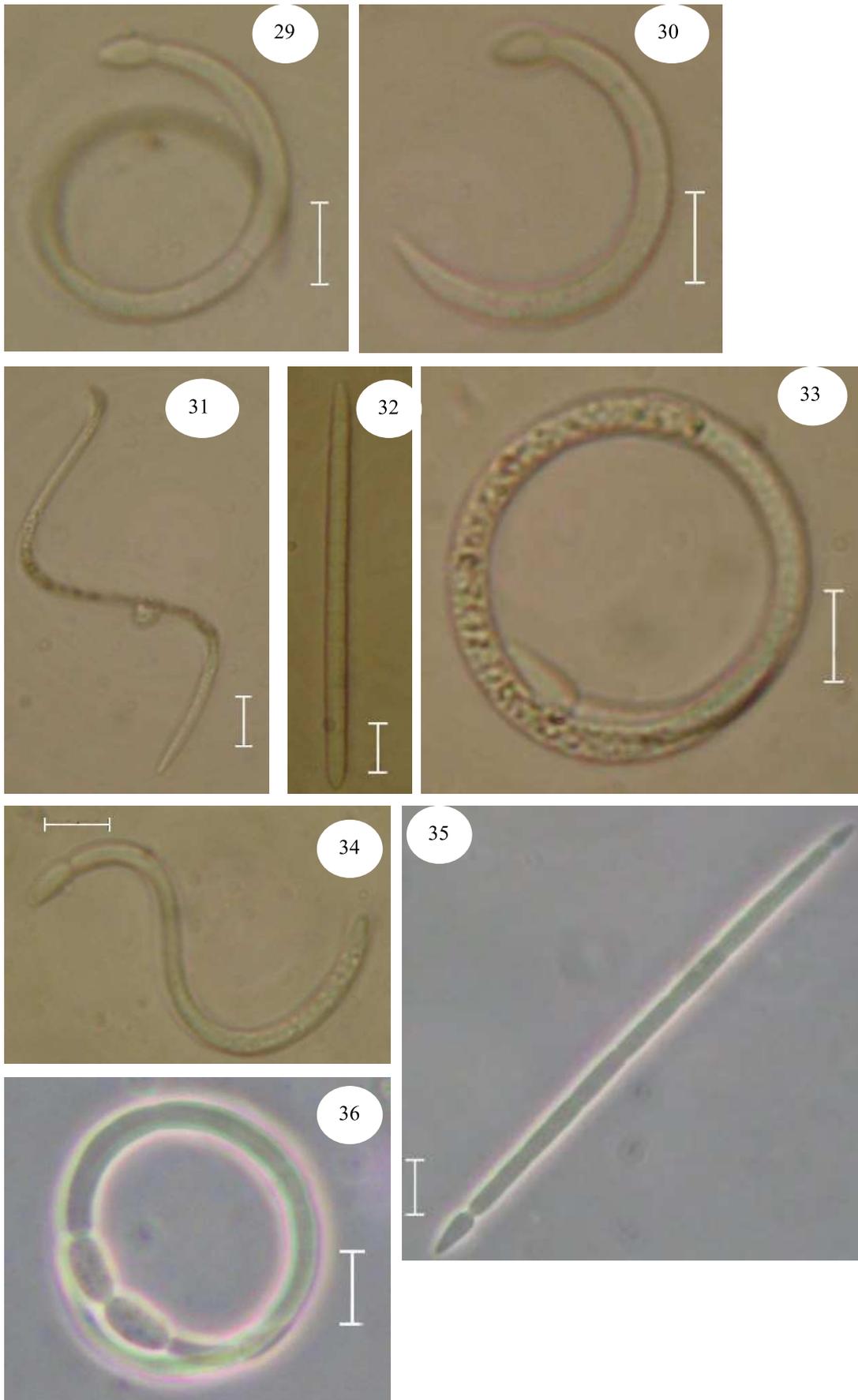


Figura 14. *Anabaena* sp2 (CF). Figura 15. *Anabaena* sp2 (SF). Figuras 16, 17 e 18. *Anabaenopsis elenkinii* (SF). Figura 19. *Anabaenopsis elenkinii* (CF). Figuras 20 e 21. *Anabaenopsis circularis* (SF). Escalas 5 μ m (Fig. 16, 17 e 18). Escalas 10 μ m (Fig. 14, 15, 19, 20 e 21).



Figuras 22 e 23. *Anabaenopsis circularis* (SF). Figuras 24, 25, 26 e 27. *Aphanizomenon cf. gracile* (CF).
 Figura 28. *Aphanizomenon cf. gracile* (SF). Escalas 5 μm (Fig. 22, 23 e 28). Escalas 10 μm (Fig. 24, 25, 26 e 27).



Figuras 29, 30, 31, 32, 33 e 34. *Cylindrospermopsis raciborskii* (SF). Figuras 35 e 36. *Cylindrospermopsis raciborskii* (CF). Escalas 10 μm.

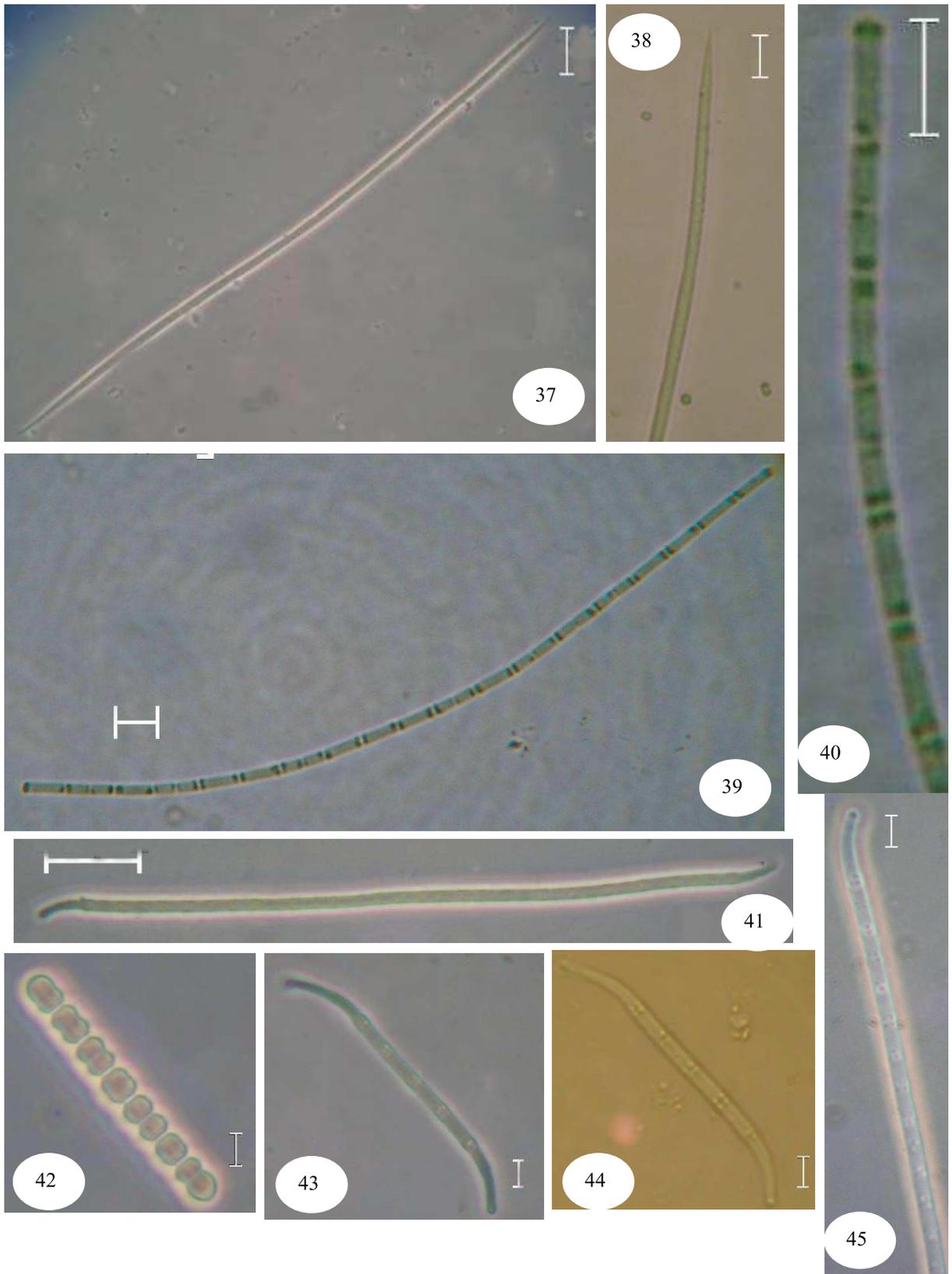
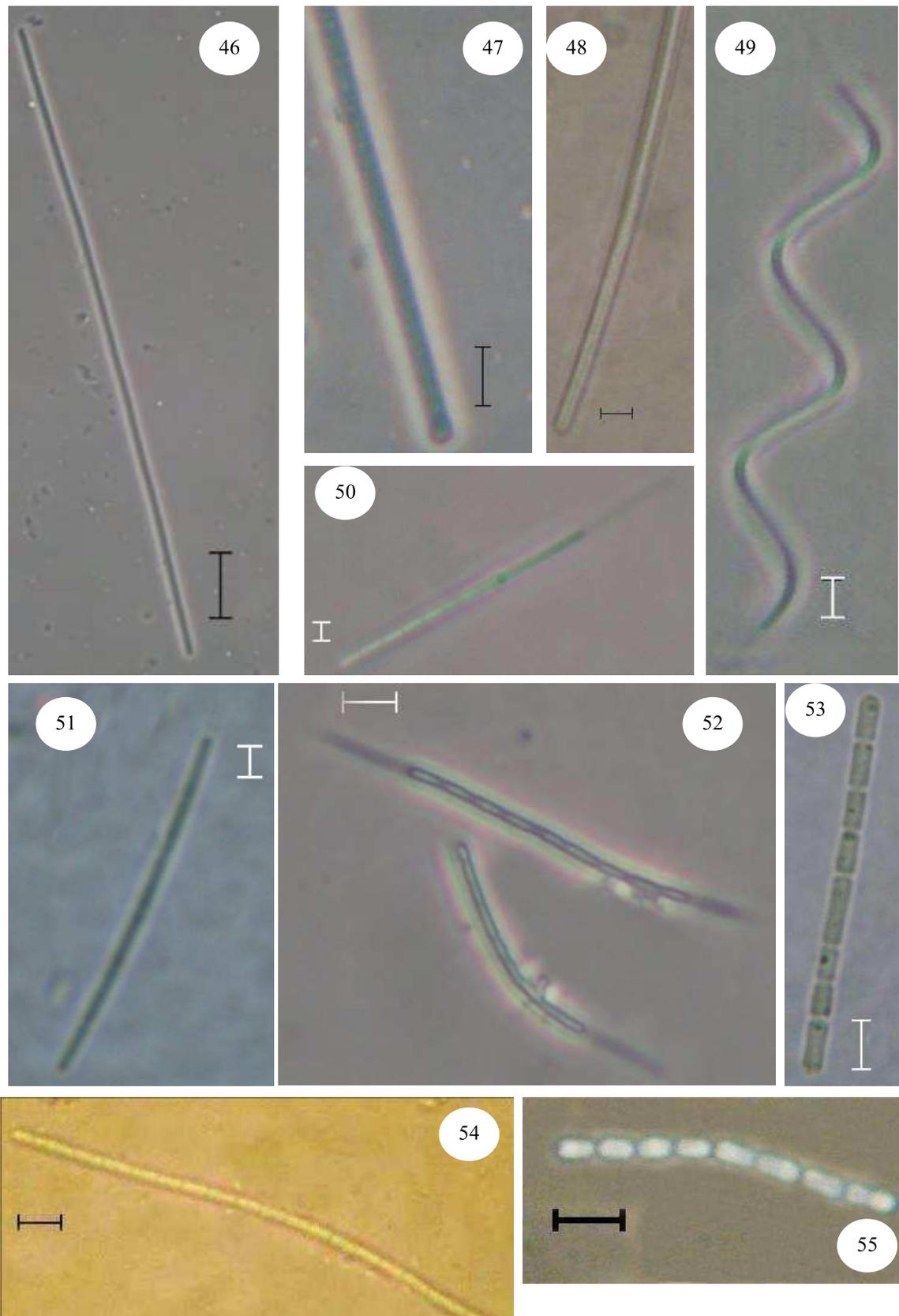


Figura 37. *Raphidiopsis* sp. (CF). Figura 38. *Raphidiopsis* sp. (SF). Figuras 39 e 40 *Geitlerinema amphibium* (SF). Figuras 41, 42 e 43. *Geitlerinema splendidum* (CF). Figuras 44. *Komvophoron constrictum* (CF). Figura 45. *Geitlerinema splendidum* (SF). Escalas 5 μm (Fig. 42, 40, 41, 45, 43 e 44). Escalas 10 μm (Fig. 38). Escalas 20 μm (Fig. 37 e 39).



Figuras 46 e 47. *Geitlerinema/Jaaginema* (CF). Figura 48. *Geitlerinema/Jaaginema* (SF). Figura 49. *Planktolynghya microspira* (CF). Figuras 50 e 51. *Pseudanabaena limnetica* (CF). Figura 52. *Pseudanabaena limnetica* (SF). Figura 53. *Pseudanabaena galeata* (SF). Figura 54. *Pseudanabaena limnetica* (SF). Figura 55. *Pseudanabaena moniliformis* (CF). Escala 2 μm (Figuras 50 e 51). Escala 5 μm (Figuras 47, 48, 49, 52, 53, 54 e 55). Escala 20 μm (Figura 46).

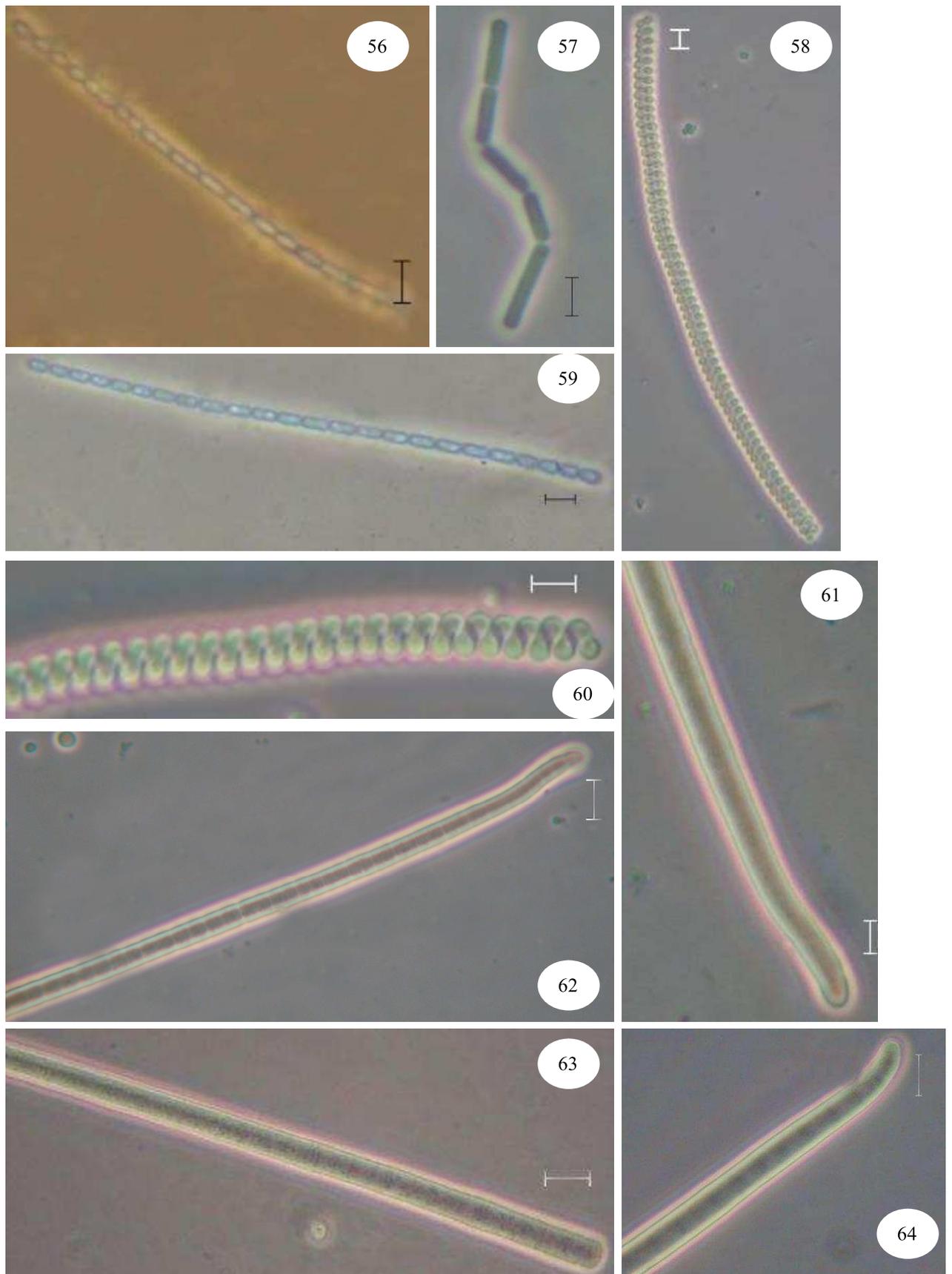


Figura 56. *Pseudanabaena moniliformis* (CF). Figura 57. *Romeria victoriae* (CF). Figuras 58 e 59. *Spirulina subsalsa* (CF). Figura 60. *Pseudanabaena papillaterminata* (CF). Figuras 61, 62, 63 e 64. *Phormidium* cf. *formosum* (CF). Escala 5 μm (Figuras 56, 57, 58, 59, 60 e 61). Escala 10 μm (Figuras 62, 63 e 64).

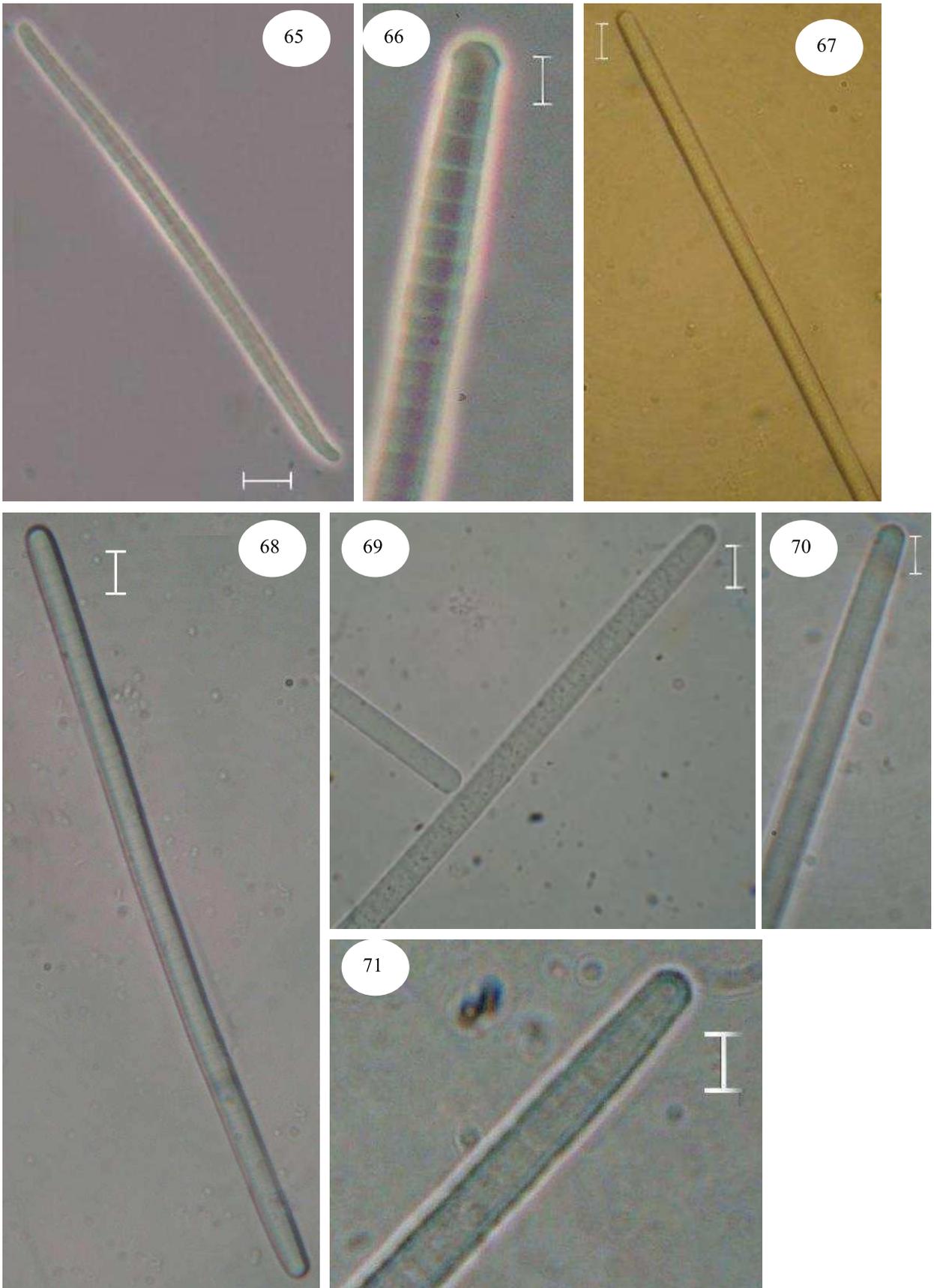
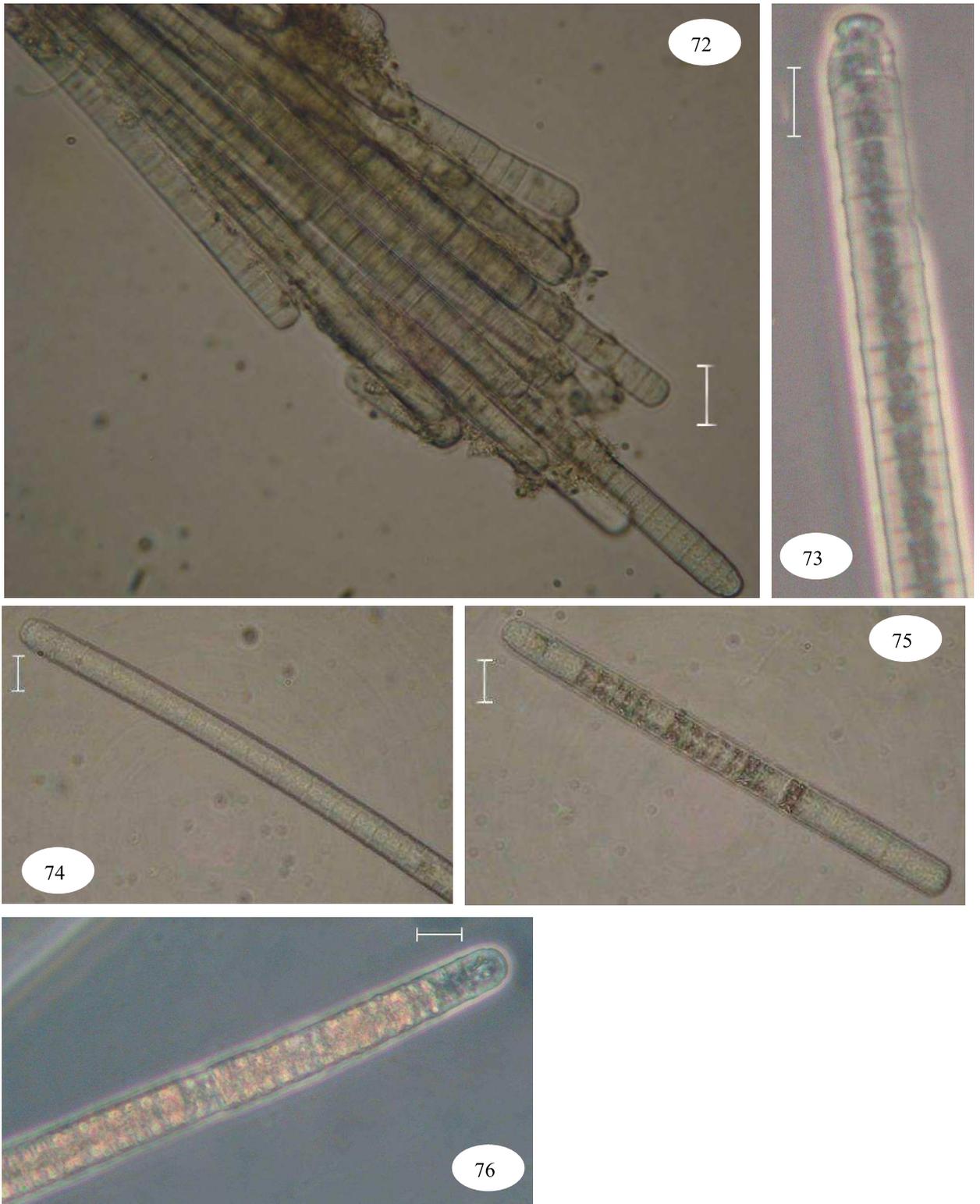


Figura 65. *Phormidium* cf. *formosum*. (CF). Figura 66. *Phormidium* sp3 (CF). Figuras 67, 68, 69, 70 e 71. *Phormidium* sp3 (SF). Escala 5 µm (Fig. 66 e 70). Escala 10 µm (Fig. 65, 67, 68, 69 e 71).



Figuras 72, 73 e 74. *Trichodesmium erythraeum* (SF). Figura 75 e 76. *Trichodesmium erythraeum* (CF). Escala 10 μm (Fig. 73, 74, 75 e 76). Escala 20 μm (Fig. 72).

DIVISÃO CHLOROPHYTA

Chlorophyceae

Chlorococcales

Dictyosphaeriaceae

- *Botryococcus* sp.

Figuras 77 e 78

Células ovóides agregadas irregularmente e bastante unidas, envoltas em mucilagem amarronzada; células periféricas 10,0 µm compr., 6,0 µm larg.

Hydrodictyaceae

- *Monactinus simplex* (Meyen) Corda var. *echinulatum* (Wittrock) 1883.

= *Pediastrum simplex* var. *echinulatum* Wittrock

Figuras 79 e 80

Cenóbios com oito células, sendo uma delas localizada no centro; com ou sem espaços entre a célula interna e as externas; células externas trapezóides até oval-triangulares, com um processo; parede celular caracterizada pela presença de grânulos proeminentes; Dimensões: células (sem processos) 11,2 – 13,9 µm compr., 9,5 – 11,0 µm larg.; processos das células 9,8 – 11,0 µm compr.

Comentários:

Buchheim *et al.* (2005) fizeram o seqüenciamento de partes do DNA ribossômico de diversas espécies da família Hydrodictyaceae (Chlorophyceae) e concluíram, dentre outras coisas, que o gênero *Pediastrum* não é monofilético e é dividido em mais quatro gêneros: *Monactinus*, *Parapediastrium*, *Pseudopediastrium* e *Stauridium*. Os autores estudaram apenas uma cepa de *P. simplex* e observaram que esta era filogeneticamente distinta, em todas as análises, das demais espécies de *Pediastrum*, sendo então acomodada por estes autores no gênero *Monactinus* Corda 1839. Esta espécie também se distingue morfológicamente das demais espécies deste gênero (exceto *P. asymmetricum*) (BUCHHEIM *et al.*, 2005), pois, como o próprio epíteto específico indica (“*simplex*”) há a presença de um único processo em cada célula. E por fim estes autores indicam que novas análises deverão transferir também a

espécie *P. asymmetricum* para o gênero *Monactinus*, haja vista sua semelhança morfológica com *Monactinus simplex* (*Pediastrum simplex*).

- *Pediastrum duplex* Meyen 1829 var. *duplex*

Figuras 82 e 83

Cenóbios circulares, perfurados; células internas em forma de H; células marginais alargadas, com processos cilíndricos, curtos; parede celular lisa; Dimensões das células incluindo os processos: 7,2 – 9,7 μm compr., 6,3 – 8,0 μm larg.

Comentários: Esta espécie permaneceu dentro do gênero *Pediastrum* após o trabalho de Buchheim *et al.* (2005).

- *Pediastrum tetras* Ralfs 1844.

= *Micrasterias tetras* Ehrenberg 1838.

Figura 84

Cenóbios arredondados com oito células; células externas com duas projeções; incisões entre as projeções em forma de U; parede celular lisa; cloroplastos parietais, com um pirenóide; células 7,0-9,6 μm compr., 7.1-10,3 μm larg.

Micractiniaceae

- *Acanthosphaera* sp.

Figura 85

Células esféricas, solitárias, com numerosas setas, um pouco alargadas nas bases; cloroplasto com um pirenóide. Células 9,3 μm diâm; setas com até 23,3 μm compr.

Oocystaceae

- *Lagerheimia wratislaviensis* Schröder 1897.

= *Bernardia wratislavensis* (Schröder) Playfair 1917

Figura 81

Células ovais com uma seta em cada pólo e duas localizadas no centro da célula; cloroplasto parietal com um pirenóide. Células 7,5 μm compr., 4,3 μm larg; setas 10,3-14,0 μm compr.

- *Monoraphidium arcuatum* Hindák 1970

= *Ankistrodesmus arcuatus* Korshikov 1953

Figura 87

Células solitárias, semicirculares, ápices acuminados, pontiagudos, distância entre os ápices 34,7 µm; 2,8 µm diâm.; cloroplasto único, parietal, sem pirenóide.

- *Monoraphidium caribeum* Hindák 1970

Figura 86

Células solitárias, semicirculares, ápices acuminados, pontiagudos, distância entre os ápices 11,0-20,5 µm; 1,9-2,1 µm diâm.; cloroplasto único, parietal, sem pirenóide.

- *Monoraphidium contortum* Komárková-Legnerová 1969

= *Ankistrodesmus contortus* Thuret 1969.

Figura 88

Células solitárias, fusiformes, helicoidais, ápices afilados, cloroplasto único e parietal. Distância entre os ápices 11,4 µm; células 1,5 µm diâm.

- *Monoraphidium* cf. *pseudobraunii* (Belcher & Swale) Heynig 1979

= *Monoraphidium subclavatum* Nygaard 1977

Figura 89

Células solitárias, arcuadas, ápices atenuados, distância entre os ápices 29,9-31,6 µm; 2,1-3,4 µm diâm.

- *Oocystis* sp1

Figuras 90, 91, 92, 93 e 94

Colônias com 2-4-8 células envoltas pela parede celular da sua célula mãe. Células ovais a elipsóides, 10,7-17,1 µm compr. e 7,0-11,0 µm larg.; dois a quatro cloroplastos parietais com um pirenóide cada.

Scenedesmaceae

- *Crucigenia fenestrata* (Schmidle) Schmidle 1900

= *Staurogenia fenestrata* Schmidle 1897

Figuras 97 e 98

Cenóbios planos com células trapezóides cruzadas e separadas por espaçamento mais ou menos quadrático; células com lados externos retos ou levemente côncavos; cloroplasto sem pirenóide; dimensões das células 4,3-5,5 μm compr., 2,3-3,0 μm larg.

- *Desmodesmus armatus* var. *spinusus* (Fritsch & Rich) Hegewald 2000

= *Scenedesmus pratervisus* Chodat 1926

Figuras 95 e 96

Cenóbios com quatro células, ovais até cilíndricas, alinhadas ou levemente alternadas; presença de denticulos nos pólos das células; células com costelas que se estendem de um pólo ao outro; células 9,0-11,1 μm compr., 3,9-4,8 μm diâm.

Comentários:

Análises moleculares (ex. seqüências gênicas do rDNA ITS-2) têm mostrado a clara divisão do gênero *Scenedesmus* Meyen em um novo denominado *Desmodesmus* (Chodat) An, Friedl & Hegewald. Apesar de ainda estarem sendo feitas outras análises para reclassificação da grande quantidade de espécies de *Scenedesmus*, todos os membros do gênero *Scenedesmus* que possuem espinhos foram transferidos para *Desmodesmus* (AN; FRIEDL; HEGEWALD, 1999; HEGEWALD, 2000; BICUDO e MENEZES, 2005).

- *Desmodesmus maximus* (West & West) Hegewald 2000.

= *Scenedesmus westii* (Smith) Chodat 1926

Figuras 99 e 100

Cenóbios retos, com quatro células dispostas linearmente; células internas com pólos arredondados; células externas providas de espinhos; células desprovidas de denticulos; Dimensões: 11,7-14,4 μm larg.; 4,1-4,7 μm compr.; espinhos 12,4-15,1 μm .

- *Scenedesmus acuminatus* Chodat 1902

= *Selenastrum acuminatum* Lagerheim 1882.

Figura 102

Cenóbios com 4-8 células, alinhadas ou marcadamente alternadas; células em forma de lua, arcuadas, ápices acuminados; 21,0-28,5 μm compr., 3,0 - 3,4 μm diâm.

- *Scenedesmus acutus* Meyen 1829

Figura 101

Cenóbios com 4-8 células fusiformes dispostas linearmente ou alternadas, 12,7-16,2 μm compr., 5,1-5,4 μm larg.

- *Scenedesmus* cf. *raciborskii* Woloszyńska 1914

= *Scenedesmus incrassatulus* var. *mononae* G.M. Smith

Figuras 103, 104, 105 e 106

Cenóbios com 2 ou 4 células, dispostas linearmente ou alternadas, não envoltas por mucilagem, retas ou levemente curvadas, 12,6-22,1 μm compr., 4,1-8,8 μm larg.

Tetrasporales

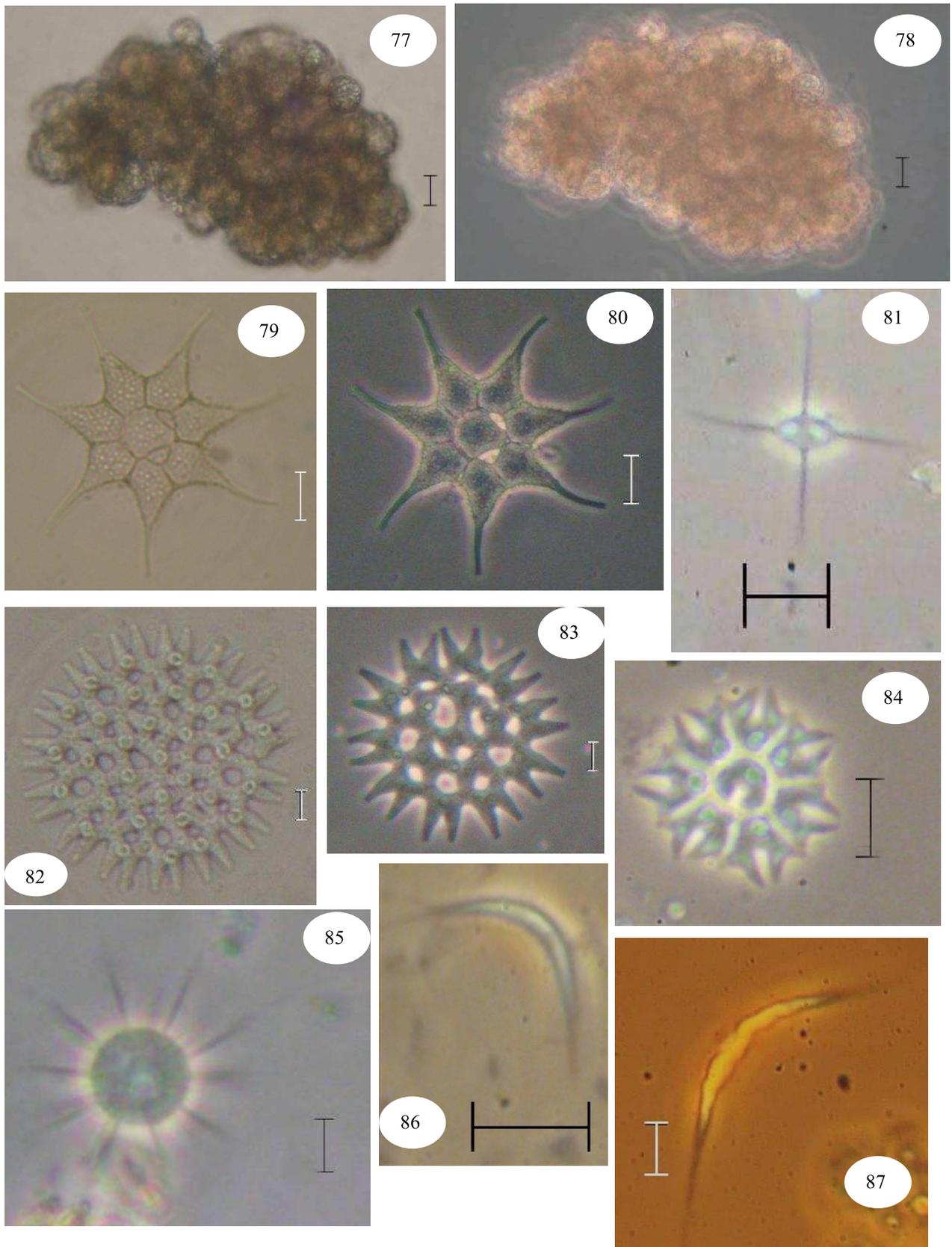
Palmelaceae

- *Chlorotetraedron incus* Komarek & Kovácik 1985

= *Tetraedron regulare* var. *incus* Teiling 1912

Figuras 107 e 108

Indivíduos unicelulares. Células tetraédricas com ângulos prolongados em processos. Parede celular fina e lisa. Cloroplasto único e parietal. Pirenóide único, localizado mais ou menos na parte central da célula. Células 9,8 μm diâm.; processos 5,7-7,3 μm compr.



Figuras 77 e 78. *Botryococcus* sp. (SF e CF). Figuras 79 e 80. *Monactinus simplex* var. *echinulatum* (SF e CF). Figura 81. *Lagerheimia wratislaviensis* (CF). Figura 82. *P. duplex* var. *duplex* (SF). Figura 83. *Pediastrum duplex* var. *duplex* (CF). Figura 84. *Pediastrum tetras* (CF). Figura 85. *Acanthosphaera* sp. (CF). Figura 86. *Monoraphidium caribeum* (CF). Figura 87. *Monoraphidium arcuatum* (CF). Escala 5 μm (Fig. 82, 83, 85 e 87). Escala 10 μm (Fig. 77, 78, 79, 80, 81, 84 e 86).

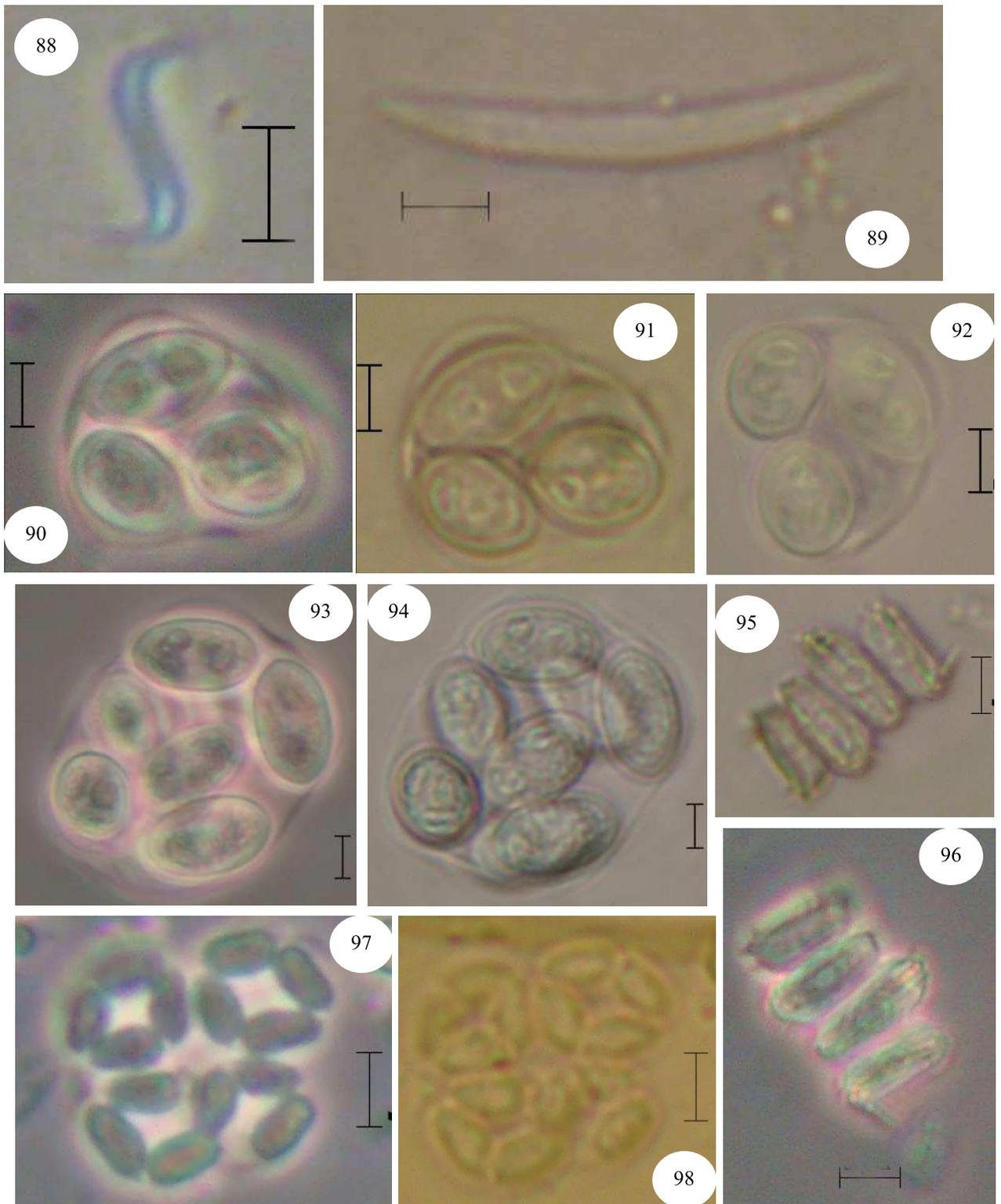
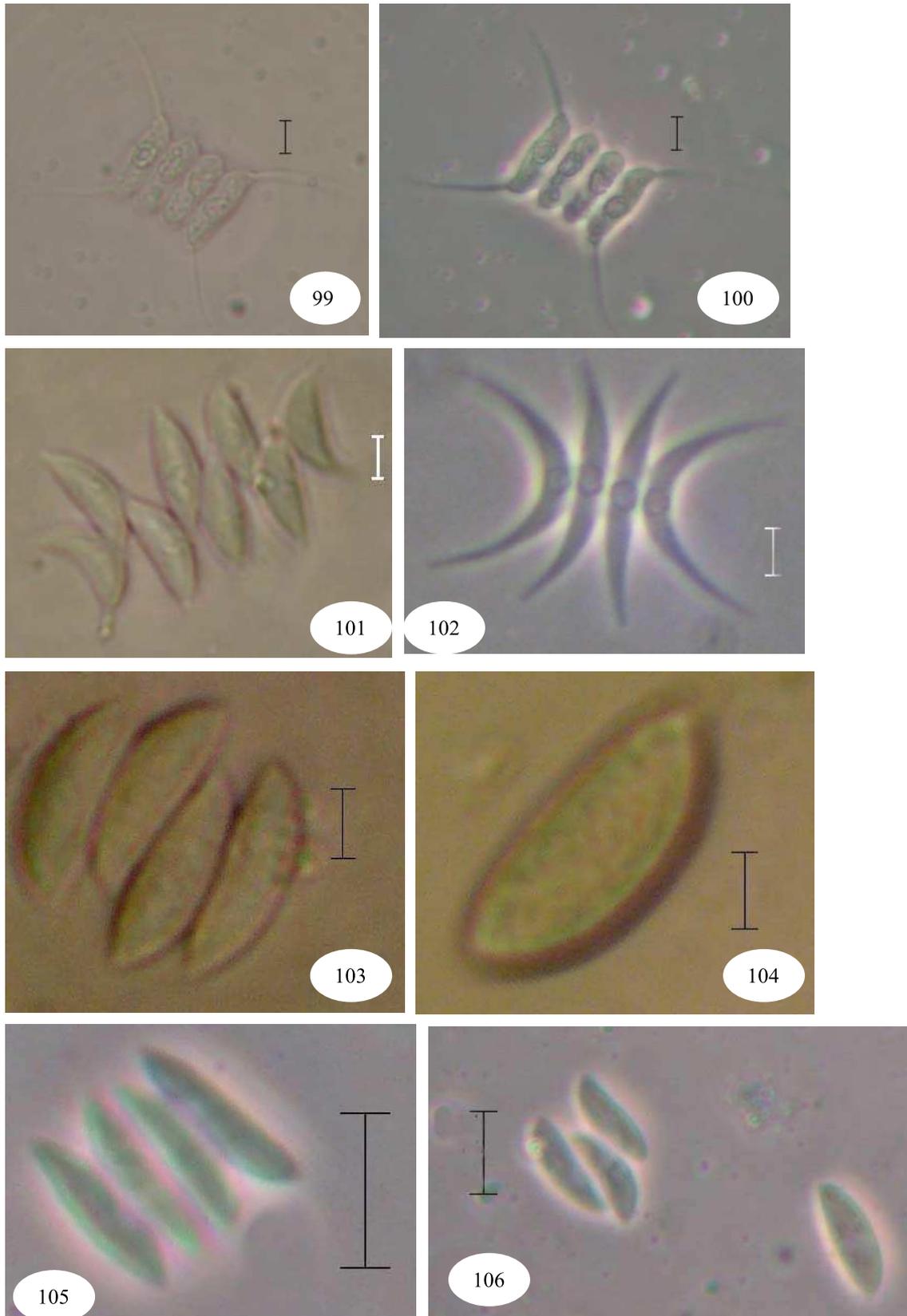
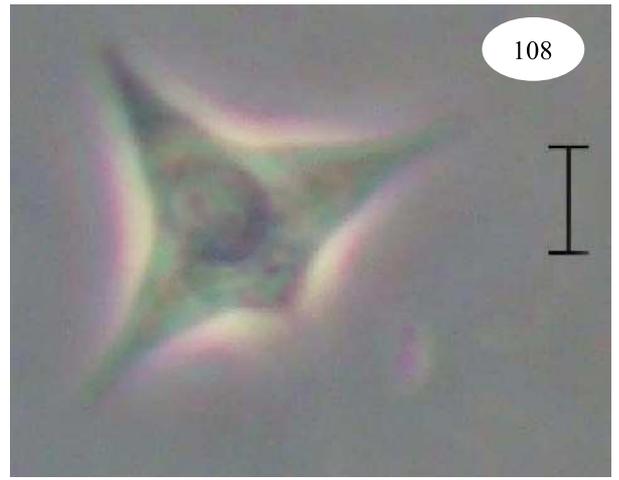
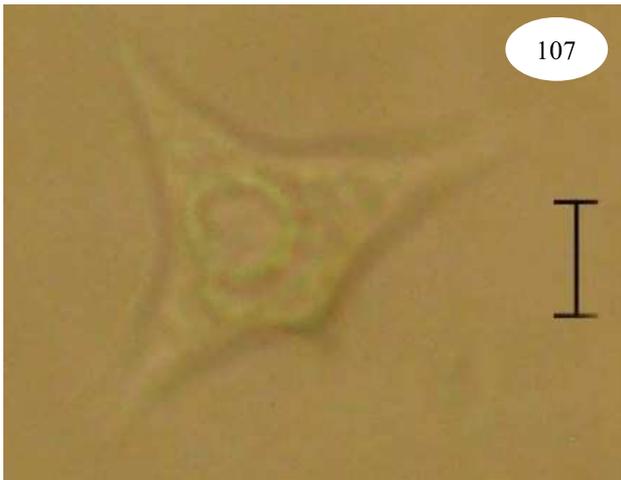


Figura 88. *Monoraphidium contortum* (CF). Figura 89. *Monoraphidium* cf. *pseudobraunii* (SF). Figuras 90 e 91. *Oocystis* sp1 (CF). Figuras 92, 93 e 94. *Oocystis* sp1 (SF). Figuras 95 e 96. *Desmodemus armatus* var. *spinosus* (SF e CF). Figuras 97 e 98. *Crucigenia fenestrata* (CF e SF). Escala 5 μ m

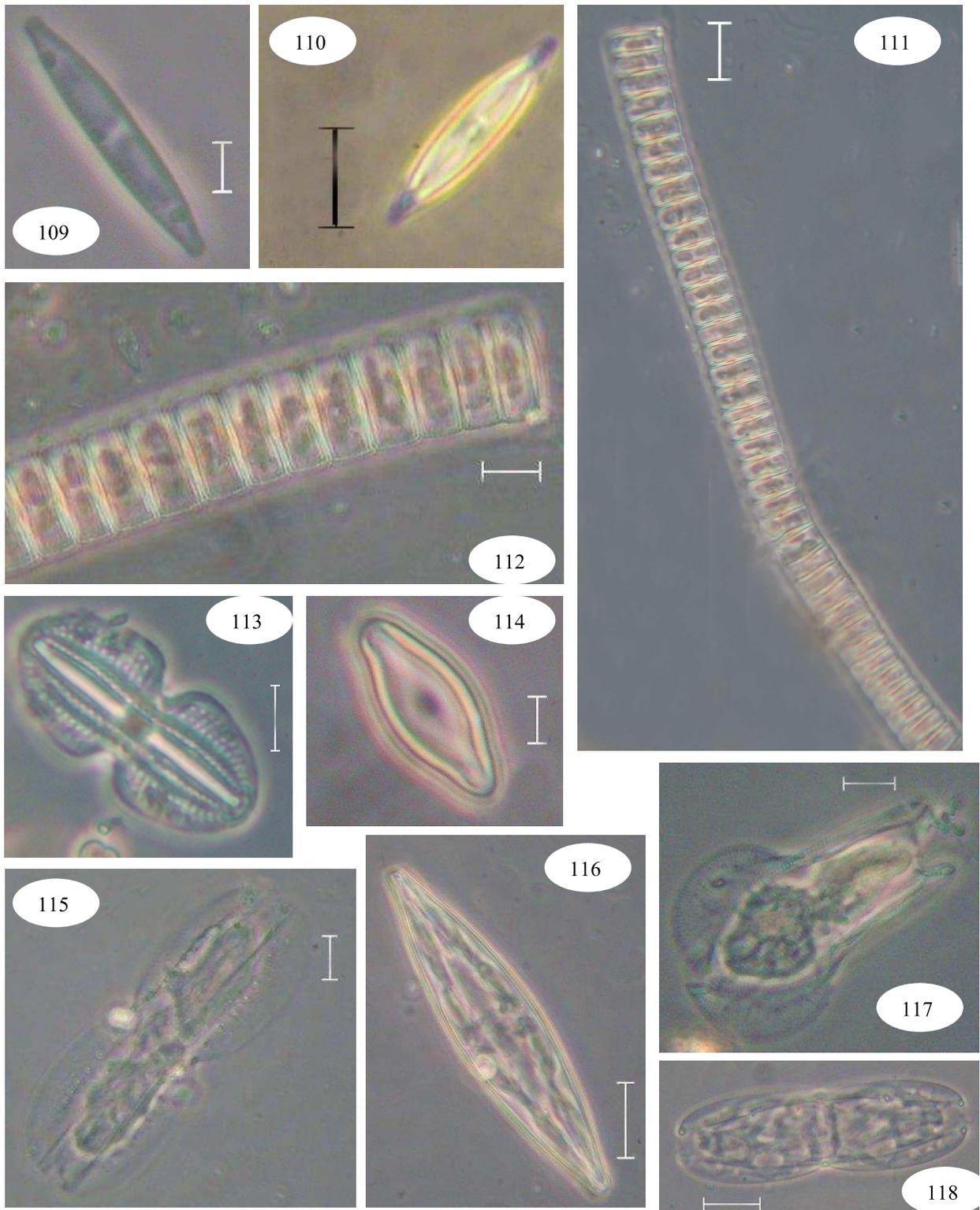


Figuras 99 e 100. *Desmodesmus maximus*. (SF e CF). Figura 101. *Scenedesmus acutus* (SF). Figura 102. *Scenedesmus acuminatus* (CF). Figuras 103 e 104. *Scenedesmus* cf. *raciborskii*. (SF). Figuras 105 e 106. *Scenedesmus* cf. *raciborskii*. (CF). Escala 5 μm (Fig. 99, 100, 101, 102, 103 e 104). Escala 10 μm (Fig. 105 e 106).



Figuras 107 e 108. *Chlorotetraedron incus* (CF e SF). Escala 5 μm .

5.1.2 Ilustrações (***) de alguns táxons das divisões Bacillariophyta, Euglenophyta e Dinophyta.



Figuras 109. *Nitzschia palea* (CF). Figura 110. *Navicula* sp4 (CF). Figuras 111, 112 e 113. *Diademsis confervacea* (CF). Figura 114. *Diploneis bombus*. Figura 115. *Entomoneis ornata* (CF). Figura 116 e 117. *Plagiotropis* sp. (CF). Figura 118. *Entomoneis alata* (CF). Escala 5 μm (Fig. 109 e 114). Escala 10 μm (Fig. 110, 112, 113, 115 e 117). Escala 20 μm (Fig. 111, 116 e 118).

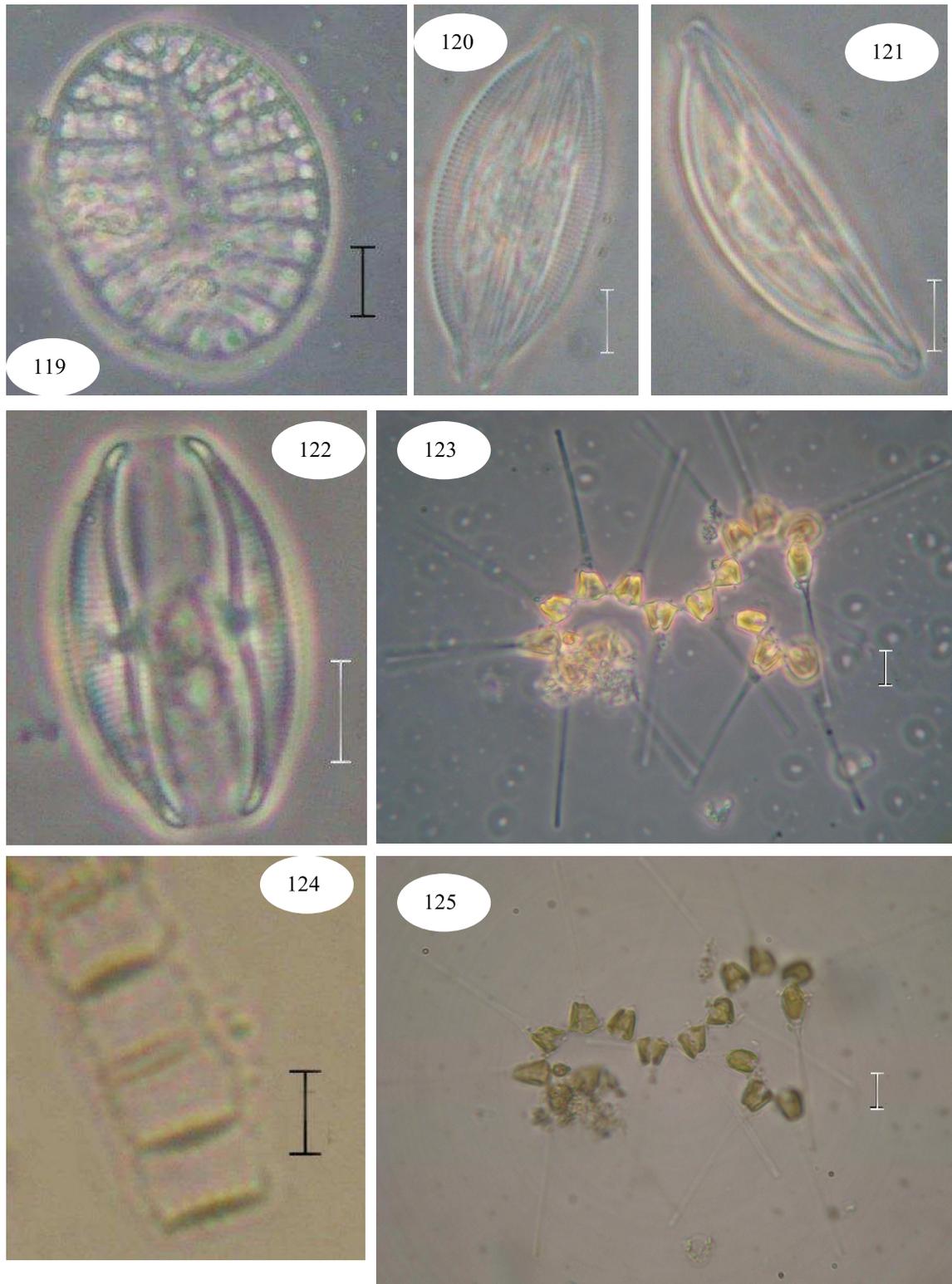


Figura 119. *Surirella fastuosa* (CF). Figuras 120 e 121. *Amphora holsatica* (CF). Figuras 122. *Amphora* cf. *ovalis* (CF). Figuras 123 e 124. *Asterionellopsis glacialis* (SF e CF). Figura 125. *Staurosira* sp. (SF). Escala 5 μm (Fig. 124). Escala 10 μm (Fig. 119, 120, 121, 122, 123 e 125).

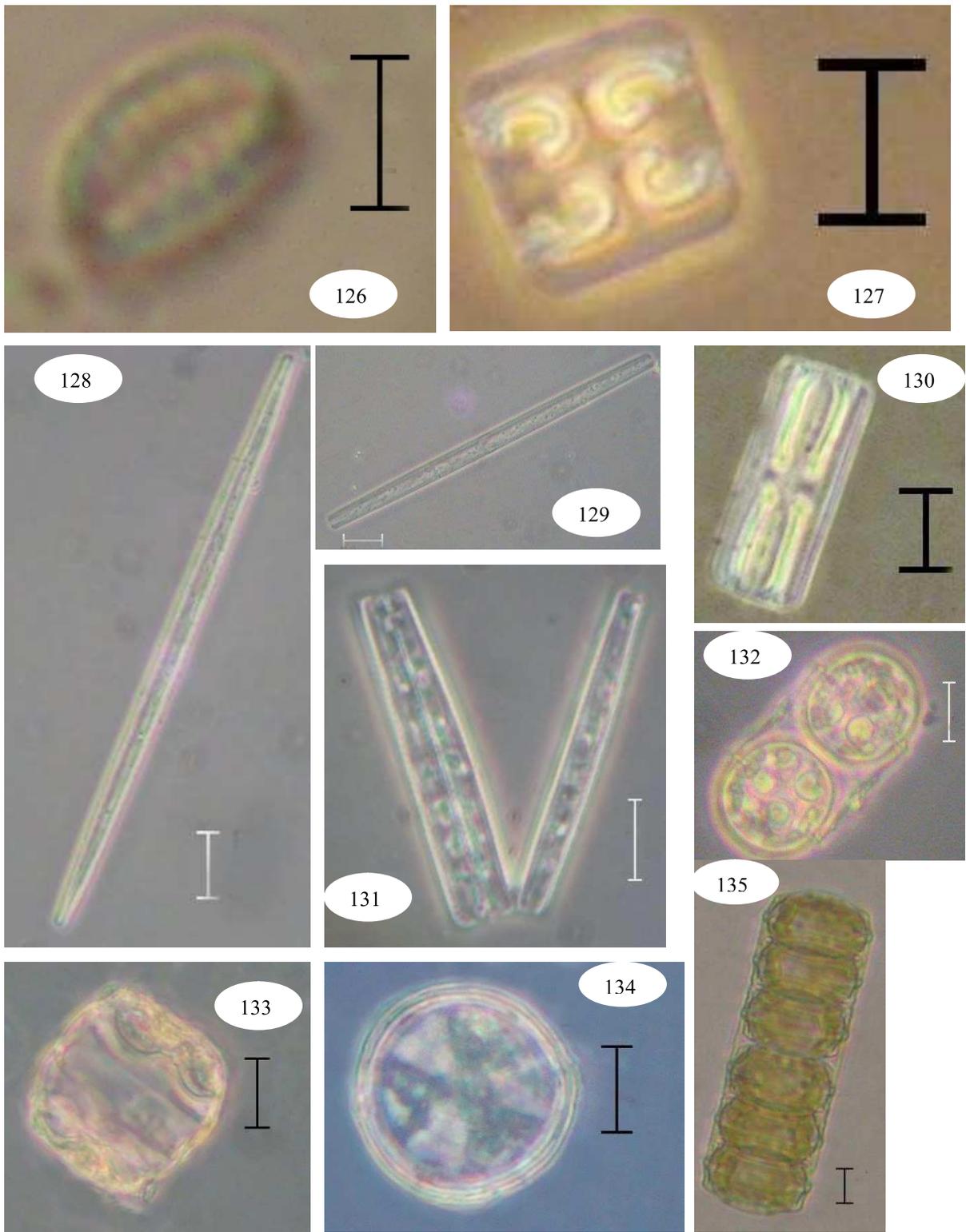


Figura 126. *Staurosira* sp. (SF). Figura 127. *Grammatophora hamulifera* (CF). Figuras 128 e 129. *Ulnaria ulna* (CF). Figura 130. *Grammatophora oceanica* (CF). Figura 131. *Thalassionema nitzschioides*. Figura 132. *Melosira* cf. *dubia* (CF). Figuras 133 e 134. *Actinoptychus senarius* (CF). Figura 135. *Paralia sulcata* (SF). Escala 5 μm (Fig. 126 e 134). Escala 10 μm (Fig. 127, 130, 131, 132, 133, 134 e 135). Escala 20 μm (Fig. 128 e 129).

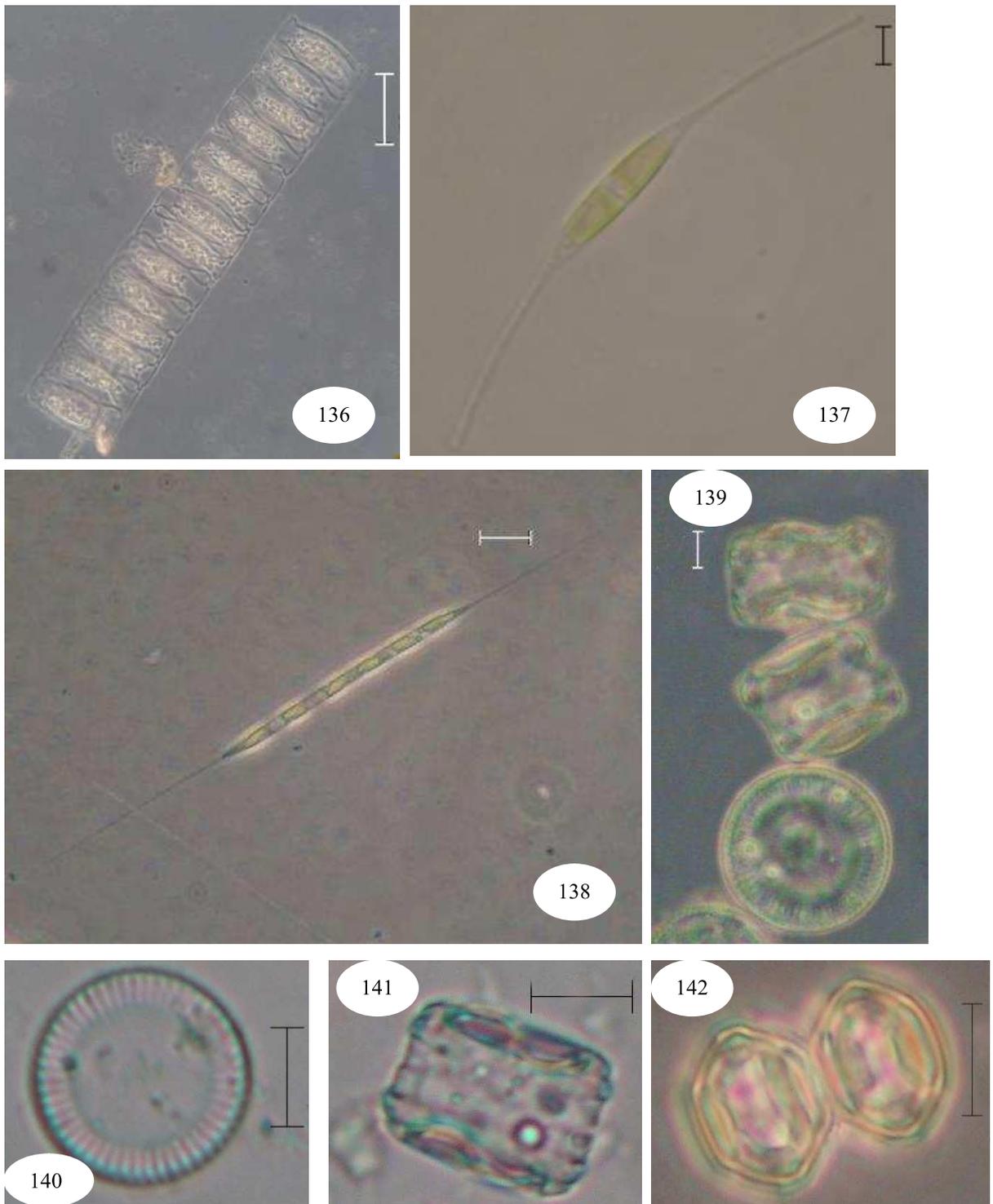


Figura 136. *Bellerochea malleus* (CF). Figura 137. *Cylindrotheca closterium* (SF). Figura 138. *Rhizosolenia setigera* (CF). Figura 139. *Cyclotella* sp1 (CF). Figuras 140 e 141. *Cyclotella* sp1 (SF). Figura 142. Bacillariophyta 14 (cêntrica). Escala 5 μm (Fig. 137 e 139). Escala 10 μm (138, 140, 141 e 142). Escala 50 μm (Escala 136).

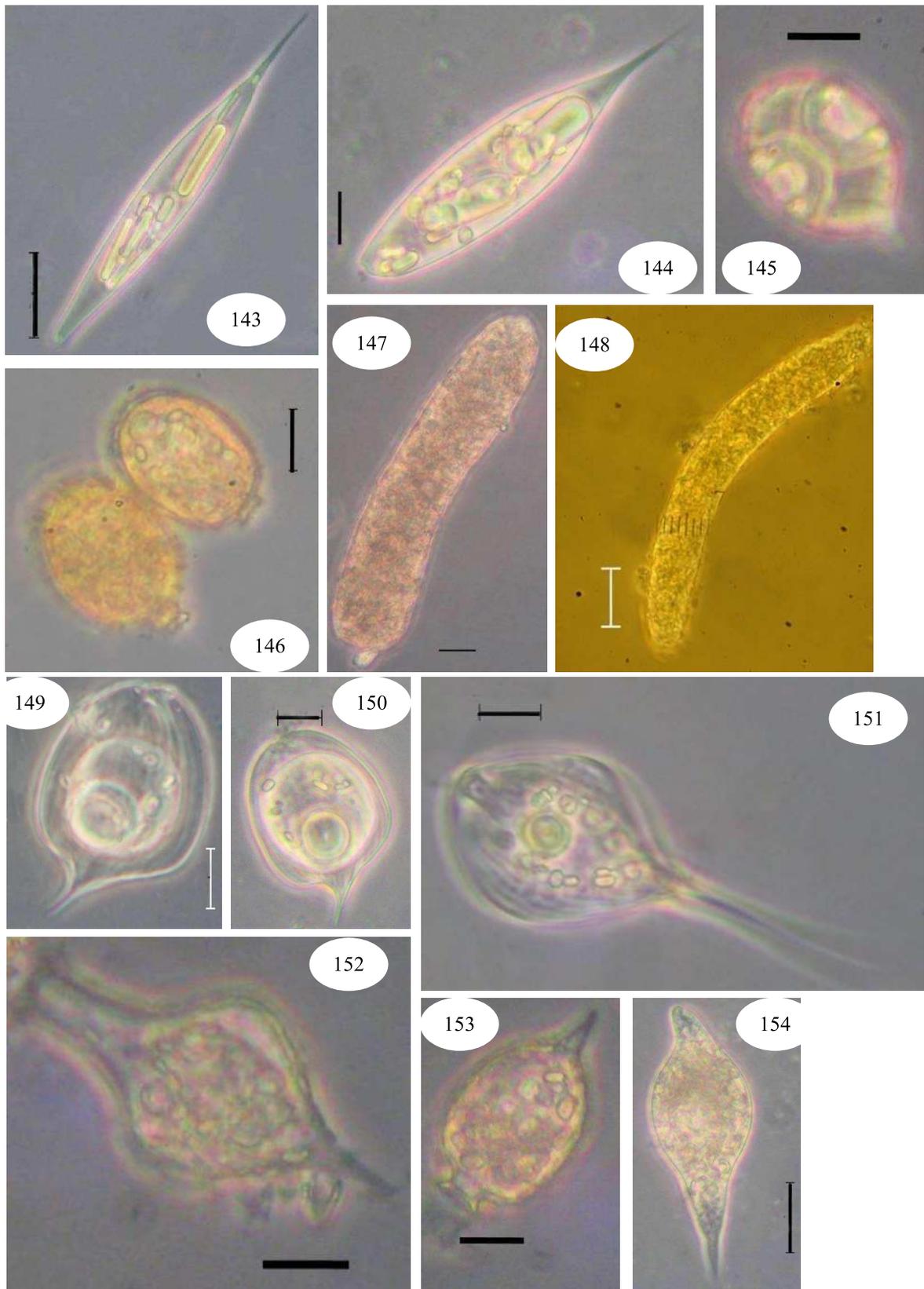


Figura 143. *Euglena acus* (CF). Figura 144. *Euglena limnophila* (CF). Figura 145. *Lepocinclis ovum* (CF). Figura 146. *Trachelomonas hispida* (CF). Figuras 147 e 148. *Euglena* sp12. Figura 149 e 150. *Phacus hamatus* (CF). Figura 151. *Phacus longicauda* (CF). Figura 152. *Strombomonas gibberosa* (CF). Figura 153. *Strombomonas acuminata* (CF). Figura 154. *Euglena caudata* (CF). Escala 10 μm (Fig. 144, 145, 146, 147, 149, 150, 151, 152 e 153). Escala 20 μm (Fig. 143, 148 e 154).

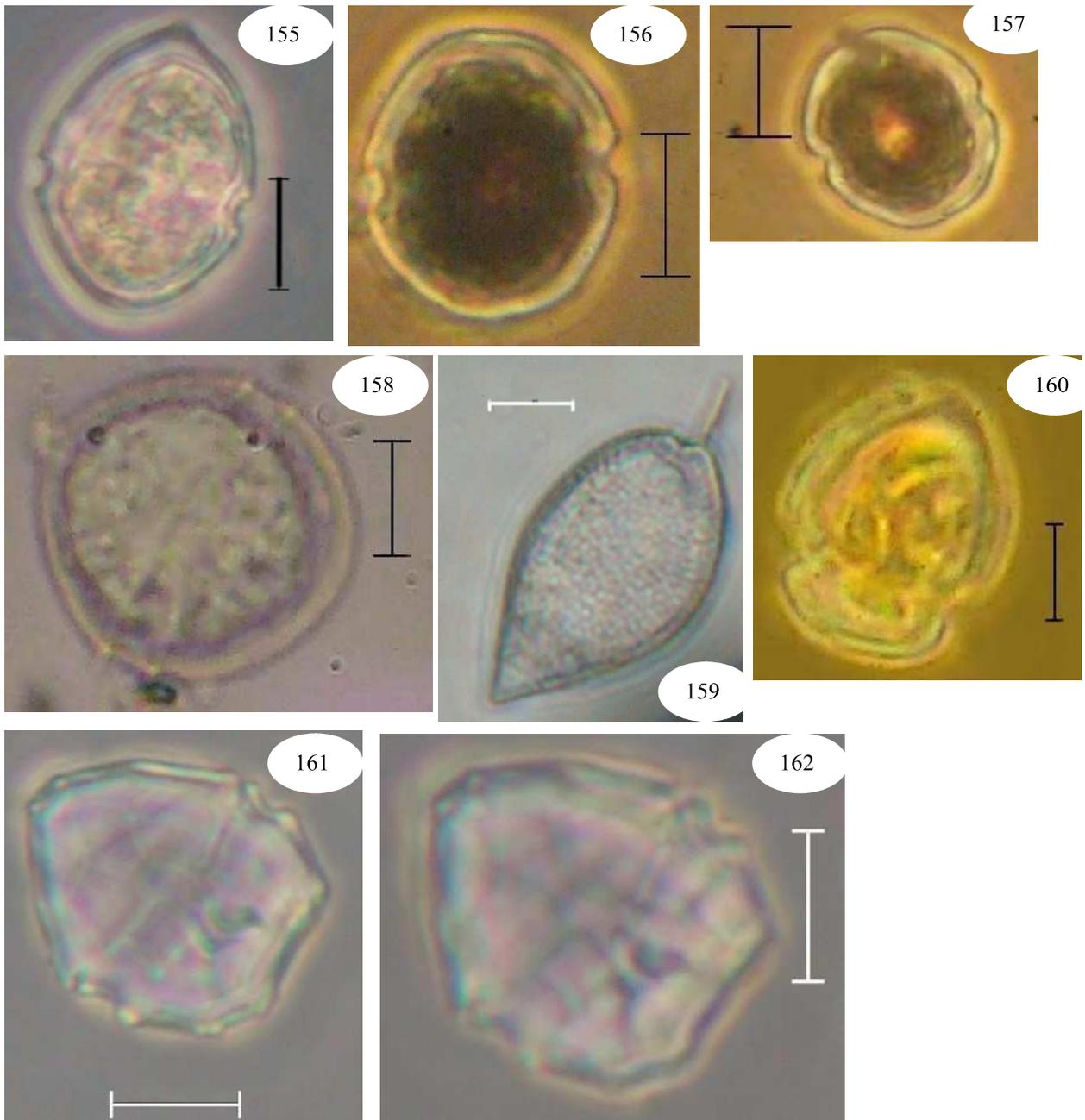


Figura 155. *Scrippsiella trochoidea* (CF). Figuras 156 e 157. *Heterocapsa* sp. (CF). Figura 158. *Protoperidinium minutum* (SF). Figura 159. *Prorocentrum micans* (SF). Figuras 160. *Heterocapsa rotundata* (CF). Figuras 161 e 162. *Peridinium umbonatum* (CF). Escala 5 μm (Fig. 160). Escala 10 μm (Fig. 155, 156, 157, 158, 159, 161 e 162).

5.2 Outros microorganismos não identificados (bacterioplâncton heterotrófico?)

Além dos microorganismos fitoplanctônicos que não foram identificados em nível taxonômico de classe (Quadro 2), outros estiveram presentes nas amostras. Os organismos, a princípio, haviam sido identificados como as cianobactérias: *Pseudanabaena galeata* Böcher (?) ou *Leptolyngbya perelegans* Anagnostidis & Komárek (?) (Figura 163a-f), *Pseudanabaena raphidioides* Anagnostidis & Komárek (?) (Figura 164) e *Planktolyngbya minor* (Geitler & Ruttner) Komárek & Cronberg (?) (Figura 165). Todavia, por não terem sido encontradas congruências exatas entre a morfologia dos organismos encontrados no presente estudo e as descrições destas espécies em Komárek e Anagnostidis (2005) optou-se por não incluí-los nos resultados apresentados para o fitoplâncton.

As características que não permitiram confirmar que estes organismos pertenciam às espécies (1) *Ps. galeata* ou *L. perelegans*, (2) *Ps. raphidioides* (Geitler) e (3) *Pl. minor* foram, respectivamente: (1) em vez de aerótopos (típico de *Ps. galeata*) há presença de grânulos proeminentes, muitas vezes parecendo ultrapassar a largura da célula; e pelo menos aparentemente a ausência de bainha (como pode estar presente em *L. perelegans*); (2) não se observa os septos celulares no filamento; (3) Também não se observa os septos celulares no filamento, nem a presença de bainha mucilaginosa o revestindo. *Pseudanabaena (raphidioides?)* (Figura 164) também poderia ser confundido com a clorofícea (eucarionte fotoautotrófico) *Monoraphidium contortum* (Thuret) Komárková-Legnerová, todavia também não se observou a presença de cloroplasto. Por estas razões, acredita-se que estes organismos pertencem à fração do bacterioplâncton não fotossintetizante. Os organismos foram, então, posteriormente chamados de Bactéria 1 (Figura 163a-f), Bactéria 2 (Figura 164) e Bactéria 3 (Figura 165). Todos possuem diâmetro menor que um micrômetro ($< 1,0 \mu\text{m}$) ou um pouco maior ($1,2 \mu\text{m}$).

Destes três organismos somente a Bactéria 1 foi visualizada em microscópio de epifluorescência com lâmpada de mercúrio de alta pressão (HBO-50), equipado com conjunto de filtros ópticos específicos para a autofluorescência da clorofila. Mesmo não tendo sido observada a autofluorescência, não é possível se afirmar devido ao longo período pelo qual as amostras encontravam-se conservadas (desde 2005) que a Bactéria 1, na verdade, não se trata de uma cianobactéria.



Figura 163- Bactéria 1 - (a) e (c) aumento 1000x (SF); (b), (d), (e) 400x (SF); (e) e (f) 400x (CF). Escala 2 μm (Fig. a, b, c, d, e). Escala 5 μm (Fig. f).

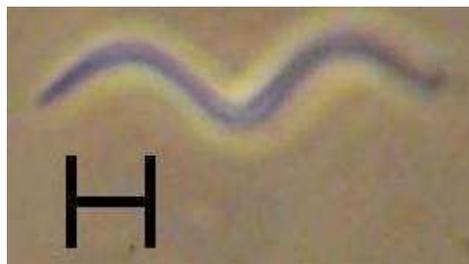


Figura 164 - Bactéria 2 (400x com contraste de fase). Escala 5 μm .

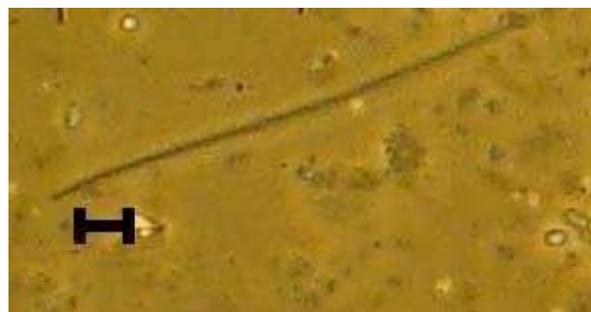


Figura 165 - Bactéria 3 (400x com contraste de fase). Escala 5 μm .

Devido às altas densidades, assim como frequência destes organismos nos estuários pesquisados, achou-se importante não omitir esses dados, mesmo não sendo a fração do bacterioplâncton heterotrófica nosso objeto de estudo. Não obstante, ressalta-se mais uma vez, que os mesmos podem se tratar de cianobactérias, sendo necessária a observação das amostras *in vivo* (em microscópio de epifluorescência), sem a adição de fixador, haja vista que isto pode prejudicar a incidência da fluorescência devido a alterações morfológicas e estruturais nos organismos (MACEDO e MARINO, 2007).

A Bactéria 1 foi registrada em seis estuários e sua densidade variou de $0,2 \times 10^3$ org. L⁻¹ (Timonha/E5) a $1.300,0 \times 10^3$ org. L⁻¹ (Ubatuba/E1) (Figura 166). A Bactéria 2 foi registrada em cinco estuários e sua densidade variou de $0,4 \times 10^3$ org. L⁻¹ (Timonha/E2 e Acaraú E2) a 30×10^3 org. L⁻¹ (Acaraú/E3) (Figura 167). A Bactéria 3 ocorreu em sete estuários e sua densidade variou de $0,4 \times 10^3$ org. L⁻¹ (Timonha/E2, Acaraú E2 e Aracatimirim E2) (Figura 168) a $6.400,0 \times 10^3$ org. L⁻¹ (Ceará/E2) (Figura 169).

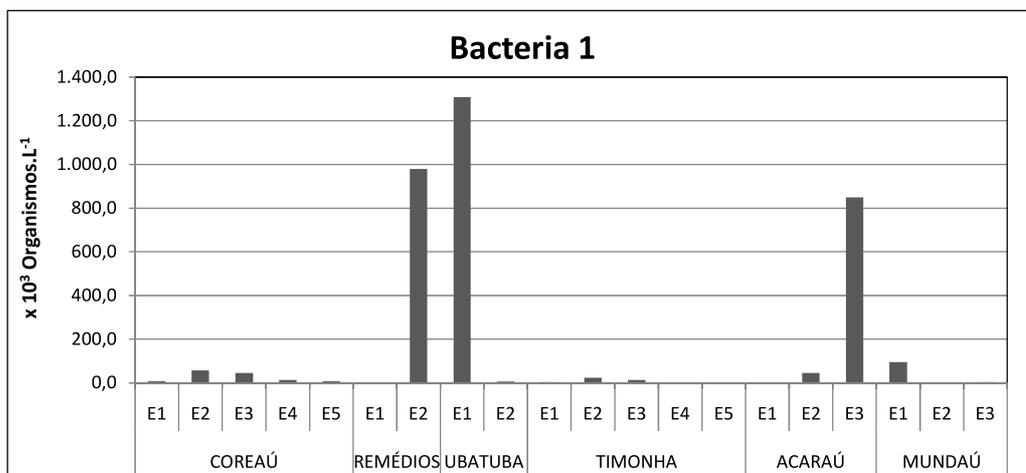


Figura 166 - Densidade absoluta da Bactéria 1 em seis estuários.

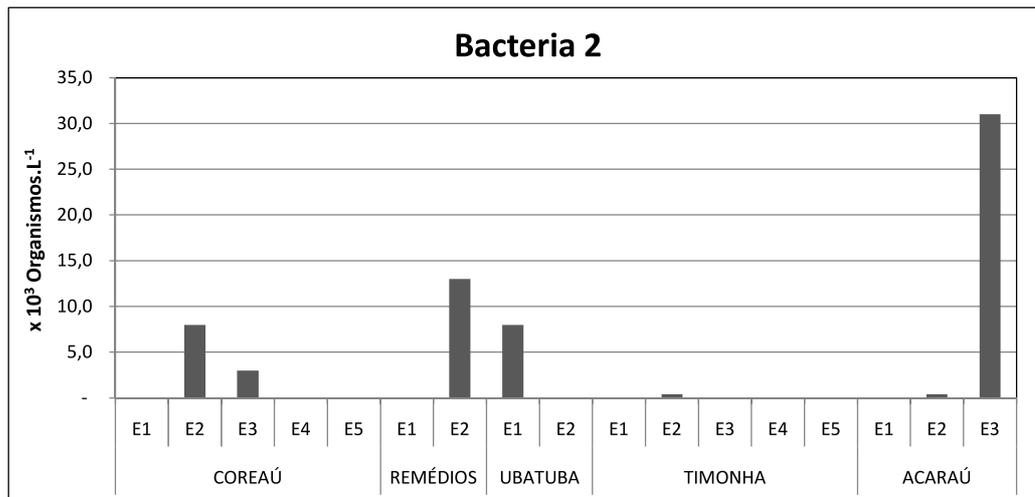


Figura 167 - Densidade absoluta da Bacteria 2 em cinco estuários.

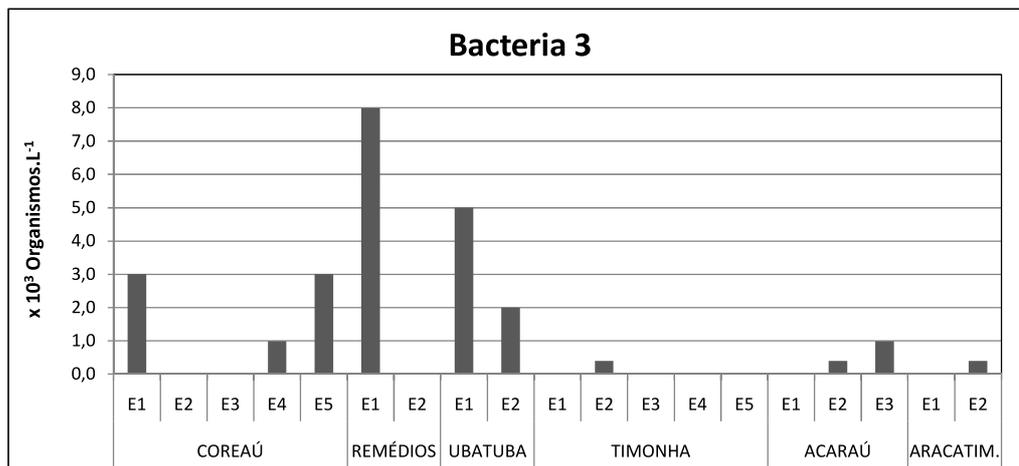


Figura 168 - Densidade absoluta da Bacteria 3 em seis estuários.

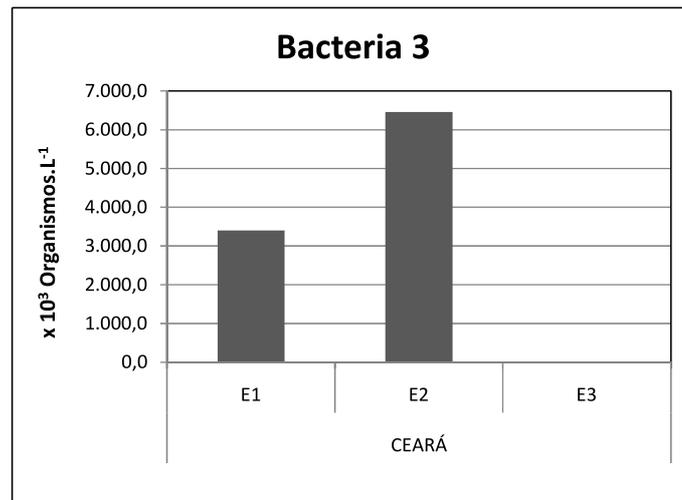


Figura 169 - Densidade absoluta da Bacteria 3 no estuário do Rio Ceará.

5.3 Estuários da Costa Oeste - setor I (Aracatimirim, Aracatiaçú e Mundaú).

Considerando-se os três estuários localizados na Costa Oeste - setor I (investigados no presente estudo) encontrou-se um total de 105 táxons, distribuídos em seis divisões taxonômicas: Cyanophyta (cianobactérias) (24), Euglenophyta (euglenofíceas) (6), Dinophyta (dinoflagelados) (8), Bacillariophyta (diatomáceas) (50), Cryptophyta (criptofíceas) (2) e Chlorophyta (clorofíceas) (13). Dois dos 105 táxons permaneceram como não identificados (ONI). Dos 105 táxons, 59 (56%) foram exclusivamente encontrados neste setor. A riqueza de táxons seguiu a ordem decrescente: Aracatiaçú (A-ç) (50) > Mundaú (M) (48) > Aracatimirim (A-m) (45). Ainda dentre os 105 táxons somente 21 apresentaram pelo menos 5% de abundância relativa em alguma das estações (E) de amostragem.

A densidade total variou de $16,0 \times 10^3 \text{ org.L}^{-1}$ (Aracatimirim/E2) a $132,0 \times 10^6 \text{ org.L}^{-1}$ (Aracatiaçú/E1) (Figura 170). Destaca-se que a maior densidade alcançada é cerca de quatro ordens de grandeza maior que o menor valor. Em todos os três estuários a densidade decresceu em direção a porção inferior estuarina. Isso é também demonstrado pelas correlações inversas entre os valores de salinidade, clorofila *a* e densidade fitoplanctônica ($r = -0,82$; $r = -0,94$; $p < 0,05$) (Tabela 7). A densidade por sua vez foi positivamente correlacionada com as concentrações de clorofila *a* ($r = 0,94$; $p < 0,05$).

As abundâncias relativas (%) das divisões fitoplanctônicas, em cada estuário, podem ser observadas na Figura 171. Cyanophyta foi a divisão dominante (abundância relativa > 70%) no Aracatimirim (E1) e Aracatiaçú (E1), enquanto Bacillariophyta dominou no Aracatiaçú (E2) e Mundaú (E2). Nas demais estações onde não se observou a dominância de uma divisão taxonômica, se destacaram como abundantes: Bacillariophyta no Aracatimirim (E2) e Mundaú (E1 e E3).

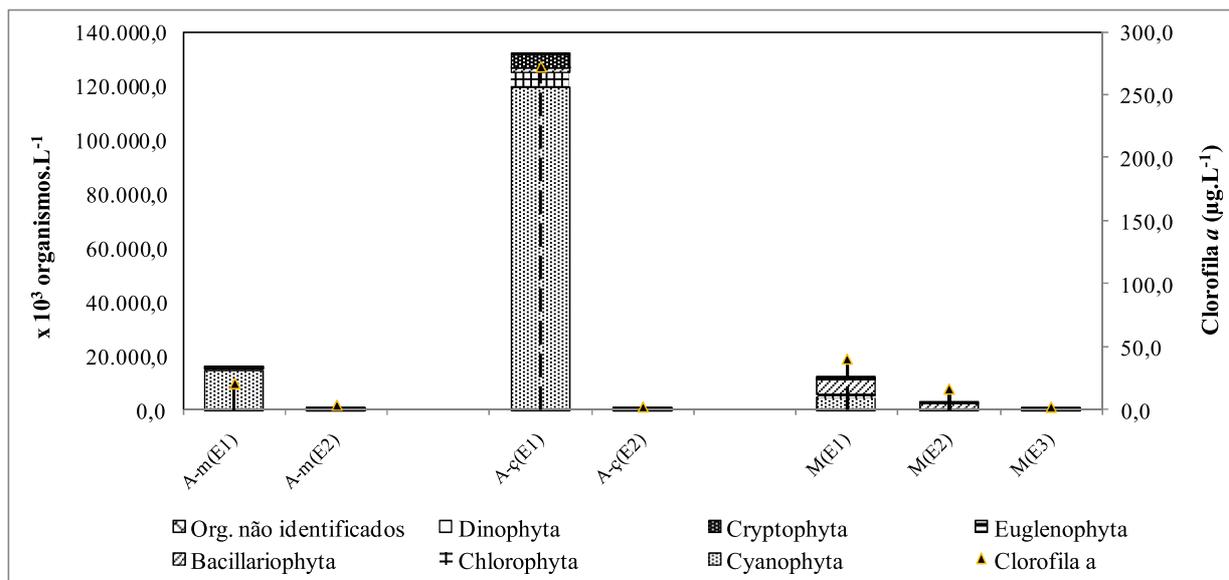


Figura 170. Densidade total (org.L⁻¹) das divisões fitoplanctônicas e clorofila *a* nas estações dos três estuários localizados na costa Oeste Setor I.

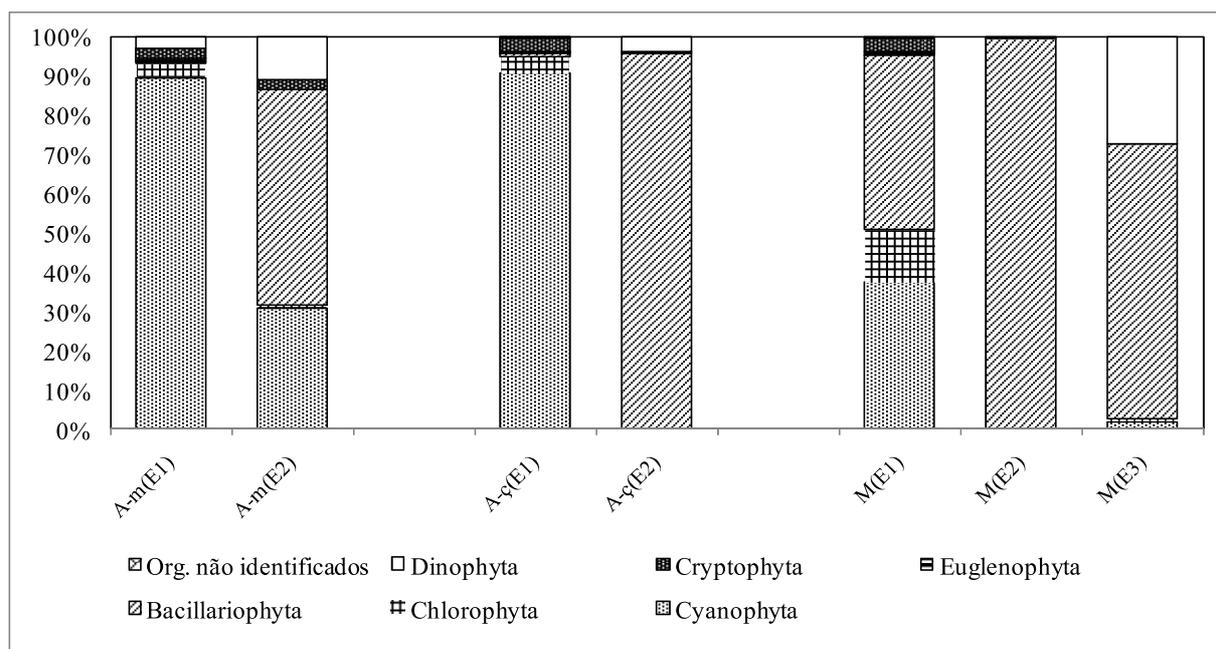


Figura 171. Abundância relativa (%) das divisões fitoplanctônicas nas estações dos três estuários localizados na costa Oeste Setor I.

Tabela 7- Coeficientes de correlação de Pearson (r), entre a salinidade, biomassa fitoplanctônica (μg clorofila $a \times \text{L}^{-1}$) e a densidade fitoplanctônica total ($\text{organismos} \times \text{L}^{-1}$). Número de amostras (n= 7). (*) Correlações significativas ($p < 0,05$).

	Salinidade	Clorofila a	Densidade
Salinidade	1,00		
Clorofila a	-0,82*	1,00	
Densidade	-0,94*	0,94*	1,00

Quanto à composição específica, considerando-se a abundância relativa mais alta alcançada em uma das estações de amostragens, registraram-se dos 105 táxons encontrados nos três estuários: um táxon dominante; três abundantes; 10 pouco abundantes; e 91 raros. Os valores de abundância relativa e densidade dos táxons dominantes, abundantes e pouco abundantes podem ser observados na Figura 172 (A e B). A espécie dominante foi a cianobactéria *Planktolyngbya limnetica* (Aracatimirim/E1), enquanto as abundantes foram a cianobactéria *Pseudanabaena galeata* (Aracatiaçú/E1) e as diatomáceas Bacillariophyta 11 (cêntrica) (Aracatiaçú/E2) e Bacillariophyta 14 (cêntrica) (Mundaú/E2).

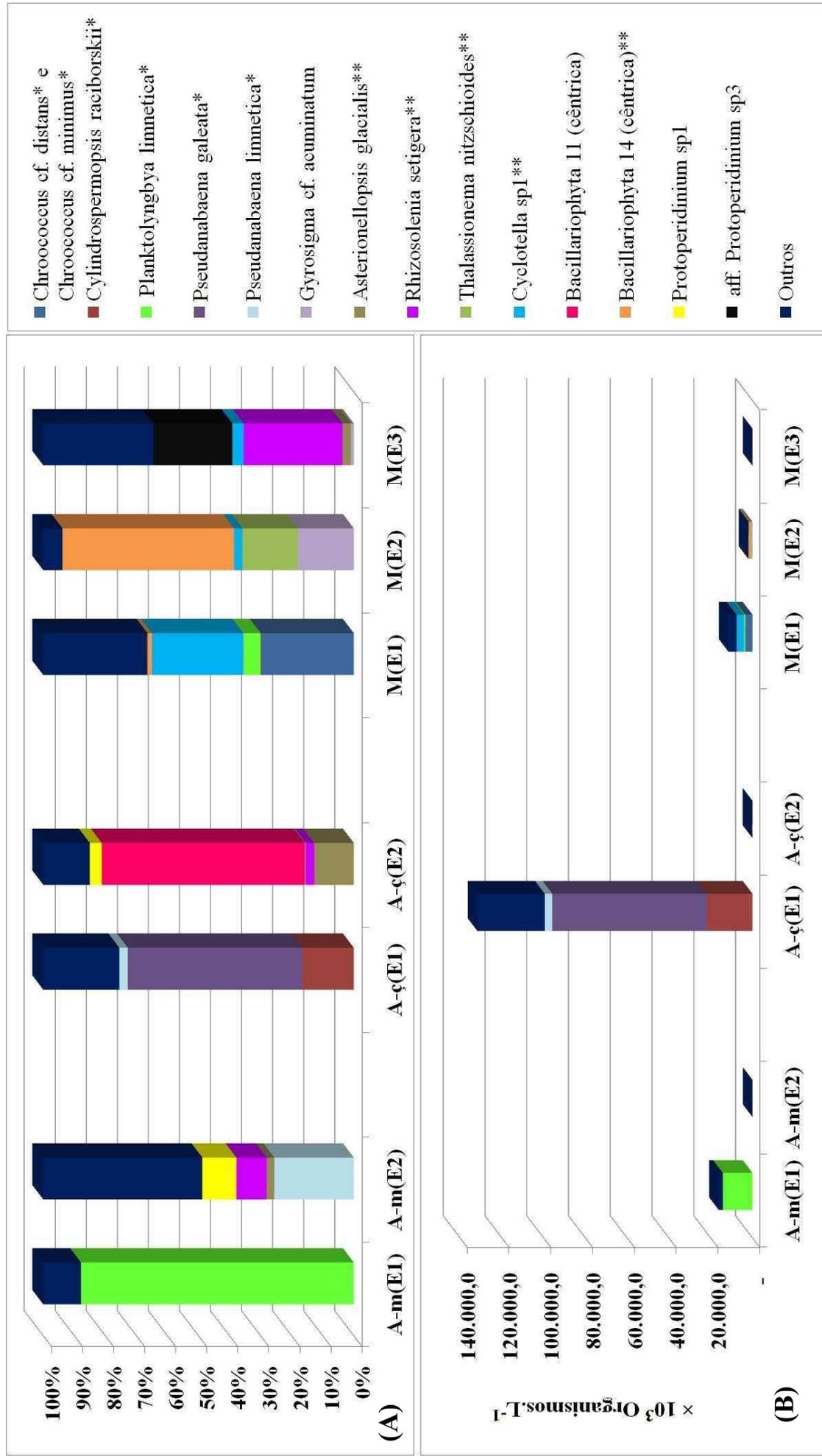


Figura 172. (A) Valores de abundância relativa e (B) Densidade dos táxons dominantes, abundantes e pouco abundantes nos três estuários localizados na Costa Oeste - Setor I. (*) espécies ilustradas e descritas; (**) espécies ilustradas.

Quanto à frequência de ocorrência, dois táxons foram muito frequentes, 14 ocorreram como frequentes e 89 pouco frequentes. Os táxons muito frequentes e frequentes encontram-se apresentados na Figura 173, acompanhados das suas respectivas frequências de ocorrência. As espécies mais frequentes, ou seja, que ocorreram em 71% das amostragens nos estuários da Costa Oeste (Setor I), foram as diatomáceas *Cylindrotheca closterium* e *Navicula* sp4. As 14 espécies frequentes foram: a cianobactéria *Raphidiopsis* sp. (57%); as clorofíceas *Monoraphidium contortum* (57%), *Desmodesmus maximus* (43%); as diatomáceas *Nitzschia paleacea* (43%), *Nitzschia palea* (43%), *Nitzschia sigmoidea* (43%), *Gyrosigma* cf. *acuminatum* (43%), *Asterionellopsis glacialis* (43%), *Grammatophora hamulifera* (43%), *Paralia sulcata* (43%), *Rhizosolenia setigera* (43%), *Cyclotella* sp1 (43%); a criptofíceia *Cryptomonas* cf. *ovata* (57%); e o dinoflagelado *Protoperidinium* sp1 (43%).

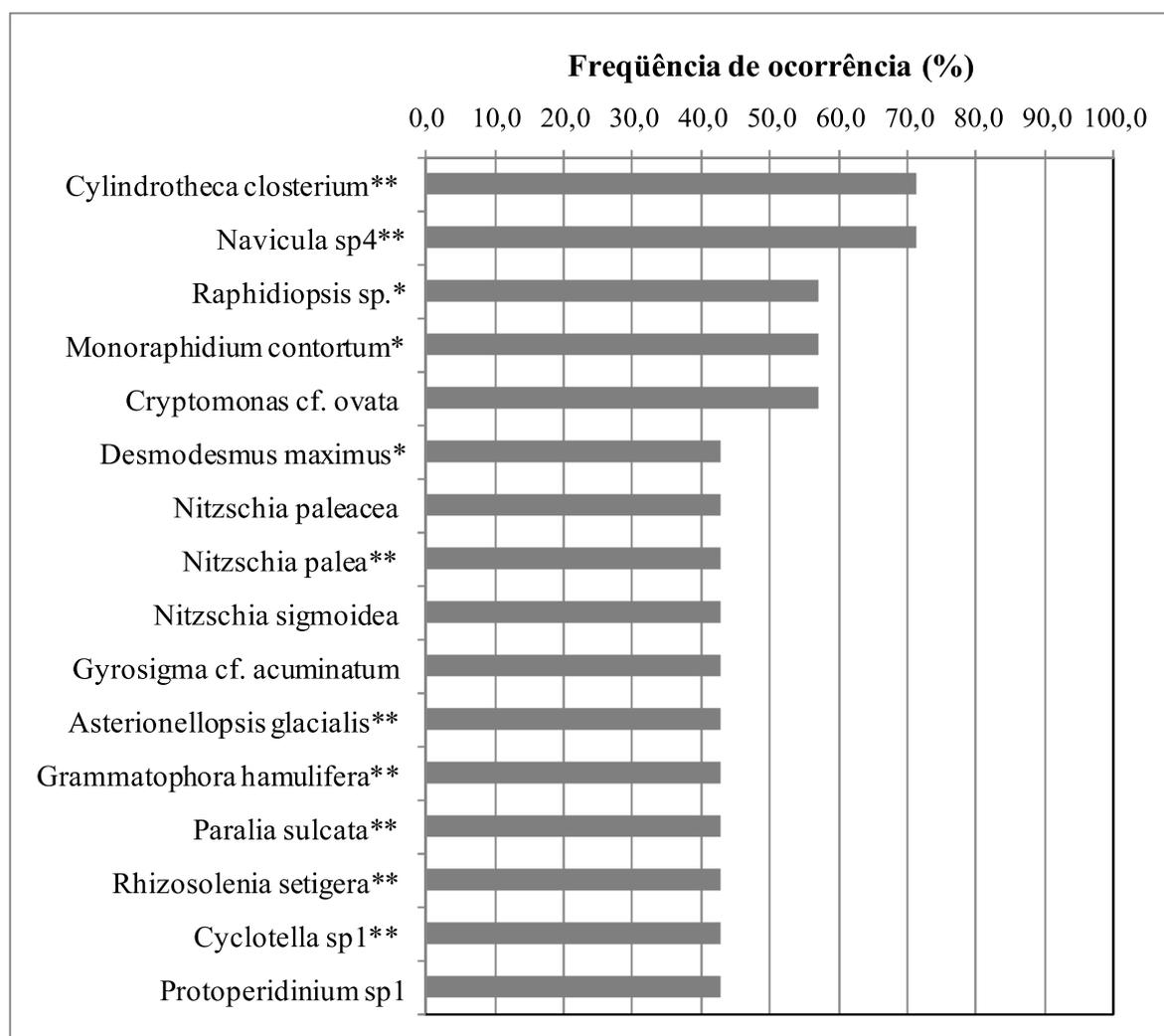


Figura 173 - Frequência de ocorrência (%) das espécies muito frequentes e frequentes nas estações de amostragens dos três estuários localizados na Costa Oeste - Setor I. (*) espécies ilustradas e descritas; (**) espécies ilustradas.

Foram registrados valores de diversidade específica (H') variando de muito baixo 0,9 bits.org^{-1} (Aracatimirim/E1) a alto 3,9 bits.org^{-1} (Aracatimirim/E2) (Tabela 8). A diversidade específica foi cerca de quatro vezes maior na porção inferior (E2) do Aracatimirim do que na porção mais a montante (E1). Já nos dois outros estuários encontraram-se valores bastante semelhantes entre as porções superiores e costeiras propriamente ditas. Com exceção do Aracatiaçú os maiores índices de diversidade foram encontrados onde a riqueza de espécies foi maior. Por sua vez, os valores de riqueza foram maiores nas porções inferiores estuarinas (E2), no caso do Aracatimirim e Aracatiaçú, e na porção superior (E1) no caso do Mundaú. Com relação à equitabilidade registraram-se maiores valores nas porções mais a jusante em Aracatimirim (E2) e Mundaú (E3) e a montante no Aracatiaçú (E1). Não foram encontradas correlações positivas e significativas entre a riqueza de espécies e os índices de diversidade e equitabilidade ($p > 0,05$) (Tabela 9).

Tabela 8 - Riqueza (número de espécies), equitabilidade (J'), diversidade específica (H' - bits.org^{-1}), salinidade e nível da maré nos três estuários localizados na Costa Oeste – Setor I. (V) vazante; (E) enchente.

	Riqueza	J'	H'	Salinidade	Nível da maré
A-m(E1)	19	0,2	0,9	0,1	E
A-m(E2)	27	0,8	3,9	37,0	V
A-ç(E1)	23	0,5	2,3	1,1	V
A-ç(E2)	30	0,4	2,2	37,0	E
M(E1)	30	0,6	3,1	2,4	V
M(E2)	12	0,5	1,9	9,4	V
M(E3)	19	0,7	3,1	36,0	V

Tabela 9 - Coeficientes de correlação de Pearson (r), entre a riqueza, equitabilidade (J'), diversidade (H') e salinidade. Número de amostras ($n=7$). (*) Correlações significativas ($p < 0,05$).

	Riqueza	J'	H'	Salinidade
Riqueza	1,00			
J'	0,23	1,00		
H'	0,47	0,97*	1,00	
Salinidade	0,27	0,55	0,55	1,00

O resultado do agrupamento baseado na matriz de similaridade de Bray-Curtis composta pelos táxons (valores de densidade) que alcançaram pelo menos 5% de abundância relativa ($n=21$) em uma das estações de coleta é apresentada na Figura 174. Apesar de se observar baixa similaridade entre as estações, verificou-se a formação de dois grupos quando se trabalha com nível de similaridade de 40%. Considerando esta porcentagem verifica-se que o G1 (A-m/E2; A-ç/E2 e M/E3) é formado por estações com valores de salinidade

praticamente iguais e localizadas a jusante dos respectivos estuários. O G2 é formado por estações próximas localizadas no mesmo estuário (Mundaú/E1 e E2). A E1 dos estuários Aracatimirim e Aracatiaçú foram as mais heterogêneas dentre as estações amostradas nos três estuários.

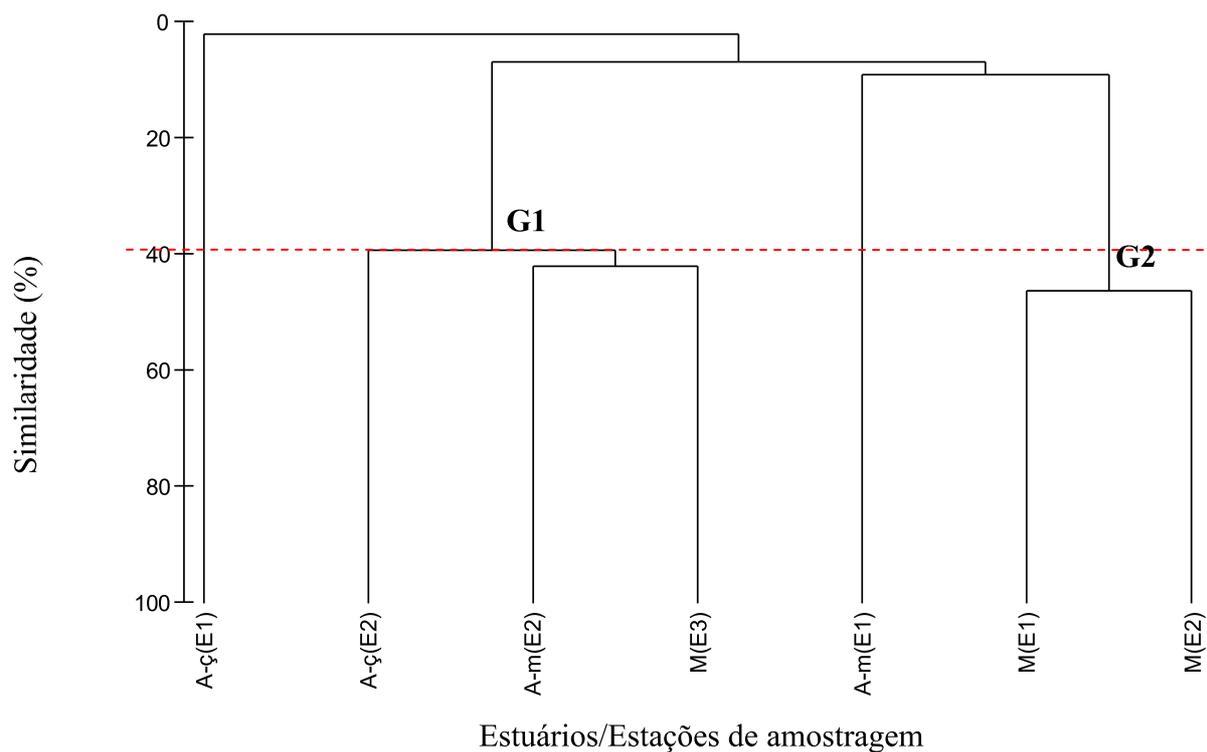


Figura 174 - Agrupamento baseado na matriz de similaridade de Bray-Curtis composta pelos táxons que alcançaram pelo menos 5% de abundância relativa (n=21) em uma das estações de coleta dos três estuários localizados na Costa Oeste (Setor I).

5.4 Estuários da Costa Oeste - setor II (Timonha, Ubatuba, Remédios, Coreaú e Acaraú)

Considerando-se os cinco estuários localizados na Costa Oeste - Setor II foram distinguidos no total 136 táxons, distribuídos em seis divisões taxonômicas: Cyanophyta (cianobactérias) (27), Euglenophyta (euglenofíceas) (22), Dinophyta (dinoflagelados) (6), Bacillariophyta (diatomáceas) (51), Cryptophyta (criptofíceas) (4) e Chlorophyta (clorofíceas) (23). Três dos 136 táxons permaneceram como não identificados (ONI). Dos 136 táxons, 82 (60%) foram exclusivamente encontrados neste setor. A riqueza de táxons seguiu a ordem decrescente: Acaraú (Ac) (61) > Timonha (T) (49) > Coreaú (C-r) (33) > Ubatuba (U) (30) > Remédios (R) (17). Ainda dentre os 136 táxons, somente 38 apresentaram pelo menos 5% de abundância relativa em alguma das estações (E) de amostragem.

A densidade total variou de $8,0 \times 10^3 \text{ org.L}^{-1}$ (Timonha/E4) a $117,0 \times 10^3$ (Ubatuba/E1 e Coreaú/E3) org.L^{-1} (Figura 175). Nesta mesma figura também se observa as concentrações de clorofila *a* apresentadas em Moreira (2005). Não foi observada correlação significativa entre os valores de densidade total e clorofila *a* ($r=0,26$; $p>0,05$). Também não houve correlações significativas entre os valores de salinidade, clorofila *a* e densidade fitoplanctônica (Tabela 10).

As abundâncias relativas (%) das divisões fitoplanctônicas, em cada estuário, podem ser observadas na Figura 176. Bacillariophyta foi a divisão dominante (abundância relativa >70%) no Timonha (E2), Remédios (E2), Coreaú (E2, E3, E4 e E5) e Acaraú (E2 e E3). Outras divisões dominantes foram Euglenophyta no Timonha (E1) e Dinophyta no Timonha (E5). Nas demais estações onde não se observou a dominância de uma divisão taxonômica, se destacaram como abundantes (abundâncias relativas entre 40% e 70%): Bacillariophyta no Timonha (E3), Ubatuba (E2), Coreaú (E1) e Acaraú (E1); e Dinophyta no Timonha (E3 e E4) e Ubatuba (E1). Remédios (E1) é a estação com maior homogeneidade com relação à abundância relativa dos grandes grupos (divisões) fitoplanctônicos.

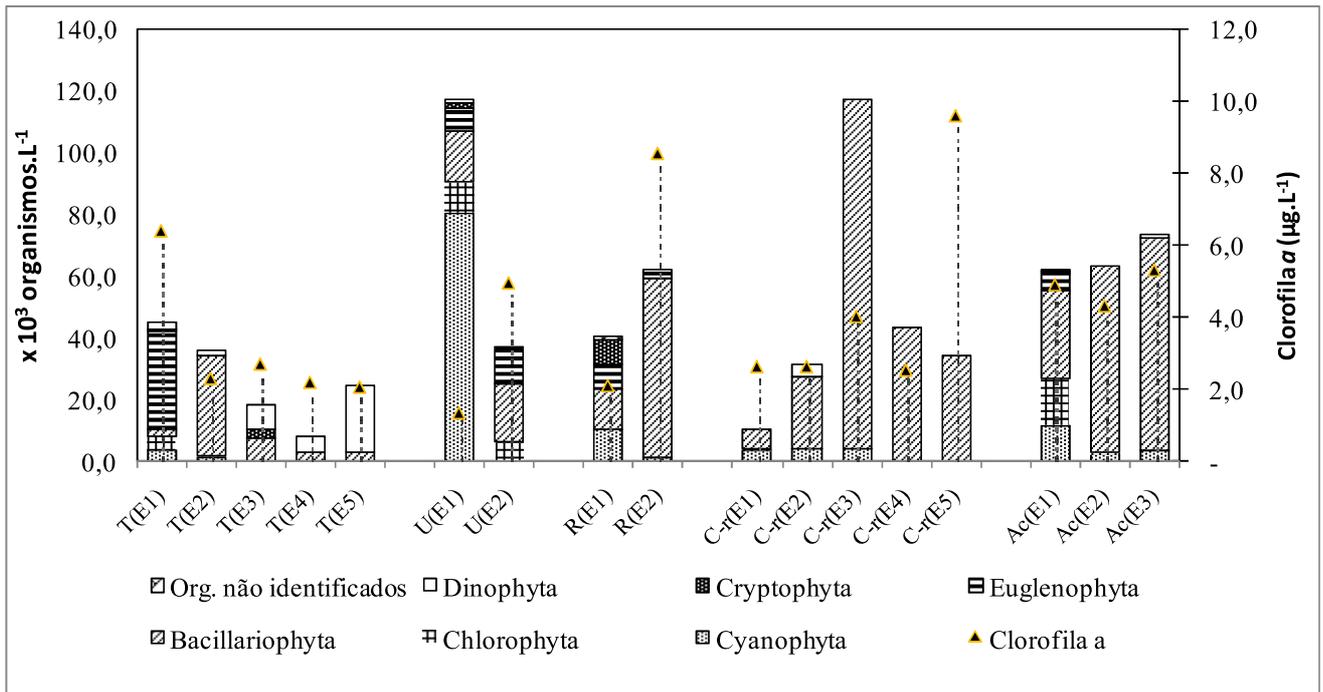


Figura 175 - Densidade total (org.L^{-1}) das divisões fitoplancônicas e clorofila *a* nas estações dos cinco estuários localizados na costa Oeste Setor II.

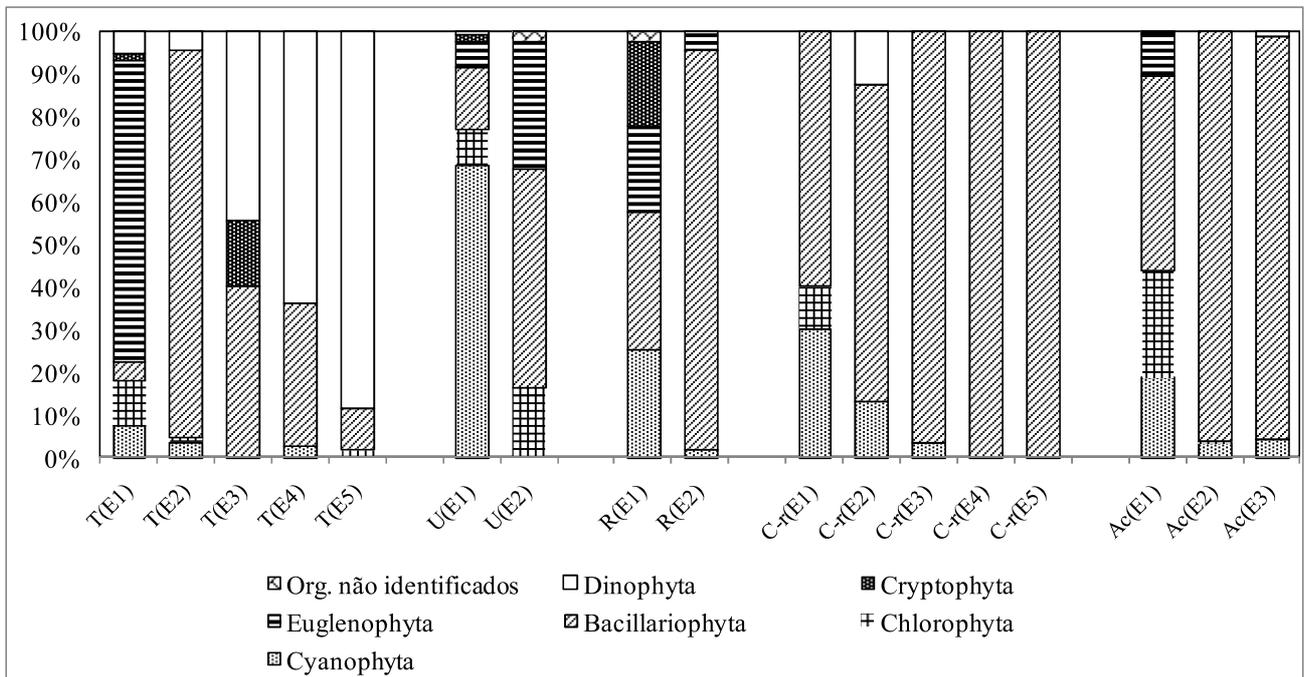


Figura 176 - Abundância relativa (%) das divisões fitoplancônicas nas estações dos cinco estuários localizados na costa Oeste Setor II.

Tabela 10 - Coeficientes de correlação de Pearson (r), entre a salinidade, biomassa fitoplanctônica (μg clorofila $a \times \text{L}^{-1}$) e a densidade fitoplanctônica total ($\text{organismos} \times \text{L}^{-1}$). Número amostras (n=17). (*) Correlações significativas ($p < 0,05$).

	Salinidade	Clorofila a	Densidade
Salinidade	1,00		
Clorofila a	0,18	1,00	
Densidade	-0,02	0,26	1,00

Quanto à composição específica, considerando-se a abundância relativa mais alta alcançada em uma das estações de amostragens, registraram-se dos 136 táxons encontrados nos cinco estuários: um táxon dominante; quatro abundantes; 19 pouco abundantes; e 112 raros. Os valores de abundância relativa e densidade dos táxons dominantes, abundantes e pouco abundantes podem ser observados na Figura 177 (A e B). A espécie dominante foi o dinoflagelado *Heterocapsa* sp. (Timonha/E5), enquanto as abundantes foram a cianobactéria *Pseudanabaena limnetica* (Ubatuba/E1) e as diatomáceas *Nitzschia palea* (Ubatuba/E2) e *Melosira* cf. *dubia* (Acaraú/E2).

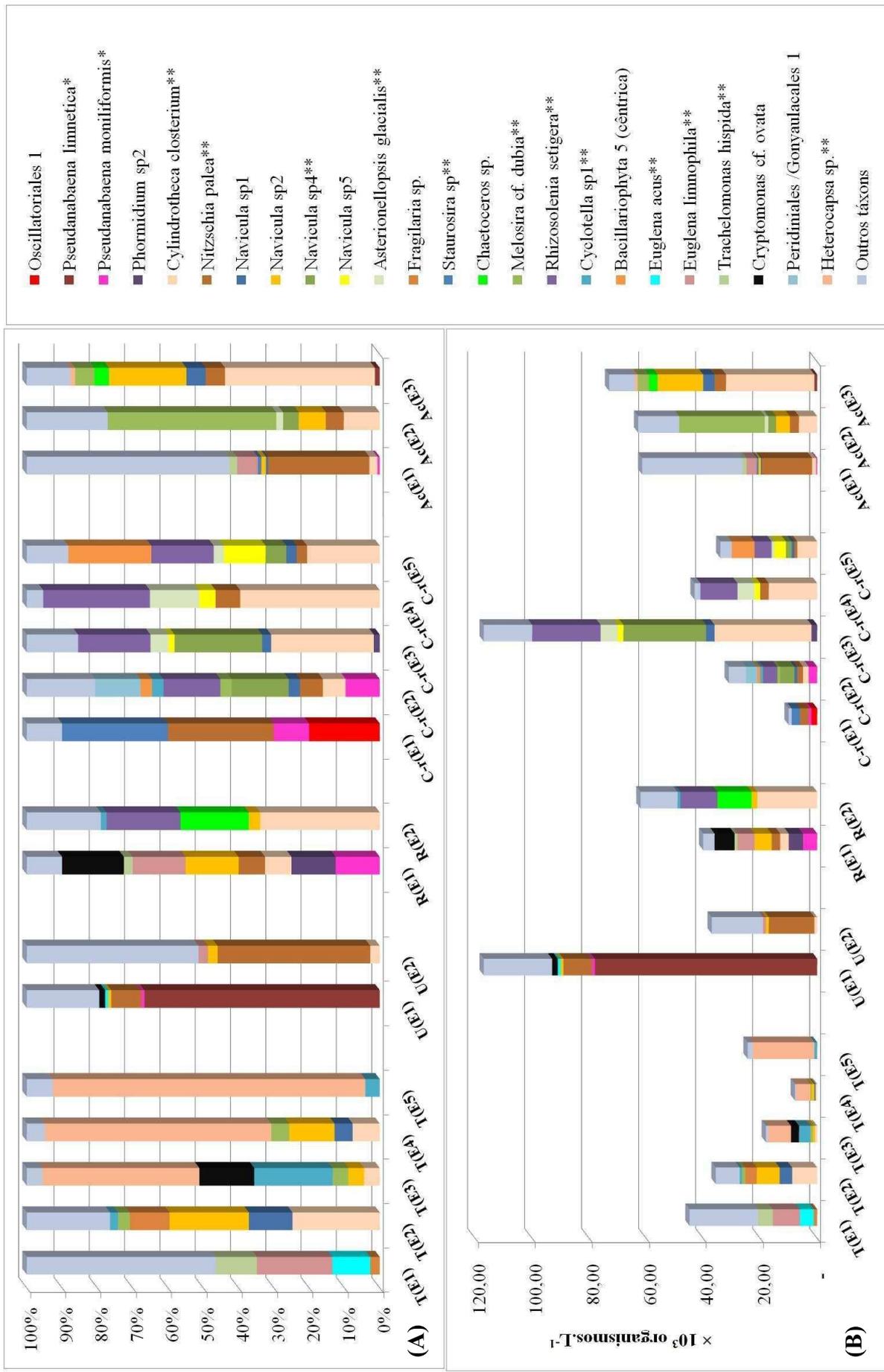


Figura 177 - (A) Valores de abundância relativa e (B) Densidade dos táxons dominantes, abundantes e pouco abundantes nos cinco estuários localizados na Costa Oeste - Setor II. (*) espécies ilustradas e descritas; (**) espécies ilustradas.

Quanto à frequência de ocorrência, um táxon foi muito freqüente, três ocorreram como freqüentes, 48 pouco freqüentes e 84 ocorreram esporadicamente. Os táxons muito freqüentes, freqüentes e pouco freqüentes são apresentados na Figura 178, acompanhados das suas respectivas frequências de ocorrência. A espécie mais freqüente, ou seja, que ocorreu em 76% das amostragens nos estuários da Costa Oeste (Setor II), foi a diatomácea *Cylindrotheca closterium*. As espécies freqüentes que ocorreram em 59%, 59% e 41% das amostragens foram, respectivamente, as diatomáceas *Nitzschia palea*, *Navicula* sp2 e *Navicula* sp1.

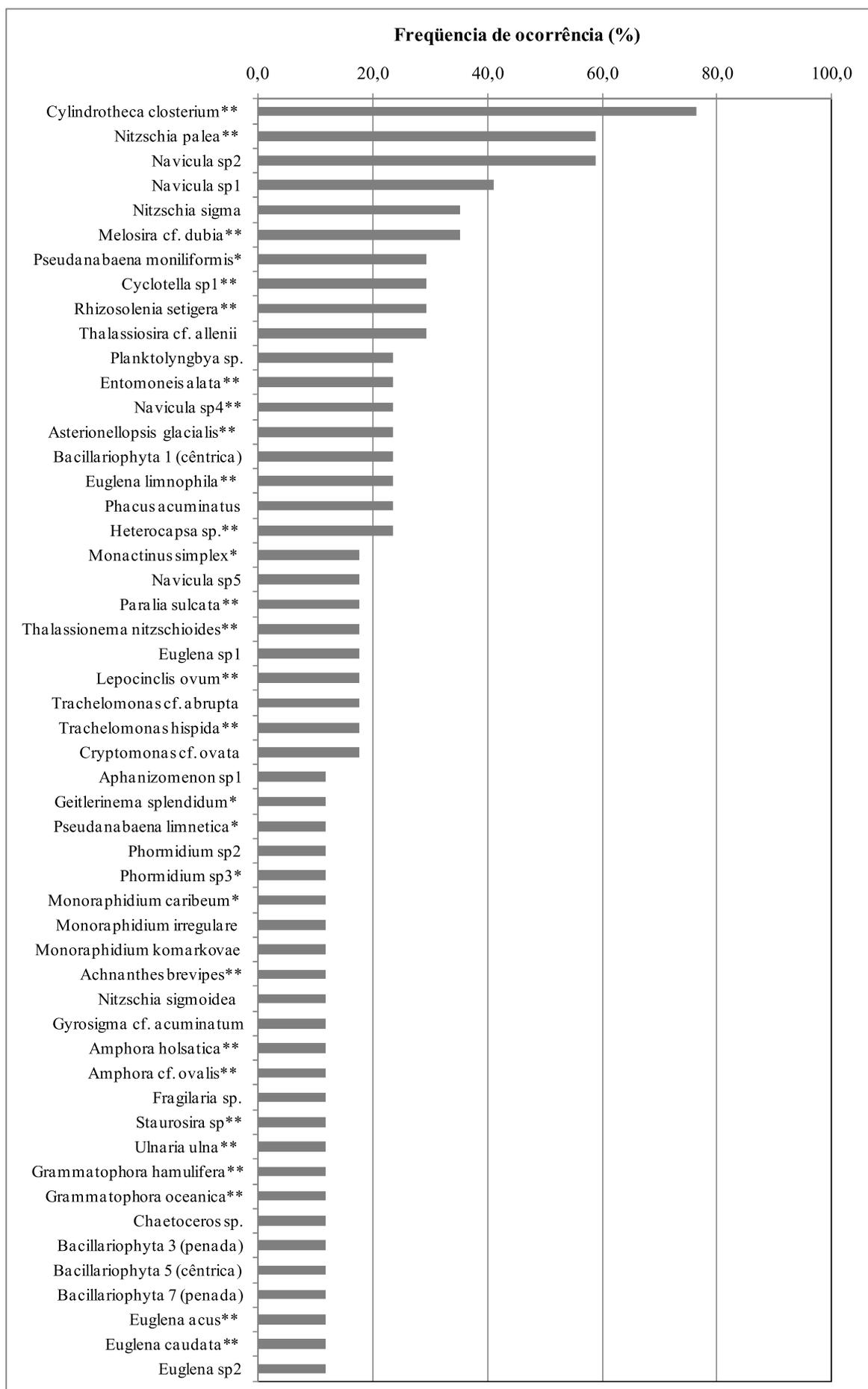


Figura 178 - Frequência de ocorrência (%) das espécies muito frequentes, frequentes e pouco frequentes nas estações de amostragens dos cinco estuários localizados na Costa Oeste - Setor II. (*) espécies ilustradas e descritas; (**) espécies ilustradas.

Foram registrados valores de diversidade específica (H') variando de muito baixo $0,8 \text{ bits.org}^{-1}$ (Timonha/E5) a alto $4,3 \text{ bits.org}^{-1}$ (Acaraú/E1) (Tabela 11). De maneira geral, os maiores valores de diversidade ocorreram nas estações onde se encontraram a maior riqueza de táxons, haja vista a correlação direta encontrada entre essas duas variáveis ($r = 0,68$; $p < 0,05$) (Tabela 12). Isso por sua vez ocorreu, geralmente, nas estações localizadas na porção estuarina superior, ou seja, de maior influência fluvial/continental, confirmada pelos baixos valores de salinidade (Tabela 11). Com relação a estes aspectos da comunidade fitoplanctônica nesses cinco estuários, ressalta-se o caso da E5/Timonha onde a riqueza de espécies ($n=6$) foi uma das menores e os índices de diversidade ($0,8 \text{ bits.org}^{-1}$) e equitabilidade ($0,3$) foram os mais baixos. Também merece destaque o caso da E1/Ubatuba, onde os valores de equitabilidade e diversidade foram, respectivamente, o segundo ($0,5$) e terceiro ($2,1 \text{ bits.org}^{-1}$) menores, apesar da riqueza de espécies ($n=19$) ter estado dentre as mais altas para os cinco estuários em questão (Tabela 11).

Tabela 11 - Riqueza (número de espécies), equitabilidade (J'), diversidade específica (H' - bits.org^{-1}), salinidade e nível da maré nos cinco estuários localizados na Costa Oeste – Setor II. (V) vazante; (E) enchente.

	Riqueza	J'	H'	Salinidade	Nível da maré
T(E1)	26	0,9	4,1	0,1	V
T(E2)	19	0,8	3,3	13	V
T(E3)	7	0,8	2,2	21,1	V
T(E4)	7	0,6	1,8	21,9	E
T(E5)	6	0,3	0,8	28,5	E
U(E1)	19	0,5	2,1	0,0	E
U(E2)	18	0,8	3,2	1,0	E
R(E1)	12	0,9	3,2	0,3	E
R(E2)	13	0,8	2,8	31,06	E
C-r(E1)	5	0,9	2,2	0,0	V
C-r(E2)	16	0,9	3,7	19,7	V
C-r(E3)	18	0,7	2,9	29,7	V
C-r(E4)	7	0,8	2,2	32,4	E
C-r(E5)	11	0,9	3,0	33	E
Ac(E1)	44	0,8	4,3	0,1	V
Ac(E2)	19	0,7	2,8	29	V
Ac(E3)	14	0,7	2,7	36,7	V

Tabela 12 - Coeficientes de correlação de Pearson (r), entre a riqueza, equitabilidade (J'), diversidade (H') e salinidade. Número de amostras (n=17). (*) Correlações significativas ($p < 0,05$).

	Riqueza	J'	H'	Salinidade
Riqueza	1,00			
J'	0,12	1,00		
H'	0,76*	0,68*	1,00	
Salinidade	-0,42	-0,27	-0,38	1,00

O resultado do agrupamento baseado na matriz de similaridade de Bray-Curtis composta pelos táxons (valores de densidade) que alcançaram pelo menos 5% de abundância relativa (n=38) em uma das estações de coleta é apresentada na Figura 179. Apesar de se observar baixa similaridade entre as estações, observou-se a formação de cinco grupos (G) com nível de similaridade de pelo menos 40%. De uma maneira geral, os grupos foram compostos por estações próximas localizadas no mesmo estuário. Não obstante, chama-se a atenção para a associação entre E2/Timonha e as E2 e E3 do Acaraú; a E2/Remédios com as E2, E3, E4 e E5 do Coreau; e a E1/Remédios e a E1/Acaraú. A E1 dos estuários Timonha e Coreau foram as mais heterogêneas dentre as estações amostradas nos cinco estuários.

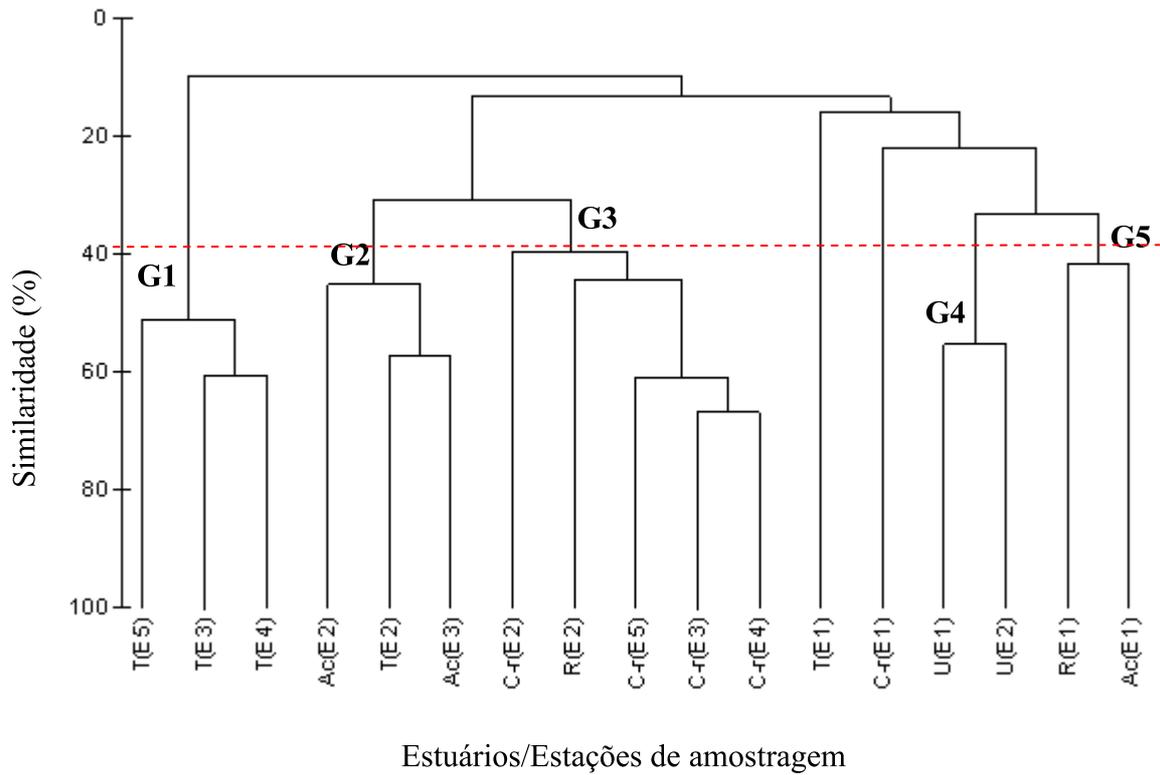


Figura 179 - Agrupamento baseado na matriz de similaridade de Bray-Curtis composta pelos táxons que alcançaram pelo menos 5% de abundância relativa ($n=38$) em uma das estações de coleta dos cinco estuários localizados na Costa Oeste (Setor II).

5.5 Estuários da Região Metropolitana de Fortaleza (Ceará, Cocó e Pacoti).

Considerando-se os três estuários localizados na Região Metropolitana de Fortaleza registrou-se um total de 152 táxons, distribuídos em seis divisões taxonômicas: Cyanophyta (cianobactérias) (32), Euglenophyta (euglenofíceas) (13), Dinophyta (dinoflagelados) (15), Bacillariophyta (diatomáceas) (64), Cryptophyta (criptofíceas) (1) e Chlorophyta (clorofíceas) (27). Dos 152 táxons, 95 (60%) foram exclusivamente encontrados na Região Metropolitana. A riqueza de táxons seguiu a ordem decrescente: Cocó (C-c) (81) > Ceará (Ce) (72) > Pacoti (P) (42). Ainda dentre os 152 táxons, somente 36 apresentaram pelo menos 5% de abundância relativa em alguma das estações (E) de amostragem.

A densidade total variou de $8,0 \times 10^3 \text{ org.L}^{-1}$ (Pacoti/E3) a $14,0 \times 10^6$ (Ceará/E1) org.L^{-1} (Figura 180). A maior densidade alcançada é cerca de quatro ordens de grandeza maior que o menor valor. Nos estuários Ceará e Pacoti a densidade decresceu em direção a porção inferior estuarina. No Cocó a maior densidade foi alcançada na porção intermediária (E2). Apesar de não significativas, verificou-se correlações inversas entre os valores de salinidade, clorofila *a* e densidade fitoplanctônica ($r = -0,53$; $r = -0,63$; $p > 0,05$) (Tabela 13). A densidade por sua vez foi correlacionada direta e significativamente com as concentrações de clorofila *a* ($r = 0,96$; $p < 0,05$). Na figura 178 se observa além das densidades, as concentrações de clorofila *a*.

As abundâncias relativas (%) das divisões fitoplanctônicas, em cada estuário, podem ser observadas na Figura 181. Cyanophyta foi a divisão dominante (abundância relativa > 70%) no Ceará (E2), Bacillariophyta no Ceará (E3) e Dinophyta no Pacoti (E1). Nas demais estações onde não se observou a dominância de uma divisão taxonômica, se destacaram como abundantes (abundâncias relativas entre 40% e 70%): Chlorophyta e Bacillariophyta no Cocó (E1), Cyanophyta no Cocó (E2 e E3) e Euglenophyta no Pacoti (E2 e E3). Ceará (E1) é a estação com maior heterogeneidade com relação à composição dos grandes grupos (divisões) fitoplanctônicos.

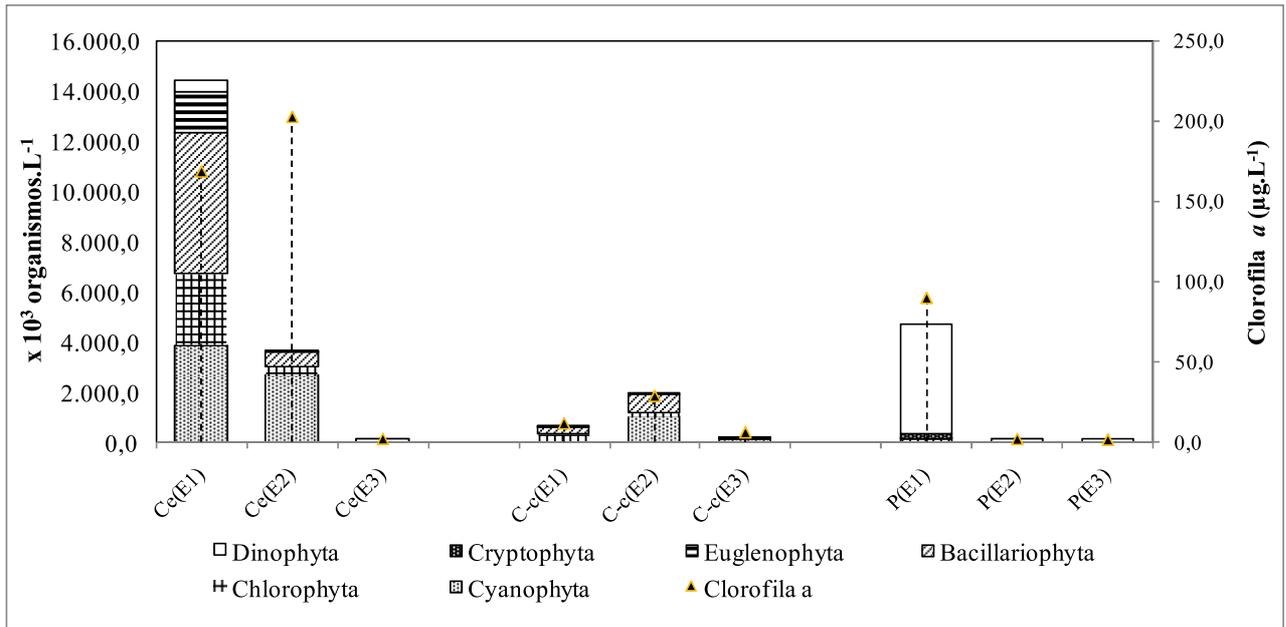


Figura 180 - Densidade total (org.L⁻¹) das divisões fitoplanctônicas e clorofila a nas estações dos três estuários localizados na Região Metropolitana de Fortaleza.

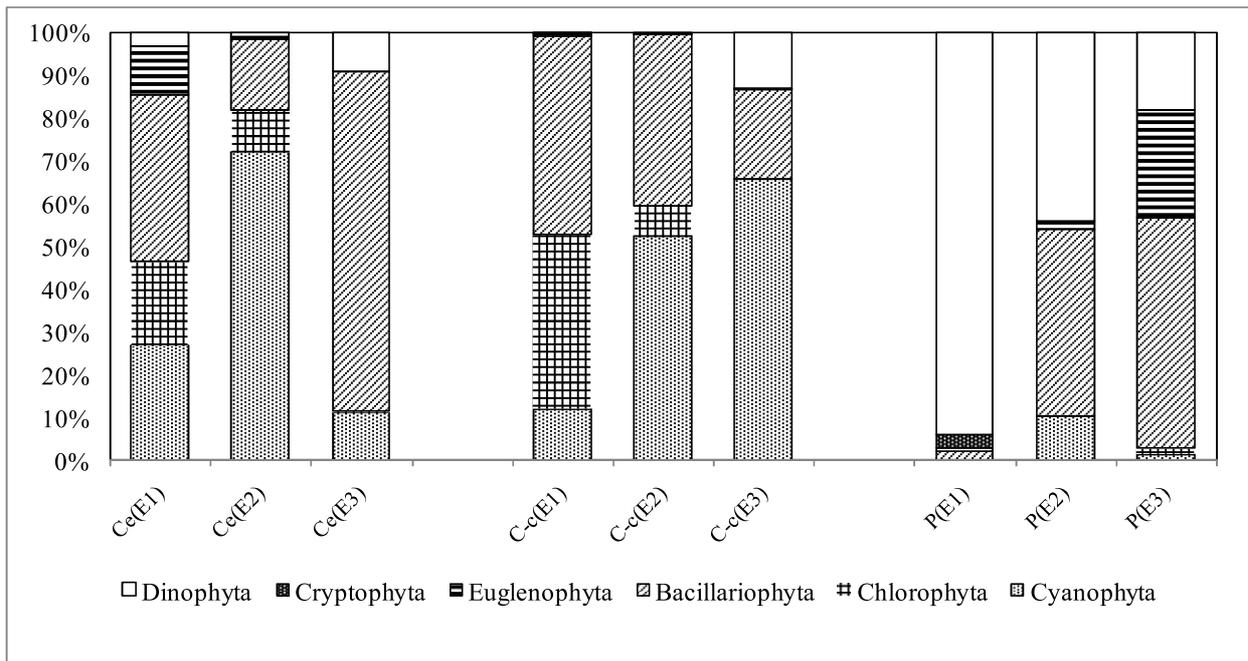


Figura 181 - Abundância relativa (%) das divisões fitoplanctônicas nas estações dos três estuários localizados na Região Metropolitana de Fortaleza.

Tabela 13- Coeficientes de correlação de Pearson (r), entre a salinidade, biomassa fitoplanctônica (μg clorofila $a \times \text{L}^{-1}$) e a densidade fitoplanctônica total (organismos $\times \text{L}^{-1}$). Número amostras (n=9). (*) Correlações significativas ($p < 0,05$).

	Salinidade	Clorofila a	Densidade
Salinidade	1,00		
Clorofila a	-0,53	1,00	
Densidade	-0,63	0,96*	1,00

Quanto à composição específica, considerando-se a abundância relativa mais alta alcançada em uma das estações de amostragem, registraram-se dos 152 táxons encontrados nos três estuários: dois táxons abundantes; 20 pouco abundantes; e 130 raros. Os valores de abundância relativa e densidade dos táxons abundantes e pouco abundantes podem ser observados na Figura 182 (A e B). As espécies abundantes foram as cianobactérias *Phormidium* sp3 (Ceará/E2) e *Trichodesmium erythraeum* (Cocó/E3). Destaca-se que nenhuma espécie foi dominante, ou seja, alcançou abundância relativa maior que 70% em qualquer das estações de amostragem.

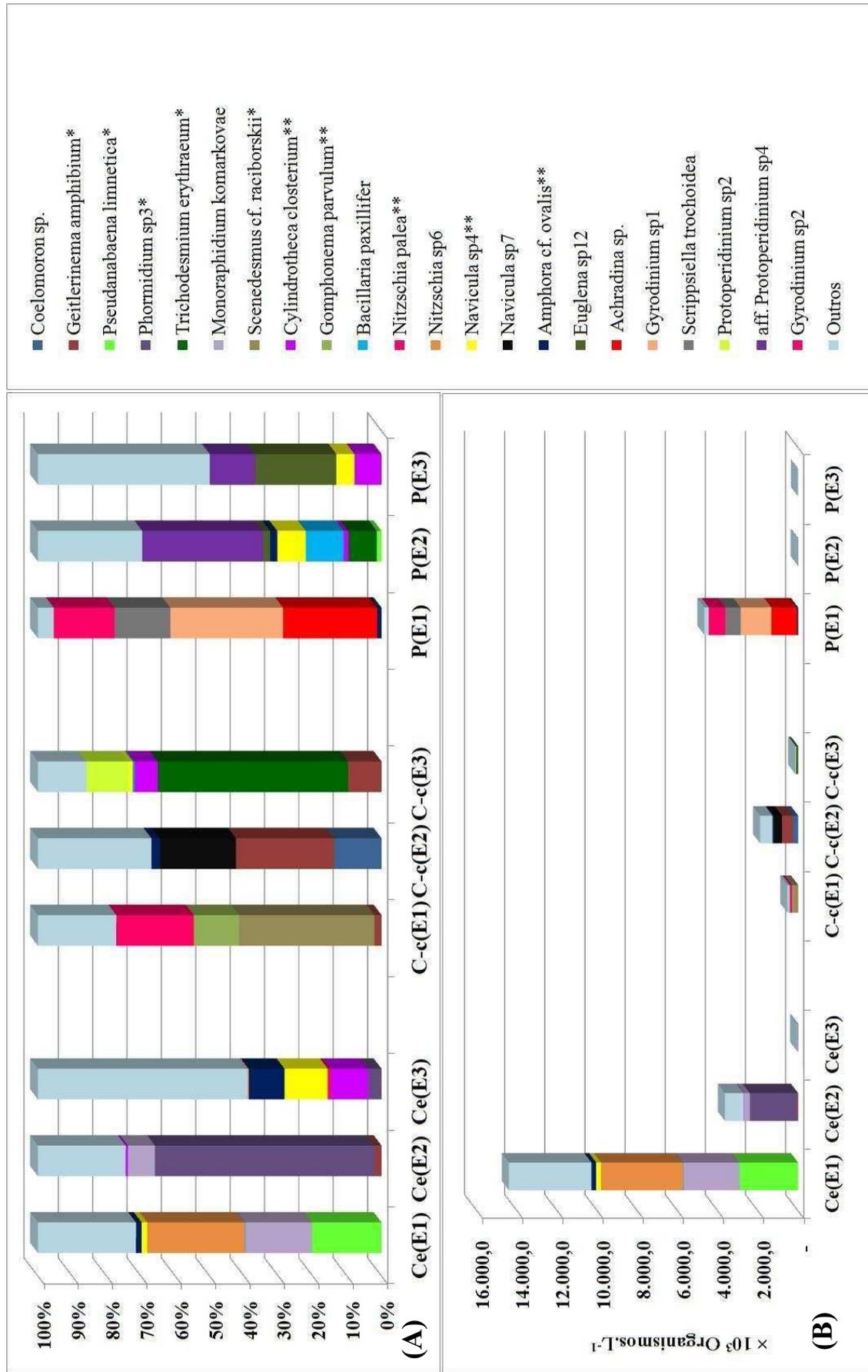


Figura 182 - (A) Valores de abundância relativa e (B) Densidade dos táxons dominantes, abundantes e pouco abundantes nos cinco estuários localizados na Região Metropolitana de Fortaleza. (*) espécies ilustradas e descritas; (**) espécies ilustradas.

Quanto à frequência de ocorrência, oito táxons ocorreram como frequentes e 144 como pouco frequentes. Apenas os táxons frequentes são apresentados na Figura 183, acompanhados das suas respectivas frequências de ocorrência. Ressalta-se que nenhuma espécie foi classificada como muito frequente ou esporádica nos três estuários. As oito espécies frequentes foram: a cianobactéria *Geitlerinema amphibium* (44%), as diatomáceas *Cylindrotheca closterium* (56%), *Nitzschia sigma* (44%), *Navicula* sp1 (44%), *Navicula* sp4 (56%), *Amphora* cf. *ovalis* (56%); a euglenoficea *Euglena* sp7 (56%); e o dinoflagelado *Prorocentrum micans* (44%).

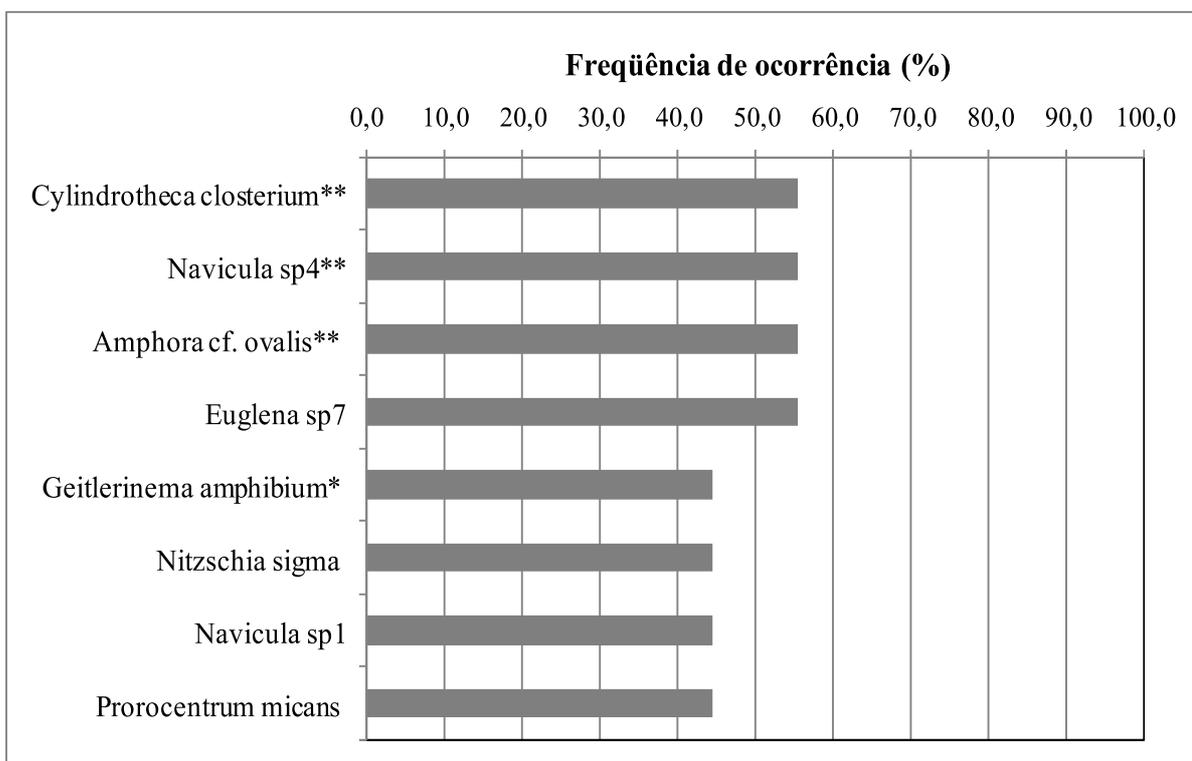


Figura 183 - Frequência de ocorrência (%) das espécies frequentes nas estações de amostragens dos três estuários localizados na Região Metropolitana de Fortaleza. (*) espécies ilustradas e descritas; (**) espécies ilustradas.

Foram registrados valores de diversidade específica (H') variando de baixo 2,2 bits.org⁻¹ (Ceará/E2) a alto 4,3 bits.org⁻¹ (Ceará/E3). Nos estuários Ceará e Pacoti a riqueza, diversidade, equitabilidade cresceram em direção a foz estuarina (E3). A exceção foi o Cocó onde essas variáveis alcançaram maiores valores na porção intermediária (E2) (Tabela 14). Todavia, não foram verificadas correlações positivas e significativas entre a riqueza de espécies e os índices de diversidade e equitabilidade ($p > 0,05$) (Tabela 15).

Tabela 14 - Riqueza (número de espécies), equitabilidade (J'), diversidade específica (H' - bits.org⁻¹), salinidade e nível da maré nos três estuários localizados na Região Metropolitana de Fortaleza. (V) vazante; (E) enchente.

	Riqueza	J'	H'	Salinidade	Nível da maré
Ce(E1)	27	0,6	3,1	5,0	E
Ce(E2)	19	0,5	2,2	5,0	E
Ce(E3)	33	0,9	4,3	36,7	E
C-c(E1)	28	0,6	2,8	0,2	E
C-c(E2)	39	0,6	3,4	0,2	E
C-c(E3)	25	0,5	2,4	37,0	E
P(E1)	10	0,7	2,3	10,1	E
P(E2)	18	0,8	3,3	36,3	E
P(E3)	23	0,8	3,8	36,0	V

Tabela 15 - Coeficientes de correlação de Pearson (r), entre a riqueza, equitabilidade (J'), diversidade (H') e salinidade. Número de amostras ($n=9$). (*) Correlações significativas ($p < 0,05$).

	Riqueza	J'	H'	Salinidade
Riqueza	1,00			
J'	0,03	1,00		
H'	0,56	0,84*	1,00	
Salinidade	-0,12	0,58	0,46	1,00

O resultado do agrupamento baseado na matriz de similaridade de Bray-Curtis composta pelos táxons (valores de densidade) que alcançaram pelo menos 5% de abundância relativa ($n=36$) em uma das estações de coleta é apresentada na Figura 184. É possível se observar claramente a baixíssima similaridade entre as estações de coleta. O grupo formado pelas estações 2 e 3 do Pacoti foi o de maior similaridade (~40%). Todavia, considerando o baixo valor de similaridade de apenas 20%, observa-se a formação de dois grupos. O grupo 1 (G1) é formado pelas estações adjacentes (E2 e E3/ Pacoti) e o G2 formado pelas estações 3 do Cocó e Ceará. Houve também a tendência de agrupamento das estações 2 do Cocó e do

Ceará; e a E1 deste último. Em ordem crescente as estações que se apresentaram mais diferenciadas das demais foram a E1 do Cócó e a E1 do Pacoti.

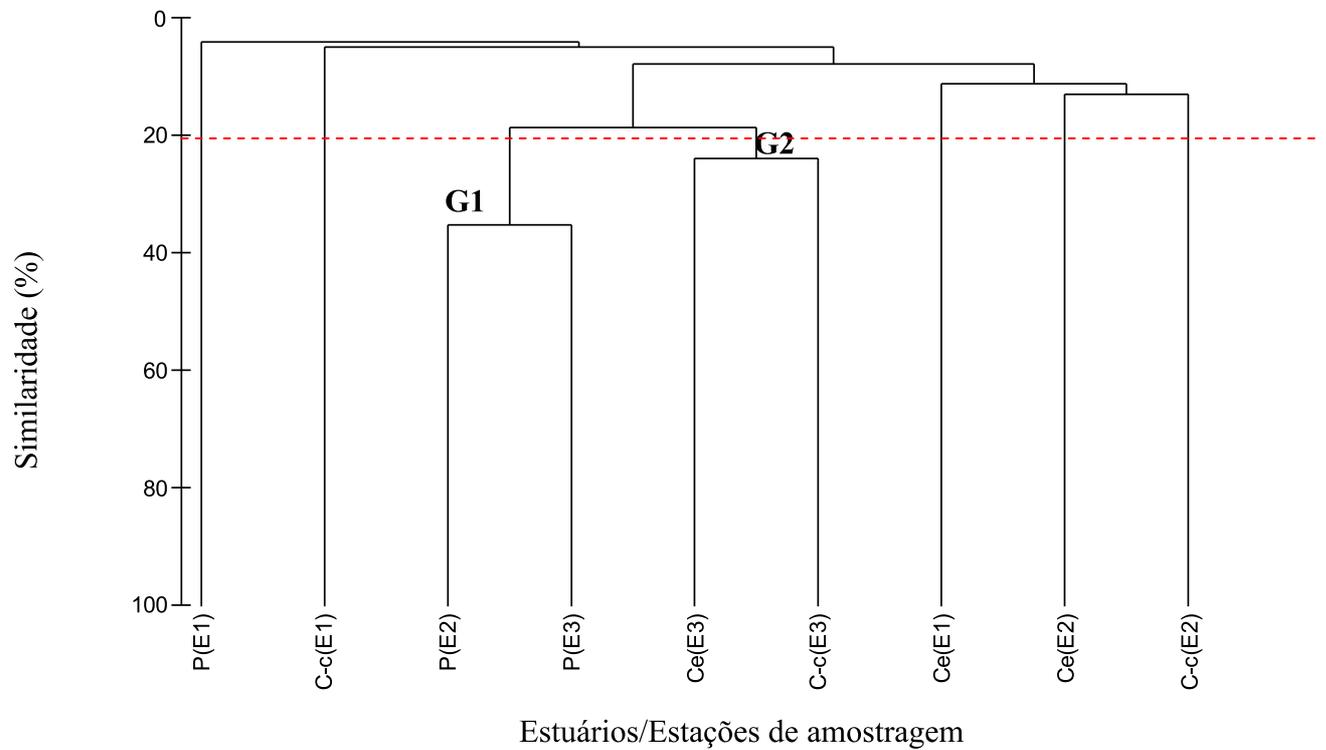


Figura 184 - Agrupamento baseado na matriz de similaridade de Bray-Curtis composta pelos táxons que alcançaram pelo menos 5% de abundância relativa ($n=36$) em uma das estações de coleta dos cinco estuários localizados na Região Metropolitana de Fortaleza.

6 DISCUSSÃO

A comunidade fitoplanctônica, principal produtora primária no ambiente pelágico estuarino, é uma excelente indicadora das condições ambientais. No entanto, o seu caráter extremamente flutuante em função dos movimentos da coluna d'água exige de maneira indispensável, que para se fazer um diagnóstico ambiental em função de atributos da mesma (biomassa, composição e densidade), estudos temporais sejam levados em consideração. No caso de estudos comparativos também é imprescindível que as coletas ocorram em níveis de maré similares em todos os estuários, condição nem sempre seguida no presente trabalho, porém por razões devidamente esclarecidas na metodologia.

Salienta-se também que o período chuvoso na região de estudo (clima semi-árido) diferencia-se do período seco por apresentar maiores valores de precipitação pluviométrica e de umidade relativa do ar; e menores valores de velocidade dos ventos, evaporação e radiação solar. Além disso, as vazões fluviais resultantes para os estuários estudados chegam a ser até 32 vezes maiores no período chuvoso que as estimadas para o período seco, como no caso do Rio Coreaú (MOLISANI; CRUZ; MAIA, 2006).

6.1 Estuários da Costa Oeste - Setor I (Aracatimirim, Acaracatiaçu e Mundaú).

A comunidade fitoplanctônica foi heterogênea ao longo dos seus perfis longitudinais, tendo sofrido influência da salinidade como demonstrado pelas correlações inversas significativas ($p < 0,05$) entre essa variável e as densidades fitoplanctônicas e concentrações de clorofila *a*. As densidades e as concentrações clorofila *a* estiveram diretamente correlacionadas ($p < 0,05$) e decresceram da porção superior em direção a zona costeira. Esses resultados demonstram concordância com trabalhos que apontam que as águas da plataforma continental, especialmente na região nordeste do Brasil, são pobres em nutrientes (KNOPPERS *et al.*, *op. cit.*) e sustentam, conseqüentemente, uma baixa biomassa de produtores primários.

É possível se observar que as abundâncias relativas dos grandes grupos (divisões) também foram fortemente influenciadas pelo gradiente de salinidade (crescente em direção a zona costeira), especialmente no Aracatimirim e Acaracatiaçu. Nesses dois estuários as estações localizadas nas porções superiores (E1), onde os valores de salinidade foram 0,1 e 1,1,

respectivamente, ocorreu à dominância de cianobactérias, enquanto que no Mundaú (E1), onde a salinidade foi 2,4, além de Cyanophyta a divisão mais abundante foi Bacillariophyta.

A dominância, assim como as altas densidades de cianobactérias nas porções superiores (E1) do Aracatimirim e Aracatiaçú foram as responsáveis pela baixíssima similaridade entre estas estações e os demais locais amostrados, como verificada na análise de agrupamento. O fato de na E1/Aracatimirim a dominância da divisão Cyanophyta ter sido devido à abundância relativa de 88% de uma única espécie contribuiu para que nesta estação fossem encontrados os menores valores de diversidade e equitabilidade do grupo de estuários discutidos nesta seção. Esta espécie foi *Planktolyngbya limnetica*, a qual é típica de ambientes bem misturados, sendo bem adaptada a condições de turbidez (PADISÁK *et al.*, 2009) e comumente associada a altas concentrações de nutrientes (VILLENA e ROMO, 2007). Já na E1/Aracatiaçú, onde a densidade total fitoplanctônica foi até quatro ordens de grandeza maior que as densidades encontradas nas demais estações, e uma ordem de grandeza maior que a verificada na E1/Aracatimirim, as espécies mais abundantes foram as cianobactérias *Pseudanabaena galeata* (56%) e *Cylindrospermopsis raciborskii* (17%). A não dominância de apenas uma espécie na E1/Aracatiaçú contribuiu para que apesar das altas densidades de cianobactérias, os valores de diversidade e equitabilidade fossem duas vezes maiores que os encontrados na E1/Aracatimirim.

Ps. galeata possui preferência por corpos d'água rasos freqüentemente misturados e túrbidos, enquanto *C. raciborskii* também é adaptada a condições de mistura, além de altas temperaturas (PADISÁK *et al.*, *op. cit.*). Komárková *et al.* (1999)³ *apud* Gemelgo *et al.* (2008) ao estudarem uma lagoa costeira de água doce localizada no sul do Brasil observaram que os tricomas de *C. raciborskii* apresentavam grande variação morfológica (formas retas, curvadas, espiraladas), assim como os que foram encontrados na E1/Aracatiaçú, e que a dominância desta espécie ocorreu durante os períodos de altas temperaturas, baixas concentrações de nitrogênio e altas concentrações de fósforo. Ressalva-se que nem sempre *C. raciborskii* é encontrada sob a limitação de nitrogênio no ambiente, a exemplo de outros trabalhos como o de Gemelgo *et al.* (2008), que observaram como condições ideais ao desenvolvimento desta espécie altas concentrações de amônia (700 $\mu\text{g.L}^{-1}$) e nitrato (1.400

³ KOMÁRKOVÁ, J.; SILVA, R.L.; SENNA, P.A. Extreme morphology of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Nostocales, Cyanobacteria) in the Lagoa do Peri, a freshwater coastal lagoon, Santa Catarina, Brazil. **Algological Studies**, v. 94, 207-222, 1999.

$\mu\text{g.L}^{-1}$), além de temperaturas acima de 20 °C, transparência da água entre 0,4 e 1,0 m, zona eufótica entre 1,2 e 4,5 m e valores de pH próximos a 8,0.

Também merecem atenção na E1/Aracatiaçú as altas densidades de outras cianobactérias: *Anabaenopsis elenkinii* e *Anabaenopsis circularis* que juntas somam $7,0 \times 10^6$ organismos. L^{-1} , *Aphanizomenon* cf. *gracile* ($1,0 \times 10^7$ organismos. L^{-1}) e *Pseudanabaena limnetica* ($3,0 \times 10^6$ organismos. L^{-1}). *Ps. limnetica* assemelha-se ecologicamente a *Planktolyngbya limnetica* (PADISÁK *et al.*, *op. cit.*), dominante na E1/Aracatimirim. Já *Anabaenopsis elenkinii*, *Anabaenopsis circularis* e *Aphanizomenon* cf. *gracile*, assim como *Cylindrospermopsis raciborskii*, tratam-se de cianobactérias diazotróficas, ou seja, que possuem a capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, sendo as três primeiras associadas a ambientes meso-eutróficos e limitados por nitrogênio (KOMÁREK, 2005b; PADISÁK *et al.*, *op. cit.*).

Claramente, a composição específica de cianobactérias nas porções superiores dos estuários dos Rios Aracatimirim e Aracatiaçú e as concentrações de clorofila *a* que fizeram com que as mesmas fossem classificadas, respectivamente, como eutrófica e hipereutrófica (MOREIRA, 2005), apontam para uma alta turbidez e enriquecimento de nutrientes nestas sub-áreas. Embora, as cargas de nutrientes exportadas para as bacias de drenagens inferiores desses rios sejam uma das menores dentre os estuários cearenses (LACERDA *et al.*, *op. cit.*), as pequenas vazões fluviais destes rios mesmo durante o período chuvoso (MOLISANI; CRUZ; MAIA, *op. cit.*) podem contribuir para a acumulação de nutrientes nos estuários e potencializar o risco de eutrofização artificial dos mesmos. Além disso, as amostragens nesses dois estuários foram feitas antes do aumento das precipitações pluviométricas típicas da quadra chuvosa. Salienta-se também que mais de 60% das concentrações nutrientes que chegam as bacias de drenagem inferiores desses rios são de origem antrópica, sendo as principais fontes a agricultura e a pecuária (LACERDA *et al.*, *op. cit.*).

É possível se indicar ainda a partir da flora de cianobactérias, que na E1/Aracatiaçú o nutriente em maior abundância, pelo menos na ocasião das amostragens, pode ter sido o fósforo, o que pode ter conduzido a baixas razões N:P (<16:1), que favoreceram por sua vez, ao crescimento de espécies heterocitadas potencialmente fixadoras de nitrogênio. É importante dizer que enquanto as florações de cianobactérias heterocitadas são frequentes em lagos eutróficos, no caso do Brasil principalmente em reservatórios (BOUVY *et al.*, 2000; SOTERO-SANTOS *et al.*, 2008; COSTA *et al.*, 2009), as mesmas são incomuns em estuários (HOWARTH; MARINO; COLE, 1988a). Dentre as possíveis

explicações estão a salinidade (MOISANDER *et al.*, 2002), a menor disponibilidade de elementos traços (ex. molibdênio e ferro) requeridos para a fixação de nitrogênio em águas estuarinas e marinhas (HOWARTH; MARINO; COLE, 1988b) e a maior suscetibilidade das cianobactérias heterocitadas a predação em estuários (HOWARTH; CHAN; MARINO, 1999; CHAN *et al.*, 2006). Em contrapartida, duas das espécies heterocitadas registradas em altas densidades ($> 10^6$ org.L⁻¹) na porção superior oligohalina do Aracatiaçú (sal. 1,1) são conhecidas por apresentarem certa tolerância a salinidade: *Cylindrospermopsis raciborskii* (MOISANDER *et al.*, *op. cit.*) e *Anabaenopsis elenkinii* (KOMÁREK, 2005b).

O grupo das cianobactérias é largamente conhecido pelo seu potencial em produzir metabólitos secundários, se destacando dentre estes as cianotoxinas (WIEGAND e PFLUGMACHER, 2005). Em revisão apresentada por Sant'Anna *et al.* (2008), para três das cianobactérias encontradas na E1/Aracatiaçú (*Pseudanabaena limnetica*, *Aphanizomenon* cf. *gracile* e *Cylindrospermopsis raciborskii*) já foram verificadas toxicidade no Brasil. *C. raciborskii* é uma espécie que pode produzir tanto hepatotoxinas quanto neurotoxinas (SIVONEN e JONES, 1999) e é amplamente encontrada em reservatórios eutróficos no semi-árido do Nordeste Brasileiro (BOUVY *et al.*, *op. cit.*, HUSZAR *et al.*, 2000; CHELLAPPA e COSTA, 2003), já tendo sido encontrada em densidades da ordem de 10^7 em uma lagoa costeira no Estado do Ceará (BARROSO, 2006).

Carvalho *et al.* (2008) ao estudarem um lago costeiro salino no sul do Brasil verificaram a toxicidade em florações mistas compostas pelas espécies dominantes *Microcystis protocystis*, *Sphaerocavum* cf. *brasiliense*, juntamente com outras também verificadas na E1/Aracatiaçú como *Anabaena oumiana*, *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Anabaenopsis elenkinii* f. *circularis* (= *Anabaenopsis circularis*). Observa-se que apesar das considerações feitas a respeito das cianobactérias encontradas na porção superior do Aracatiaçú, não se pode afirmar a toxicidade das mesmas, tendo em vista que embora inúmeras espécies apresentem potencial toxinogênico, apenas as análises das toxinas (ex. bioensaios, análises químicas) poderiam confirmar se as mesmas estavam ou não sendo produzidas.

A contribuição relativa das diatomáceas na E1/Mundaú (44%), assim como as reduções nas densidades de cianobactérias (3 e 28 vezes menores que as registradas na E1/Aracatimirim e E1/Aracatiaçú, respectivamente) fizeram com que esta estação se assemelhasse mais a E2/ Mundaú do que as porções superiores dos outros dois estuários, como pode ser observado pelo agrupamento das mesmas (Grupo 2). A E1/Mundaú também se

diferenciou das porções superiores dos outros estuários, por ter apresentado maior riqueza, diversidade e equitabilidade. Mesmo assim esta estação não deixou de apresentar-se como possivelmente impactada pelo processo de eutrofização artificial, tendo sido classificada como eutrófica na ocasião das amostragens (MOREIRA, 2005). Cerca de 90% da carga de nutrientes que chega a bacia de drenagem inferior do Rio Mundaú é de origem antrópica, se sobressaindo nesse contexto como fontes emissoras as atividades de pecuária e a agricultura (LACERDA *et al.*, *op. cit.*).

A principal diatomácea na E1/Mundaú foi *Cyclotella* sp1 (29%). *Cyclotella* é um gênero mais amplamente distribuído em ambientes dulcícolas, todavia também possui representantes em águas salobras e marinhas (HASLE e SYVERTSEN, *op. cit.*). Observa-se que *Cyclotella* sp1 alcançou maiores densidade e abundância relativa na porção superior do Mundaú, mas também esteve presente, embora em densidades bem menores, nas porções intermediária e inferior do mesmo estuário, podendo indicar assim que os indivíduos encontrados pertenciam a uma espécie com tolerância a salinidade. Já as principais cianobactérias foram *Chroococcus* cf. *distans* e *Chroococcus* cf. *minimus* que representaram juntas 30% de abundância relativa. Optou-se por não confirmar as espécies devido ao fato de as mesmas serem amplamente verificadas em lagos/reservatórios dulcícolas sob condições oligotróficas até eutróficas (KOMÁREK e ANAGNOSTIDIS, 2000; SANT'ANNA *et al.*, 2004; DELAZARI-BARROSO; SANT'ANNA; SENNA, 2007), enquanto os registros para ambientes salinos são escassos (HÄLLFORS, 2004; IESPA e IESPA, 2009). Todavia, não é descartada a hipótese de que se tratem realmente das espécies *C. distans* e *C. minimus* e que o presente trabalho esteja, na verdade, se somando aos registros destas espécies em condições levemente salinas, indicando assim que as mesmas podem ser halotolerantes.

De forma complementar, para as estações localizadas na porção média (M/E2) e inferiores dos estuários (A-r/E2, A-ç/E2 e M/E3), registraram-se as maiores contribuições de dinoflagelados e diatomáceas marinhas, além de cianobactérias na E2/Aracatimirim. A similaridade de 40% quanto à composição e densidades dos táxons resultou no agrupamento das estações localizadas nas porções inferiores dos respectivos estuários (Grupo 1). A E2/Mundaú não compôs este grupo, pois como já comentado, foi mais semelhante a E1 do mesmo estuário. O alto valor da salinidade na porção inferior do Aracatimirim, mesmo durante a vazante da maré, poderia ser explicado pela pequena vazão fluvial (< 1,0) resultante para este estuário durante todo o ano (MOLISANI; CRUZ; MAIA, *op. cit.*). Já a alta salinidade na porção inferior do Mundaú, também amostrado na vazante da maré, poderia ser

explicada por uma vazão fluvial média durante o período chuvoso, quando comparada a outros estuários cearenses, mas também pelo fato de a vazão na época da amostragem ter possivelmente atingido valores menores que os estimados por Molisani, Cruz e Maia (*op. cit.*), em decorrência do maior volume de chuva para a região em questão, ter sido concentrado em meses posteriores a data da amostragem.

A maior riqueza e a não dominância de uma única espécie ou divisão fitoplanctônica na E2/Aracatimirim contribuíram para que fossem observados maiores valores de diversidade e equitabilidade que os encontrados na E1 do mesmo estuário. As espécies mais abundantes foram a cianobactéria *Pseudanabaena limnetica* e o dinoflagelado *Protoperidinium* sp1. Embora alguns estudos demonstrem a tolerância de *Ps. limnetica* a salinidade (HÄLLFORS, *op. cit.*; CHOMÉRAT *et al.*, 2007), esta espécie é classificada como dulcícola (KOMÁREK e ANAGNOSTIDIS, 2005), razões que, respectivamente, poderiam ser usadas para explicar a ocorrência e a densidade baixíssima desta espécie na E2/Aracatimirim quando comparada ao valor alcançado na E1/Aracatiaçu. *Protoperidinium*, por sua vez, é um gênero marinho, composto principalmente por espécies heterotróficas (STEIDINGER e TANGEN, 1996), sendo amplamente registrado em estuários brasileiros, inclusive do nordeste (LACERDA *et al.*, 2004; LEÃO *et al.*, 2008). Embora a densidade fitoplanctônica total na E2/Aracatimirim tenha sido três ordens de grandeza menor que na E1 do mesmo estuário, a E2 também demonstrou, com base na concentração de clorofila *a* obtida na ocasião da amostragem, certa vulnerabilidade a eutrofização, tendo sido classificada como oligo-mesotrófica (MOREIRA, 2005).

Para as demais estações onde a divisão Bacillariophyta foi dominante, se destacam como espécies mais abundantes: Bacillariophyta 11 (cêntrica) e *Asterionellopsis glacialis* (Aracatiaçu/E2), Bacillariophyta 14 (cêntrica), *Thalassionema nitzschioides* e *Gyrosigma* cf. *acuminatum* (Mundaú/E2); e *Rhizosolenia setigera* (Mundaú/E3), além do dinoflagelado aff. *Protoperidinium* sp3 também nesta última estação. Os indivíduos identificados em nível taxonômico específico são marinhos e amplamente registrados em estuários brasileiros, incluindo nordestinos (LACERDA *et al.*, 2004; LEÃO *et al.*, 2008). Dentre estas espécies, as diatomáceas *Asterionellopsis glacialis*, *Gyrosigma* cf. *acuminatum* e *Rhizosolenia setigera* foram espécies freqüentes quando considerado todo o conjunto amostral dos três estuários. *Asterionellopsis glacialis* é conhecida por se acumularem e formarem manchas na zona de arrebenção de várias praias (ODEBRECHT *et al.*, 2009; FERREIRA, 2007; MACEDO, 2007), inclusive do estado do Ceará (FORTE; COSTA; MOREIRA, 1995;

RÖRIG; GARCIA; COSTA, 2006). Outras diatomáceas (*Cylindrotheca closterium* e *Navicula* sp4) também merecem ser mencionadas por terem sido muito freqüentes dentro do conjunto amostral, mesmo que não em altas densidades e abundância relativas. Acrescenta-se ainda que na ocasião das amostragens Aracatiaçú/E2, Mundaú/E2 e Mundaú/E3 foram classificadas, respectivamente, como oligotrófica, eutrófica e oligo-mesotrófica (MOREIRA, 2005).

6.2 Estuários da Costa Oeste - setor II (Timonha, Ubatuba, Remédios, Coreaú e Acaraú).

Em todos os cinco estuários a comunidade fitoplanctônica foi heterogênea ao longo dos seus perfis longitudinais amostrados, tendo sofrido influência da salinidade, apesar de não terem sido verificadas correlações significativas ($p > 0,05$) entre essa variável e as densidades fitoplanctônicas e concentrações de clorofila *a*. Quanto à densidade observa-se que no Timonha e Ubatuba os maiores valores foram alcançados na porção superior dos estuários (E1), enquanto que no Remédios e Acaraú ocorreram nas porções inferiores (E2 e E3, respectivamente) e no Coreaú na porção intermediária (E3). Já para a concentração de clorofila *a*, a qual é uma estimativa mais real da biomassa fitoplanctônica (produção primária) que a densidade de organismos.L⁻¹, registraram-se maiores valores na porção superior do Timonha e porções inferiores dos demais estuários (MOREIRA, 2005).

Essa maior produção primária encontrada (no dia das amostragens) na porção inferior de quatro dentre os cinco estuários pode ter sido devido a maiores valores de turbidez (parâmetro não estimado), nas suas porções superiores e médias, conseqüência do aporte continental de materiais em suspensão, que se por um lado contribui para o incremento de nutrientes disponível para a produção primária, por outro, pode diminuir a disponibilidade de luz para os organismos planctônicos fotossintetizantes. Além disso, acredita-se que o fato de somente as coletas no estuário do Rio Timonha terem sido realizadas no canal estuarino propriamente dito, pode ter contribuído para uma redução da densidade de organismos e clorofila *a* nas demais amostragens que ocorreram mais próximas as margens dos estuários, condição também demonstrada pela grande quantidade de detritos encontrados nessas amostras.

A diminuição das densidades fitoplanctônicas e concentrações de clorofila *a* em direção a zona costeira no Timonha esteve de acordo com resultados de outros trabalhos que afirmam serem as águas da plataforma continental, especialmente na região nordeste do Brasil, pobres em nutrientes (KNOPPERS *et al.*, 2009) sustentando, conseqüentemente, uma baixa biomassa de produtores primários. Desta forma, pode-se afirmar que a maior influência dessa água, por ocasião das amostragens nas porções mais próximas da linha de costa, pode ter sido o fator responsável pela redução, tanto da biomassa como da densidade do fitoplâncton.

É possível se observar que as abundâncias relativas dos grandes grupos (divisões) também foram fortemente influenciadas pelo gradiente de salinidade (crescente em direção a zona costeira). Nas estações localizadas nas zonas de maré fluvial (E1), onde os valores de salinidade variaram de 0,0 a 0,3, foi constatada uma maior contribuição de cianobactérias e diatomáceas dulcícolas, clorofíceas e euglenofíceas. A semelhança quanto à flora fitoplanctônica destas estações com baixos valores de salinidade foi demonstrada na análise de agrupamento, onde mesmo com pequena similaridade estas tenderam a se agrupar. A similaridade da E2/Ubatuba com as estações 1 dos demais estuários explica-se pela sua baixa salinidade (sal. 1,0), reflexo do fato de a mesma não ser situada na zona costeira estuarina propriamente dita, e sim na área de confluência do Ubatuba com o Timonha, no início da porção mediana deste último.

A dominância e a elevada riqueza de euglenofíceas (14 espécies) na E1/Timonha, claramente a distinguiu do conjunto amostral das demais estações do mesmo, assim como a distanciou das porções superiores (E1) dos outros estuários. Por sua vez, a dominância e a riqueza de espécies desta divisão podem indicar altas concentrações de matéria orgânica, fósforo e nitrogênio nesta porção do Timonha. Alves-da-Silva e Hahn (2004) ao estudarem as euglenofíceas pigmentadas (gêneros *Euglena* Ehrenberg e *Lepocinclis* Perty) da área do Parque Estadual Delta do Jacuí (RS) registraram as ocorrências de *Euglena acus* e *Euglena limnophila*, as quais foram duas das espécies mais abundantes na E1/Timonha, relacionadas a concentrações de amônia variando de 15,1 a 1.800 $\mu\text{g.L}^{-1}$, matéria orgânica de 1,4 a 13,9 mg.L^{-1} e ortofosfato de 30,0 a 11.500 $\mu\text{g.L}^{-1}$. As autoras atentam para o fato de que a maior riqueza de espécies foi encontrada quando as concentrações de amônia e matéria orgânica não foram as mais altas registradas no estudo em questão, e destacam que possivelmente outras variáveis como o pH (6,8) levemente ácido, as concentrações de ortofosfato (530 $\mu\text{g.L}^{-1}$), nitrato (1.300 $\mu\text{g.L}^{-1}$) e a temperatura de 23,2 °C podem ter contribuído para esta maior riqueza. Em outro estudo acerca da ecologia e diversidade de euglenofíceas, realizado também em ambientes lóticos e lênticos no Parque Estadual Delta do Jacuí (RS), Alves-da-Silva, Hermany e Oliveira (2007) observaram a preferência de *Trachelomonas hispida*, outra espécie representativa da E1/Timonha, por ambientes fortemente influenciados pela ação antrópica, com altos índices de contaminação orgânica (mat. orgânica 5,8 $\mu\text{g.L}^{-1}$) e concentrações de amônia (546 $\mu\text{g.L}^{-1}$), nitrito (1083 $\mu\text{g.L}^{-1}$) e ortofosfato (670 $\mu\text{g.L}^{-1}$). Em contrapartida, nem sempre a riqueza, densidade e abundância de euglenofíceas são

correlacionadas à poluição das águas, não se devendo utilizar esta comunidade como indicador do processo de eutrofização de maneira indiscriminada (CONFORTI *et al.* 2005).

Ainda com relação às euglenofíceas, se destaca que apesar de nenhuma espécie ter sido registrada como abundante no Ubatuba, a alta riqueza (n=12) (E1 + E2) e abundância relativa de 30% alcançada por todo este grupo na E2/Ubatuba, poderiam indicar uma semelhança com as condições abióticas encontradas na E1/Timonha. A alta abundância relativa alcançada na E2/Ubatuba pela diatomácea *Nitzschia palea* (43%), espécie bem caracterizada pela sua preferência por meios com elevada disponibilidade de fósforo e ricos em matéria orgânica (FERRAGUT e BICUDO, 2009), poderia ser mais um indicativo do enriquecimento de nutrientes nesta estação, assim como, foi apontado para a E1/Timonha. É importante se ressaltar que de acordo com as concentrações de clorofila *a*, a E1/Timonha foi caracterizada, na ocasião das amostragens, como meso-eutrófica, enquanto a E2/Ubatuba como oligo/mesotrófica (MOREIRA, 2005). *Nitzschia palea* também foi uma espécie representativa na E1/Coreaú (30%) e E1/Acaraú (29%), indicando por sua vez condições favoráveis ao seu desenvolvimento nessas estações, que foram caracterizadas, respectivamente, como oligotrófica e meso-eutrófica (MOREIRA *op. cit.*). Embora as maiores abundâncias de *Nitzschia palea* tenham sido registradas nas estações localizadas nas porções superiores dos respectivos estuários (E1), indicando sua origem fluvial, esta foi uma espécie freqüente (59%) quando considerado todo o conjunto amostral (n= 17), ocorrendo em salinidade variando de 0,0 a 36,7.

Hayati (2007) estudou o efeito da salinidade sob *Nitzschia palea* e demonstrou que apesar da mesma apresentar uma maior taxa de crescimento em condições dulcícolas, também possui alta tolerância à salinidade, sendo 30,0 o valor em que seu crescimento e abundância declinam rapidamente. Como no trabalho de Hayati (*op. cit.*) as condições de laboratório não simularam as condições ambientais (luz, temperatura, concentrações de nutrientes) não é de todo estranho que outros trabalhos venham a encontrar *Nitzschia palea* em salinidades maiores, principalmente em estuários, onde as espécies são facilmente importadas de seus nichos naturais, ou seja, dos rios ou dos oceanos adjacentes.

A E1/Ubatuba, embora classificada como oligotrófica, em termos de concentração de clorofila *a* (MOREIRA *op. cit.*), apresentou maior abundância relativa da cianobactéria *Pseudanabaena limnetica* (67%), seguida da diatomácea *Nitzschia palea* (9%). A alta abundância de *Ps. limnetica* contribuiu para que a diversidade e equitabilidade nesta estação não fossem tão altas quanto as encontrados na E2 do mesmo estuário. O fato de *Ps. limnetica*

ter sido a principal responsável pela maior densidade de organismos na E1/Ubatuba também foi a razão para a baixa concentração de clorofila *a* nesta estação, haja vista os pequenos diâmetros dos filamentos desta espécie e conseqüentemente a pequena contribuição para o incremento da biomassa fitoplanctônica. A alta abundância de *Ps. limnetica*, a qual é uma espécie típica de ambientes bem misturados, sendo bem adaptada às condições de turbidez (PADISÁK *et al.*, 2009), reforçam a argumentação de que as estações localizadas a montante da zona costeira estuarina, mas que também registram concentrações de clorofila *a* relativamente baixas tiveram, dentre outros possíveis fatores (ex. predação e nutrientes), a luz como limitante da produção fitoplanctônica. Ressalta-se que apesar de *Ps. limnetica* ser mais comumente encontrada em ambientes levemente eutrofizados (KLING e WATSON, 2003), a mesma pode ocorrer desde condições oligotróficas até eutróficas (KOMÁREK; KOMÁRKOVÁ; KLING, 2003). *Ps. limnetica* trata-se de uma espécie potencialmente tóxica, tendo sido a sua toxicidade verificada por Zagatto *et al.* (1998)⁴ *apud* Sant'Anna *et al.* (2008).

Apesar das espécies mais representativas nas estações 1 e 2 do Ubatuba terem sido, respectivamente, *Pseudanabaena limnetica* e *Nitzschia palea*, a proximidade geográfica destas sub-áreas contribuiu para a similaridade (> 50%), quanto a composição e densidades das demais espécies, refletida na análise de agrupamento (Grupo 4). Cerca de um terço das espécies encontradas no Ubatuba foram exclusivas deste estuário.

Algo a acrescentar sobre os estuários dos Rios Timonha e Ubatuba, considerado em alguns estudos como um único sistema estuarino (DIAS, 2005), é que as cargas de nitrogênio e fósforo que chegam a este ambiente são, respectivamente, no mínimo três e cinco vezes menores do que as que aportam nas bacias de drenagem inferiores dos estuários dos Rios Coreau e Acaraú (LACERDA *et al.*, 2008). Embora isso demonstre, pelo menos em parte, menor risco de eutrofização deste sistema, é oportuno dizer que mais de 70% das cargas desses nutrientes são de origem antrópica, se destacando para o incremento do nitrogênio a agricultura e para o fósforo a pecuária (LACERDA *et al.*, *op. cit.*).

A E1/Remédios, classificada como oligotrófica no momento da amostragem (Moreira, 2005), foi a estação que apresentou maior homogeneidade quanto a contribuição das divisões fitoplanctônicas para a comunidade. Assim como nas estações localizadas nas porções superiores (E1) dos demais estuários, a maior representatividade de espécies dulcícolas como a euglenofícea *Euglena limnophila* (15%) e as cianobactérias

⁴ ZAGATTO, P. A., ARAGÃO, M. A., DOMINGUES, D. F., BURATINI, S. V. & ARAÚJO, R. P. A. Avaliação ecotoxicológica do Reservatório do Guarapiranga, SP, com ênfase à problemática das algas tóxicas e algicidas. *Anais do IV Congresso latino Americano de Ficologia*, p. 63–81, 1998.

Pseudanabaena moniliformis (13%) e *Phormidium* sp2 (13%), refletem os valores de salinidade abaixo de 0,3 e, conseqüentemente, a maior contribuição do aporte fluvial como fonte de inócuos de organismos nestas sub-áreas. Mais uma vez enfatiza-se que o aporte fluvial também é fonte de nutrientes e muitos outros materiais dissolvidos e particulados, orgânicos e inorgânicos, que podem estimular ou limitar a produção fitoplanctônica, como já argumentado. Com relação aos estuários estudados, pode-se dizer que a influência fluvial é ainda mais pronunciada durante o período chuvoso, ocasião em que as amostragens ocorreram, pois como referido anteriormente as vazões fluviais podem chegar a ser até 32 vezes maior que a registrada no período seco (MOLISANI; CRUZ; MAIA, *op. cit.*).

De forma complementar, para as estações localizadas nas porções médias e inferiores dos estuários, registrou-se em decorrência da intrusão da maré (exceto no Acaraú) valores de salinidade sempre maiores que 13,0 (exceto no Ubatuba), e conseqüentemente, a dominância de dinoflagelados e diatomáceas marinhas, sendo *Cylindrotheca closterium* a espécie mais freqüente (79%) quando consideradas todas as estações (n=17) dos cinco estuários. A dominância de diatomáceas em todas as porções intermediárias e inferiores (exceto E3, E4 e E5 do Timonha), assim como a composição e densidades desta divisão, foram as responsáveis pelos grupos formados com estas estações. As maiores densidades de dinoflagelados, nas estações 3, 4 e 5 do Timonha, contribuíram por sua vez, para o agrupamento destas estações em um grupo com mais de 50% de similaridade (Grupo 1).

A dominância de diatomáceas na E2/Timonha, E2/Remédios, E2, E3, E4 e E5 do Coreau e E3/Acaraú deveu-se, principalmente as abundâncias de *Cylindrotheca closterium* e *Rhizosolenia setigera*, espécies marinhas típicas do litoral e zona nerítica, respectivamente (CUPP, 1943). *Navicula* sp4 foi outra diatomácea representativa do Coreau (E2 e E3). Este gênero possui representantes dulcícolas e marinhos de hábito bentônico (ROUND; CRAWFORD; MANN, 1990), sendo todavia amplamente registrado nas amostras de plâncton. Já na E2/Acaraú a dominância de diatomáceas deveu-se, principalmente, a espécie marinha *Melosira* cf. *dubia* (FISCHER, 1986). Outras diatomáceas como *Chaetoceros* sp. (Remédios/E2) e *Asterionellopsis glacialis* (Coreau/E4 e Acaraú/E2) corroboraram para a validação da hipótese sobre a contribuição do aporte marinho na composição da flora de diatomáceas encontradas nessas porções dos estuários por ocasião das amostragens. Na ocasião das amostragens a classificação do estado trófico dessas estações segundo as concentrações de clorofila *a* foi: E2/Timonha e E2 e E4/Coreau (oligotróficas); E3/Coreau e

E2/Acaraú (oligo-mesotróficas); e E2/Remédios, E5/Coreaú e E3/Acaraú (meso-eutróficas) (MOREIRA, 2005).

Argumenta-se que o Acaraú é um dos estuários cearenses que recebe maior vazão fluvial durante o período chuvoso (MOLISANI; CRUZ; MAIA, *op. cit.*), e, portanto, pode parecer estranho que apesar de a amostragem ter sido feita durante a vazante da maré, a maior contribuição para o estuário nas estações 2 e 3 tenha sido de águas marinhas, como confirmado pela salinidade e flora fitoplanctônica. Todavia, duas razões poderiam explicar este descompasso. Uma delas é que a maior concentração das chuvas na bacia do Rio Acaraú, no ano de 2005, foi registrada nos meses de abril e maio, enquanto a coleta ocorreu no início do mês de março. Isso provavelmente contribuiu para que a vazão fluvial na época das amostragens neste estuário fosse menor que a estimada para o período chuvoso, permitindo uma maior influência da maré. O simples fato de que porto tomado como referência para consulta das tábuas de maré ter sido o Pécem, localizado a cerca de 200 Km do município de Acaraú, também deve ser levado em consideração.

A flora encontrada na E3/Timonha refletiu a sua localização na porção intermediária do estuário. Dentre as espécies de maior abundância estiveram a diatomácea *Cyclotella* sp1 (22%) e a criptofíceia *Cryptomonas* cf. *ovata* (16%). *Cyclotella* é um gênero mais amplamente distribuído em ambientes dulcícolas, todavia também possui representantes em águas salobras e marinhas (HASLE e SYVERTSEN, 1996), enquanto *Cryptomonas ovata* é uma espécie dulcícola (JAVORNICKÝ, 2003), mas que também pode ser encontrada em condições mesohalinas (sal. de 6 a 18) segundo Mallin (1994). O dinoflagelado *Heterocapsa* sp. foi outra espécie de alta abundância na E3/Timonha (44%), tendo sido também a única responsável pela abundância (64%) e dominância (89%) da divisão Dinophyta nas estações E4 e E5 do mesmo estuário, respectivamente. A dominância de *Heterocapsa* sp. na E5/Timonha foi a responsável pelos seus menores valores de diversidade e equitabilidade dentre todo o conjunto amostral. Este gênero possui representantes em águas salobras, estuarinas e marinhas (STEIDINGER e TANGEN, 1996) que podem formar florações (maré vermelha), porém na maioria das vezes com efeitos não tóxicos (IWATAKI, 2008). Na ocasião das amostragens E3, E4 e E5/Timonha foram classificadas como oligotróficas (MOREIRA, 2005).

6.3 Estuários da Região Metropolitana de Fortaleza (Ceará, Cocó e Pacoti).

As comunidades fitoplanctônicas foram heterogêneas ao longo dos perfis longitudinais amostrados nos três estuários, tendo sofrido influência da salinidade, apesar de não terem sido encontradas correlações significativas ($p > 0,05$) entre essa variável e as densidades e biomassas (clorofila *a*) fitoplanctônicas. As densidades e as concentrações de clorofila *a* apresentaram correlação significativa ($p < 0,05$), com os menores valores registrados nas águas das porções inferiores dos três estuários. Mais uma vez se confirma a grande influência das águas costeiras adjacentes nas porções inferiores dos estuários do litoral do Ceará, colaborando para a redução da produção primária planctônica. Isto se dá em decorrência do caráter oligotrófico das águas da plataforma continental, como observado, dentre outros, por Knoppers *et al.* (2009). Dentro deste contexto apenas a E3/Cocó foi classificada como meso-eutrófica, enquanto a E3/Ceará e E3/Pacoti como oligotróficas, de acordo com as concentrações de clorofila *a* no momento das amostragens (MOREIRA, 2005).

Nos três estuários a composição e densidade dos táxons fitoplanctônicos apresentaram-se muito heterogêneas, como refletido pela baixíssima similaridade encontrada entre as estações de coleta. As estações localizadas nas porções superiores foram as mais distintas dentro do conjunto amostral total, se destacando nesse sentido a E1/Pacoti, que foi classificada como eutrófica na ocasião da amostragem (MOREIRA, 2005). Nesta estação a divisão Dinophyta foi dominante, contribuindo para que nesta estação fosse encontrada uma diversidade baixa. Todavia, a equitabilidade foi considerada boa, pois a abundância relativa deste grupo não se deveu a apenas uma espécie, e sim a: *Gyrodinium* sp1 (33%), *Achradina* sp. (27%), *Gyrodinium* sp2 (18%) e *Scrippsiella trochoidea* (16%). A hipótese é que essa biomassa de dinoflagelados encontrava-se na porção mais a jusante do estuário, ambiente onde este grupo, em especial os gêneros encontrados, possui maior representatividade. Todavia, durante a intrusão da maré esses organismos foram transportados para a porção mais montante do estuário. Destaca-se que *S. trochoidea*, além de espécies dos gêneros *Gyrodinium* e *Achradina* são amplamente conhecidas para zona nerítica e estuarina (STEIDINGER e TANGEN, 1996; ODEBRECHT e ABREU, 1998). A grande biomassa ($89,5 \mu\text{g.L}^{-1}$) fitoplanctônica e a elevada densidade total de organismos ($4,7 \times 10^6 \text{ org.L}^{-1}$), composta em 94% pelos dinoflagelados citados, merecem especial atenção devido ao potencial que este grupo possui em formar florações algais nocivas – FANs (=“Harmful Algal Blooms” - HABs). Observa-se que o termo *florações algais nocivas* – FANs está associado inclusive a espécies que não produzem toxinas. Segundo Anderson (1997) mesmo espécies não tóxicas,

quando alcançam altas densidades (milhões de organismos.L⁻¹), podem manchar a água (maré vermelha), limitando a quantidade de luz que chega as plantas submersas, além de provocarem a depleção do oxigênio. O monitoramento, controle e prevenção da ocorrência dessas florações têm recebido maior atenção em países onde causam enormes perdas econômicas à aqüicultura (ONO; YOSHIMATSU; MATSUOKA, 1996; TRUSEWICH *et al.*, 1996; YAMAMOTO e YAMASAKI, 1996).

Sabe-se que dentre os principais impulsionadores para a ocorrência das florações algais está o incremento nas concentrações de nutrientes, e nesse sentido, se ressalta que mais de 95% da carga de nitrogênio e fósforo resultante para a bacia de drenagem inferior do Rio Pacoti têm como origem fontes antrópicas, sendo as principais a pecuária e as águas servidas (esgotos domésticos e industriais não tratados) (LACERDA *et al.*, *op. cit.*).

S. trochoidea (único dinoflagelado identificado ao nível taxonômico de espécie no Pacoti) não é reconhecida como tóxica, embora possa ser potencialmente nociva. Dentre os locais de registro para a espécie no Brasil citam-se o estuário da Lagoa dos Patos (ODEBRECHT e ABREU *et al.*, *op. cit.*) e Praia do Cassino (ODEBRECHT *et al.*, 2009), ambos no Rio Grande do Sul; a Baía de Guanabara no Rio de Janeiro (VALLENTIN *et al.*, 1999); e viveiros de fazendas de camarão no Piauí (ODEBRECHT; SARKIS; SOUZA, 2003) e Ceará (ODEBRECHT; SARKIS; SOUZA, *op. cit.*; FONSECA *et al.*, 2006).

As porções superiores dos estuários do Ceará e Cocó apresentaram-se mais heterogêneas, quanto à composição das divisões fitoplanctônicas, sendo as mais representativas Bacillariophyta, Chlorophyta e Cyanophyta na E1/Cocó, enquanto que na E1/Ceará, além dessas se destaca Euglenophyta. Em ambas a riqueza de espécies foi quase três vezes maior que a encontrada na E1/Pacoti. Por sua vez, isso contribuiu para que essas duas primeiras alcançassem maiores valores de diversidade. As equitabilidades também foram consideradas boas. Todavia, a E1/Ceará, juntamente com a E2 do mesmo estuário, são as que demonstraram maior vulnerabilidade ao processo de eutrofização dentre todo o conjunto amostral, tendo sido classificadas no momento das amostragens como hipereutróficas (MOREIRA, 2005). Na E1/Ceará, as maiores densidades e abundâncias relativas das espécies *Nitzschia* sp6 ($4,0 \times 10^6$ org.L⁻¹ e 28%), *Pseudanabaena limnetica* ($2,9 \times 10^6$ org.L⁻¹ e 20%) e *Monoraphidium komarkovae* ($2,9 \times 10^6$ org.L⁻¹ e 19%); além das altas densidades (sempre maiores que 10^5 org.L⁻¹) de outras como *Anabaenopsis circularis*, *Planktolyngbya microspira*, *Nitzschia sigmoidea*, *Euglena* sp6 e *Trachelomonas volvocina*, todas registradas em ambientes eutróficos e até hipereutróficos (DASÍ *et al.*, 1998; FRORE e GRACE, 2002;

KOMÁREK, 2005b; KOMÁREK e KOMÁRKOVÁ – LEGNEROVÁ *et al.*, 2002; PADISÁK, *et al.* 2009; SILVA, 1999; VILLENA e ROMO, 2007) corroboraram para a definição da condição impactada desta sub-área.

Já na E2/Ceará, enquanto a concentração de clorofila *a* aumentou em relação a E1 do mesmo estuário, a densidade total fitoplanctônica foi cerca de quatro vezes menor. Provavelmente, a biomassa registrada na E1/Ceará não ultrapassou a encontrada na E2 do mesmo estuário, devido ao fato de os organismos mais abundantes nesta primeira terem sido de pequeno tamanho (ex. *Pseudanabaena limnetica*, *Monoraphidium komarkovae*), em relação ao mais abundante registrado na segunda (*Phormidium* sp3./ 64%). Uma hipótese que poderia também justificar essa maior biomassa na E2 é a alta abundância do organismo definido nesse trabalho como Bacteria 3, não incluído na densidade fitoplanctônica total, estimada para esta porção do estuário. Este organismo pode ser na verdade uma cianobactéria, podendo ter contribuído, portanto, para a alta concentração de clorofila *a* na E2, assim como na E1, onde o mesmo também esteve presente, mesmo que com densidade duas vezes menor.

É importante dizer que o táxon definido como *Phormidium* sp3 ($2,3 \times 10^6$ org.L⁻¹) pode não pertencer ao gênero em questão, pois segundo a descrição feita por Komárek e Anagnostidis (2005) raramente o mesmo é encontrado em tricomas isolados, como verificado na presente pesquisa. No caso de tratar-se de *Planktothrix agardhii*, como também foi sugerido na descrição do táxon *Phormidium* sp3 feita nesta pesquisa, maior atenção deve ser dedicada a porção intermediária do estuário do Rio Ceará, pois esta é uma cianobactéria potencialmente produtora de microcistinas, que são tipos de hepatotoxinas (LUUKKAINEN, 1993; SIVONEN e JONES, 1999). A presença de *Microcystis aeruginosa* ($1,7 \times 10^5$ org.L⁻¹), outra cianobactéria amplamente reconhecida pela produção de microcistinas (AZEVEDO *et al.*, 1994; SIVONEN e JONES, *op. cit.*), enfatiza as condições propícias ao desenvolvimento de florações de cianobactérias na E2/Ceará.

A E2/Ceará localizou-se em uma sub-área do estuário (município de Caucaia), marcada pela ocupação urbana de suas margens. A população indígena (Tribo dos Tapebas) residente no local, ao mesmo tempo em que contribui para a degradação da qualidade ambiental nesta sub-área, em especial da água do estuário, através da disposição inadequada de lixo (SILVA *et al.*, 2004), também pode ser uma potencial vítima de florações de cianobactérias. Segundo Lacerda *et al.* (*op. cit.*) as principais fontes de nitrogênio e fósforo para a bacia inferior do Rio Ceará são os efluentes domésticos e industriais e a pecuária.

Salienta-se que independe de qual seja a cianobactéria, as florações no estuário do Rio Ceará merecem ser melhor e mais investigadas, pois na verdade, todas as espécies pertencentes a este grupo podem ser consideradas potencialmente tóxicas devido à lipossacarídeos (endotoxinas), componentes da membrana externa de bactérias gram-negativas, como as cianobactérias, as quais podem causar irritações na pele e nos olhos, além problemas gastrointestinais (FUNARI e TESTAI, 2008). O crescimento excessivo de cianobactérias também pode: (1) levar a exclusão de outras espécies fitoplanctônicas (mais palatáveis ao zooplâncton), o que prejudica ou altera a cadeia alimentar; (2) limitar a luz para a vegetação submersa; (3) e levar a depleção de oxigênio, o que pode causar a morte de peixes, assim como a redução das formas oxidadas de nitrogênio a amônia, que, se para o fitoplâncton é um nutriente que vai induzir ainda mais o seu crescimento, especialmente daquele com preferência por esta fonte de nitrogênio, por outro lado, é uma substância tóxica para muitos peixes como verificado por Martinez *et al.* (2006).

Apesar da carga de nutrientes para a bacia inferior do Rio Cocó ser a maior dentre os estuários localizados na região Metropolitana de Fortaleza (LACERDA *et al.*, *op. cit.*), a clorofila *a* na E1 e E2 deste estuário foi cerca de 14 e 7 vezes menores que as registradas nas respectivas estações do Ceará (MOREIRA, *op. cit.*). Dessa maneira as porções superior e intermediária do Cocó foram classificadas, pelo menos no momento das amostragens, como eutróficas por Moreira (*op. cit.*). Dentro deste contexto vale a pena enfatizar que a classificação refletiu o momento amostral; e que além das cargas de nutrientes, outros fatores intrínsecos do estuário, como a vazão fluvial, volume, profundidade, tempo de residência da água, grau de mistura da coluna d'água (homogênea ou estratificada) e vegetação marginal são determinantes do grau de vulnerabilidade do corpo d'água ao processo de eutrofização (NRC, 2000).

Na E1/Cocó, onde a densidade foi cerca de três vezes menor que a registrada na E2 do mesmo estuário, as divisões abundantes foram Bacillariophyta (46%) e Chlorophyta (41%). As espécies que alcançaram as maiores densidades e abundâncias relativas foram a cloroficea *Scenedesmus cf. raciborskii* ($2,1 \times 10^5$ org.L⁻¹ e 39%) e as diatomáceas *Nitzschia palea* ($1,2 \times 10^5$ org.L⁻¹ e 23%) e *Gomphonema parvulum* ($7,1 \times 10^4$ org.L⁻¹ e 13%), todas típicas de ambientes eutróficos e poluídos (PADISÁK, *op. cit.*; SOININEN, 2002), corroborando assim com a classificação baseada nas concentrações de clorofila *a* (MOREIRA *op. cit.*). Já na E2, as divisões abundantes foram Cyanophyta (52%) e Bacillariophyta (40%). A diatomácea *Navicula sp7* ($4,2 \times 10^5$ org.L⁻¹ e 22%) e as cianobactérias *Coelomoron sp.* (2,6

$\times 10^5$ org.L⁻¹ e 14%) e *Geitlerinema amphibium* (= *Geitlerinema unigranulatum*) ($5,4 \times 10^5$ org.L⁻¹ e 29%) alcançaram as maiores densidades e abundâncias relativas. Esta última espécie é comumente encontrada em reservatórios brasileiros (KOMÁREK e AZEVEDO, 2000), já tendo sido registrado a sua toxicidade por Zagatto *et al.* (1998)⁵ *apud* Sant'Anna *et al.* (2008). Dentre os fatores para o seu sucesso está a sua tolerância a turbidez, assim como a mistura na coluna d'água (PADISÁK, *op. cit.*), o que justificaria a sua presença também em rios.

Geitlerinema amphibium foi uma espécie freqüente quando considerado todo o conjunto amostral dos três estuários da Região Metropolitana. Embora, de acordo com Komárek e Anagnostidis (2005) os indivíduos identificados como *G. amphibium* em ambientes salobros e marinhos, provavelmente, pertençam a outras espécies, optou-se por adotar este nome, mesmo para os espécimes encontrados na E2/Ceará (sal. 5,0) e E3/Cocó (sal. 37,0), devido às congruências morfológicas com a espécie em questão.

A grande representatividade de táxons dulcícolas nas porções intermediárias (E2) do Ceará e Cocó devem-se aos baixos valores de salinidade registrados no momento das amostragens. Acredita-se que durante as coletas a maré ainda não tivesse alçado estas porções, apesar de as mesmas terem ocorrido durante a sua intrusão (enchente).

Para as estações localizadas mais a jusante nos estuários e que foram claramente influenciadas pela intrusão da maré, como confirmado pelos valores de salinidade ($> 36,0$), observou-se maiores abundâncias de dinoflagelados, diatomáceas e cianobactérias marinhas. Dentro de todo o conjunto amostral discutido nesta seção, as estações 2 e 3 do Pacoti foram as que apresentaram maior similaridade (Grupo 1), tendo sido a E2 classificada como oligomesotrófica e a E3 como oligotrófica na ocasião das amostragens (MOREIRA, 2005). Os valores de diversidade foram considerados médios e as equitabilidades foram altas, enquanto as concentrações de clorofila a foram bem menores quando comparadas a E1 do mesmo estuário, assim como já comentado anteriormente. Nestas duas estações do estuário do Pacoti se destacaram com maiores densidades as espécies marinhas *Bacillaria paxillifer*, *Cylindrotheca closterium* (CUPP, 1943) e *Trichodesmium erythraeum* (KOMÁREK e ANAGNOSTIDIS, 2005); além de outros táxons não identificados ao nível taxonômico de espécie (*Navicula* sp4, *Euglena* sp12 e *aff. Protoperidinium* sp4), mas que provavelmente também se tratam de espécies marinhas ou estuarinas. Neste sentido, chama à atenção a abundância relativa de 24% de *Euglena* sp12 ($1,8 \times 10^3$ org.L⁻¹) sob alta salinidade (36,0) na

⁵ ZAGATTO, P. A., ARAGÃO, M. A., DOMINGUES, D. F., BURATINI, S. V. & ARAÚJO, R. P. A. Avaliação ecotoxicológica do Reservatório do Guarapiranga, SP, com ênfase à problemática das algas tóxicas e algicidas. *Anais do IV Congresso latino Americano de Ficologia*, p. 63–81, 1998.

E3/Pacoti. Esta espécie merece ser mais bem estudada em trabalhos futuros, já que raramente espécies de *Euglena* são reportadas para ambientes salinos. Seguindo esta expectativa é que *Euglena* sp12, mesmo sem identificação específica, foi ilustrada no presente estudo.

A E3/Ceará e E3/Cocó foram reunidas no Grupo 2, apesar da baixíssima similaridade. Assim como no Pacoti, a composição do fitoplâncton na porção inferior destes estuários corrobora com a hipótese da influência do aporte marinho. Na E3/Ceará, classificada como oligotrófica (MOREIRA, 2005), verificou-se a dominância do grupo das diatomáceas, sendo as mais abundantes *Cylindrotheca closterium*, *Navicula* sp4 e *Amphora* cf. *ovalis*. Estas diatomáceas foram freqüentes quando considerado o conjunto amostral dos estuários da Região metropolitana. Todavia, as maiores abundâncias relativas das mesmas nas respectivas poções inferiores podem indicar suas origens marinhas.

Já na E3/Cocó verificou-se a maior abundância do grupo das cianobactérias (66%), se destacando as espécies *Trichodesmium erythraeum* ($8,4 \times 10^4$ org.L⁻¹) e *Geitlerinema amphibium* ($1,4 \times 10^4$ org.L⁻¹). *Trichodesmium* é um gênero amplamente distribuído em oceanos tropicais e subtropicais (CAPONE *et al.*, 1997), existindo relatos da espécie *T. erythraeum*, formando florações ou não, em estados brasileiros como: Rio Grande do Sul (ODEBRECHT e ABREU, 1998), Paraná (SIQUEIRA *et al.*, 2006), São Paulo (CARVALHO *et al.*, 2008), Pernambuco (KOENING; WANDERLEY; MACEDO, 2009) e Bahia (PROENÇA; TAMANAHA; FONSECA, 2009). Esta mesma espécie também foi registrada por Moreira (comunicação pessoal) em amostras coletadas na costa oeste de Fortaleza, próximo ao local das emissões do Sistema de Disposição Oceânica dos Esgotos Sanitários (SDOES) de Fortaleza. Estes organismos formam colônias, muitas vezes macroscópicas, que desempenham um papel fundamental nos ciclos do nitrogênio e carbono em ambientes oligotróficos. Devido aos grandes tamanhos dos tricomas e colônias, e à produção de substâncias tóxicas (que inibem a predação), por parte de algumas espécies de *Trichodesmium*, poucos são os organismos zooplânctônicos que conseguem utilizá-los diretamente como fonte de alimento (CAPONE *et al. op. cit.*). Assim, o carbono e o nitrogênio fixado por *Trichodesmium* poderão entrar na cadeia trófica por outras vias alternativas (CAPONE *et al. op. cit.*), como a alça microbiana. A produção primária de *Trichodesmium* baseada na fixação dos gases atmosféricos CO₂ e N₂ poderá resultar na excreção de nitrogênio e carbono orgânicos que serão consumidos por bactérias heterotróficas (GLIBERT e BRONK, 1994), que servirão de alimento ao protozooplâncton, os quais serão os responsáveis pela remineralização dos nutrientes ao liberá-los nas formas inorgânicas, que são

as preferencialmente utilizadas pela maioria da comunidade fitoplanctônica. Esta via alternativa da cadeia alimentar é comum em ambientes oligotróficos, onde os nutrientes estão preferencialmente nas formas orgânicas (COTNER e BIDDANDA, 2002) e também em ambientes hipereutróficos nos quais, freqüentemente, há a dominância de cianobactérias tóxicas e de grande tamanho, ou seja, pouco palatáveis ao zooplâncton (KAMJUNKE *et al.*, 1997). Salienta-se que em ambientes oligotróficos há a predominância de carbono orgânico dissolvido, o que favorece ao consumo de bactérias heterotróficas em detrimento de protistas heterotróficos (COTNER e BIDDANDA, *op. cit.*), como grande parte dos dinoflagelados e euglenofíceas (LOURENÇO, 2006).

Observa-se que *Trichodesmium* é uma cianobactéria peculiar, no sentido de que possui grandes dimensões e não é palatável, todavia é dominante em ambientes oligotróficos. As concentrações de nutrientes inorgânicos não têm sido apontadas como fatores limitantes ao crescimento de *Trichodesmium erythraeum*, pois além da capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, esta espécie pode produzir fosfatases alcalinas, as quais são enzimas que hidrolizam o fósforo das formas orgânicas às dissolvidas (YENTSCH; YENTSCH; PERAS, 1972). Somando-se a estas adaptações fisiológicas, que fazem com que *T. erythraeum* tenha vantagem em relação a outras espécies em ambientes marinhos oligotróficos, duas outras condições têm sido apontadas como favorecedoras das suas florações e de outras espécies do mesmo gênero: águas calmas e temperaturas elevadas da água (LaROCHE e BREITBARTH, 2005; SIQUEIRA *et al.*, *op. cit.*). Acredita-se, portanto, que as supostas baixas concentrações de nutrientes na zona nerítica adjacente ao estuário do Rio Cocó, a elevada temperatura típica de regiões tropicais e a menor velocidade dos ventos (águas calmas), característica do período chuvoso na região de estudo, tenham favorecido as altas densidades nesta zona. Logo, a hipótese para a alta densidade de *T. erythraeum* na E3/Cocó, é que os organismos adentraram no estuário durante a intrusão da maré, já que a amostragem ocorreu durante a fase enchente.

O caso da E3/Cocó corrobora a importância do estudo quali-quantitativo da comunidade fitoplanctônica, pois segundo apenas a concentração de clorofila *a* esta estação foi classificada como meso-eutrófica (MOREIRA, *op. cit.*), embora com a análise quali-quantitativa tenha se verificado que a espécie que mais contribuiu (*T. erythraeum*) para esta elevada biomassa trata-se de uma dominante em ambientes oligotróficos.

É provável que florações *Trichodesmium* spp. sejam comuns em alguma época do ano, pelo menos na maior parte da costa do nordeste brasileiro, assim como documentado para os estados de Pernambuco, Bahia, águas costeiras de Fortaleza-CE e agora, no presente

trabalho, para estuários do Ceará (Cocó e Pacoti). Esta hipótese toma por base a semelhança nas águas da plataforma continental quanto ao estado trófico oligotrófico (KNOPPERS *et al.*, *op. cit.*), assim como quanto as condições climáticas. Salienta-se, por fim, que se por um lado as florações de *T. erythraeum* podem ser benéficas para a produtividade em ambientes oligotróficos, por outro, as mesmas podem ser responsáveis por danos intrínsecos às florações algais, como comentado anteriormente. Além disso, a presença de *T. erythraeum* foi associada no estado de Pernambuco à doença humana denominada “Febre de Tamandaré” (SATÔ; PARANAGUÁ; ESKINAZI, 1963).

Embora a salinidade tenha sido por vezes a principal variável abiótica discutida como um fator decisivo na composição e densidade dos táxons fitoplanctônicos, outras não estimadas (influenciadas ou não pela enchente ou vazante da maré) podem ter sido também muito importantes. Dentre elas estão a transparência da coluna d’água, oxigênio, pH, temperatura e nutrientes, como algumas vezes se comentou. Dentre as variáveis bióticas se destacam a predação e a competição intra e interespecífica.

7 CONCLUSÕES

- As densidades fitoplanctônicas variaram entre os estuários localizados em setores distintos do Litoral do Ceará, sendo os localizados na Costa Oeste Setor II, os que demonstraram, por ocasião das amostragens, estarem menos impactados. Observou-se um gradiente crescente para a densidade total: Costa Oeste Setor II < Região Metropolitana de Fortaleza < Costa Oeste Setor I.
- Quanto à composição de espécies os mesmos também se mostraram distintos, tendo sido observado uma grande porcentagem de táxons exclusivos de cada setor (> 56%), demonstrando que os mesmos apresentam diferenças quanto as condições abióticas e bióticas, que atuam conjuntamente selecionando as espécies fitoplanctônicas que obterão maior sucesso.
- Espécies com preferência por ambientes eutrofizados (ex. *Euglena limnophila*, *Pseudanabaena limnetica*, *Planktolyngbya. limnetica*, *Chroococcus* cf. *distans* e *Chroococcus* cf. *minimus* e *Nitzschia palea*) ocorreram em todos os setores, todavia, alcançaram maiores densidades em estuários da Costa Oeste Setor I e Região Metropolitana de Fortaleza.
- De maneira geral as densidades fitoplanctônicas variaram inversamente com a salinidade, demonstrando a diluição causada pela intrusão da maré.
- A composição da comunidade fitoplanctônica, nas diferentes porções dos estuários, foi influenciada pela variação da salinidade, havendo geralmente maior representatividade de diatomáceas e dinoflageladas nas porções inferiores; de euglenofíceas, cianobactérias, clorofíceas, criptofíceas e também diatomáceas nas porções superiores.

8 RECOMENDAÇÕES

Levando-se em consideração que o presente trabalho corrobora com inúmeros outros que indicam que a não identificação ao nível taxonômico de espécie dos organismos fitoplanctônicos pode levar a perdas de informações importantes do ambiente, diminuindo o grande potencial que esta comunidade tem como indicador das condições ambientais, recomenda-se que trabalhos futuros utilizem além da microscopia óptica, outras ferramentas da taxonomia polifásica (ex. cultivos monoespecíficos, biologia molecular).

Todavia, a identificação dos organismos com auxílio da microscopia óptica pode ter aumentada a sua eficiência se os espécimes forem também observados *in vivo*. No caso das diatomáceas é de grande relevância a confecção de lâminas permanentes, enquanto para os dinoflagelados a utilização de microscópio de epifluorescência.

Muitos dos organismos observados na presente pesquisa merecem ser mais bem estudados e identificados ao nível taxonômico de espécie. Não obstante, três destes (Bactéria 1, Bactéria 2 e Bactéria 3) destacam-se dentre todos, especialmente pela grande representatividade. É imprescindível para a definição correta sobre a identificação dos mesmos como bactérias heterotróficas ou cianobactérias, que o material seja observado *in vivo* em microscópio de epifluorescência, equipado com filtros ópticos específicos para a autofluorescência da clorofila. O que chama mais a atenção é o fato destes terem sido mais amplamente distribuídos nos estuários da Costa Oeste Setor II. Logo, a pergunta que fica é: “*será que estes estuários estão realmente tão conservados?*” Lembra-se que, dentre outros impactos, os mesmos possuem consideráveis áreas ocupadas por fazendas de carcinicultura.

Estudos e monitoramentos de florações de cianobactérias e dinoflagelados, assim como de suas possíveis toxicidades ou nocividades, também se fazem urgentes.

Recomenda-se, por fim, que os estudos da comunidade fitoplanctônica ocorram em escalas temporais (incluindo variações nictemerais) e espaciais (vertical e horizontal), e que os mesmos sejam acompanhados pela determinação de variáveis físico-químicas e outras biológicas.

REFERÊNCIAS

ALVES-DA-SILVA, S. M.; HAHN, A. T. Study of Euglenophyta in the Jacuí Delta State Park, Rio Grande do Sul, Brazil. 1. *Euglena* Ehr., *Lepocinclis* Perty. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 1, p. 123-140, 2004.

ALVES-DA-SILVA, S. M.; HERMANY, G.; OLIVEIRA, M. A. Diversity and ecological considerations on pigmented euglenophyceae in the State Park of the Jacuí Delta, Rio Grande do Sul, southern Brazil. **Biociências**, v. 15, n. 1, p. 08-20, 2007.

AN, S. S.; FRIEDL, T.; HEGEWALD, E. Phylogenetic Relationships of Scenedesmus and Scenedesmus-like Coccoid Green Algae as Inferred from ITS-2 rDNA Sequence Comparisons. **Plant Biology**, v.1, n. 4, p. 418—428, 1999.

ANDERSON, D. M. Turning back the harmful red tide. **Nature**, v. 388, n. 6642, p. 513-14, 1997.

ANDERSON, D. M.; GLIBERT, P. M.; BURKHOLDER, J. M. Harmful Algal Blooms and Eutrophication: Nutrient Sources, Composition, and Consequences. **Estuaries**, v. 25, n. 4, p. 704–726, 2002.

AZEVEDO, S. M. F. O. ; R. EVANS, W. R.; CARMICHAEL, W. W.; NAMIKOSHI, M. First report of microcystins from a Brazilian isolate of the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa*. **Journal of Applied Phycology**, v. 6, n. 6, 1994.

BARROSO, H. S. **Variação temporal e espacial do fitoplâncton em uma lagoa costeira no litoral leste do Ceará - Lagoa do Batoque**. 2006. 69 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. **Gêneros de algas continentais do Brasil**. São Carlos: Rima, 2005, 489 p.

BOUVY, M., FALCÃO, D., MARINHO, M., PAGANO, M. and MOURA, A. Occurrence of *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) in 39 brazilian tropical reservoirs during the 1998 drought. **Aquatic Microbial Ecology**, v. 23, p. 13-27, 2000.

BUCHHEIM, M.; BUCHHEIM, J.; CARLSON, T.; BRABAND, A.; HEPPELLE, D.; KRIENITZ, L.; WOLF, M.; HEGEWALD, E.; Phylogeny of the Hydrodictyaceae (Chlorophyceae): inferences from rDNA data. **Journal of Phycology**, v. 41, p. 1039–1054, 2005.

BURKHOLDER, J. M.; GLIBERT, P. M.; SKELTON, H. M. Mixotrophy, a major mode of nutrition for harmful algal species in eutrophic waters. **Harmful Algae**, v. 8, p. 77–93, 2008.

CAPONE, D. G.; ZEHR, J. P.; PAERL, H. W.; BERGMAN, B.; CARPENTER, E. J.; *Trichodesmium*, a Globally Significant Marine Cyanobacterium. **Science**, v. 276, p. 1221-1229, 1997.

CARVALHO, L. R.; PIPOLE, F.; WERNER, V. R.; LAUGHINGHOUSE, H. D.; CAMARGO, A. C. M.; RANGEL, M.; KONNO, K.; SANT' ANNA, C. L. A toxic cyanobacterial bloom in an urban coastal lake, Rio Grande do Sul state, Southern Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 39, p.761-769, 2008.

CEARÁ. SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE; INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR *et al.* **Zoneamento Ecológico e Econômico do Ceará – Zona Costeira**. Fortaleza: SEMACE, 2006, 147 p.

CHAN, F.; MARINO, R. L.; HOWARTH, R. H.; PACE, M. Ecological constraints on planktonic nitrogen fixation in saline estuaries. II. Grazing controls on cyanobacterial population dynamics. **Marine Ecology Progress Series**, v. 309, p. 41–53, 2006.

CHELLAPPA, N. T.; COSTA, M. A. M. Dominant and co-existing species of Cyanobacteria from a eutrophicated reservoir of Rio Grande do Norte State Brazil. **Acta Oecologica**, v.24, 2003, p.S3-S10.

CHOMÉRAT, N.; GARNIER, R.; BERTRAND, C.; CAZAUBON, A. Seasonal succession of cyanoprokaryotes in a hypereutrophic oligo-mesohaline lagoon from the South of France. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 72, p. 591-602, 2007.

COMAS, A. G. **Las Chlorococcales dulciacuícolas de Cuba.**, Berlin/Stuttgart: Gebrüder Borntraeger, 1996. 269 p.

CONFORTI, V.; LIONARD, M.; SEGURA, M.; ROJO, C. Las Euglenófitas em las Tablas de Daimiel como ejemplo de las limitaciones de los indicadores biológicos de la degradación ambiental. **Anales del Jardín Botánico de Madrid**, v. 62, n. 2, p.163-179, 2005.

COSTA, I. A. S.; CUNHA, S. R. S.; PANOSSO, R.; ARAÚJO, M. F. F.; MELO, J. L. S. M.; ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M. Dinâmica de cianobactérias em reservatórios eutróficos do semi-árido do Rio Grande do Norte. **Oecologia Brasiliensis**, v.13, n.2, p. 382-401, 2009.

COTNER J. B.; BIDDANDA, B. A. Small players, large role: Microbial Influence on Biogeochemical Process in Pelagic Aquatic Ecosystems. **Ecosystems**, v. 5, p. 105-121, 2002.

CUNHA, M. G. S.; ESKINAZI-LEÇA, E. **Catálogo das diatomáceas (Bacillariophyceae) da Plataforma Continental de Pernambuco**. Recife (PE): SUDENE, 1990. v. 500. 317p.

CUPP, E. E. **Marine plankton diatoms of the West Coast of North America**. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. Univ. Califórnia , v.5, n.1, p.1-238, 1943.

DASÍ, M. J.; MIRACLE, M. R.; CAMACHO, A.; SORIA, J. M.; VICENTE, E. Summer phytoplankton assemblages across trophic gradients in hardwater reservoirs. **Hydrobiologia**, v. 369/370, p. 27–43, 1998.

DELAZARI-BARROSO, A.; SANT'ANNA, C. L.; SENNA, P. A. C. Phytoplankton from Duas Bocas Reservoir, Espírito Santo State, Brazil (except diatoms). **Hoehnea**, v. 4, n. 2, p. 211-229, 2007.

DHN/CHM/BNDO. 2005. Tábuas das Marés: Porto de Mucuripe (Estado do Ceará), Terminal Portuário do Pecém (Estado do Ceará), Porto de Areia Branca – Termisa (Estado do Rio Grande do Norte) e Porto de Luís Correia (Estado do Piauí). <http://www.dhn.mar.mil.br/chm/tabuas/> <Acesso em janeiro, fevereiro e março de 2005>.

DIAS, C. R. **Dinâmica do sistema estuarino Timonha / Ubatuba (Ceará – Brasil): considerações ambientais**. 2005. 146p. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

DOMINGOS, P.; MENEZES, M. Taxonomic remarks on planktonic phytoflagellates in a hypertrophic tropical lagoon (Brazil). **Hydrobiologia**, v. 369/370, p. 297–313, 1998.

DYER, K. R. **Estuaries: A Physical Introduction**. London: John Wiley & Sons, 1973. 140 p.

FERRAGUT, C.; BICUDO, D. C. Efeito de diferentes níveis de enriquecimento por fósforo sobre a estrutura da comunidade perifítica em represa oligotrófica tropical (São Paulo, Brasil). **Revista Brasileira de Botânica**, v.32, n.3, p.571-585, 2009.

FERREIRA, J. G.; WOLFF, W. J.; SIMAS, T. C.; BRICKER, S. B. Does biodiversity of estuarine phytoplankton depend on hydrology? **Ecological Modelling**, v. 187, p. 513–523, 2005.

FERREIRA, L. C. **O fitoplâncton na zona de arrebenção de praias urbanas na região metropolitana de Recife, Pernambuco, Brasil**. 2007. 147 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Oceanografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

FISCHER, H. Osmotic behavior of some species of *Melosira* (Bacillariophyceae) from Marine and Inland waters. **Botanica Marina**, v. 29, n. 5, p. 373-380, 1986.

FONSECA, I. A. **Composição, recrutamento e potencialidade toxigênica de cianobactérias em um tributário do reservatório de Rosana, Paraná, Brasil**. 2008. 94 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) - Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.

FONSECA, R. S. **Dinâmica da comunidade Fitoplanctônica em um viveiro de Engorda de camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) no Estado do Ceará**. 2006. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar (Labomar), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

FORE, L. S.; GRAFE, C. Using diatoms to assess the biological condition of large rivers in Idaho (U.S.A.). **Freshwater Biology**, v. 47, p. 2015–2037, 2002.

FORTE, M. S.; COSTA, F. A. P.; MOREIRA, M. O. P. **Monitoramento dos florescimentos de fitoplâncton na praia do Futuro (Fortaleza – CE) no período de março a agosto de 1995**. In: XIV Encontro Universitário de Iniciação a Pesquisa da Universidade Federal do Ceará, 1995, Fortaleza, p. 41.

FUNARI, E.; TESTAI, E. Human Health Risk Assessment Related to Cyanotoxins Exposure. **Critical Reviews in Toxicology**, v. 38, p. 97–125, 2008.

FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Análise das chuvas de 2005 sobre o estado do Ceará. Disponível em: <<http://www.funceme.br/DEPAM/index.htm>>. Acesso em 20/10/2005.

FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Download de Séries Históricas. Disponível em: <
<http://www4.funceme.br/funceme/categoria1/monitoramento/funceme/categoria1/monitoramento/download-de-series-historicas>>. Acesso em 20/08/2009.

GEMELGO, M. C. P.; SANT'ANNA, C. L.; TUCCI, A.; BARBOSA, H. R. Population dynamics of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju, a Cyanobacteria toxic species, in water supply reservoirs in São Paulo, Brazil. **Hoehnea**, v. 35, n. 2, p. 297-307, 2008.

GLIBERT, P. M.; BRONK, D. A. Release of Dissolved Organic Nitrogen by Marine Diazotrophic Cyanobacteria, *Trichodesmium* spp. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 60, n. 11, p. 3996-4000, 1994.

GLIBERT, P. M.; HARRISON, J.; HEIL, C.; SEITZINGER, S. Escalating worldwide use of urea – a global change contributing to coastal eutrophication. **Biogeochemistry**, v. 77, p. 441–463, 2006.

HÄLLFORS, G. Checklist of Baltic Sea Phytoplankton Species. **Baltic Sea Environment Proceedings**, n. 95, 210p.

HARRIS, G. P. **Phytoplankton ecology, structure, function and fluctuation**. London: Chapman and Hall, 1986, 384 p.

HASLE, G. R.; SYVERTSEN, E. E. Marine diatoms. In: TOMAS, C. R. (Ed.) **Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates**. Florida: Academic Press, 1996. p. 5-385.

HAYATI, A. A. The effects of salinity on growth and distribution of four freshwater diatom species. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 14, n. 2, p. 237-243, 2007.

HEGEWALD, E. New combinations in the genus *Desmodesmus* (Chorophyceae, Scenedesmaceae). **Algological Studies**, v. 96, p. 1-18, 2000.

HOWARTH, R. W.; CHAN, F.; MARINO, R. M. Do top-down and bottom-up controls interact to exclude nitrogen-fixing cyanobacteria from the plankton of estuaries? An exploration with a simulation model. **Biogeochemistry**, v. 46, p. 203–231, 1999.

HOWARTH, R. W.; MARINO, R.; COLE, J. J. Nitrogen fixation in freshwater estuarine and marine ecosystems. 1. Rates and importance. **Limnology and Oceanography**, v. 33, 669-687, 1988a.

HOWARTH, R. W.; MARINO, R.; COLE, J. J.; Nitrogen fixation in freshwater estuarine and marine ecosystems. 2. Biogeochemical controls. **Limnology and Oceanography**, v. 33, p. 688-701, 1988b.

HUSZAR, V. L. M.; SILVA, L. H. S.; DOMINGOS, P.; MARINHO M.; MELO S. Phytoplankton species composition is more sensitive than OECD criteria to the trophic status of three Brazilian tropical lakes. **Hydrobiologia**, vol. 379/370, p. 59–71, 1998.

HUSZAR, V. L. M.; SILVA, L. H. S.; DOMINGOS, P.; MARINHO, M.; SANT'ANNA, C. L. Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters, **Hydrobiologia**, v. 424, 2000, p. 67 -77.

IBAMA. **Diagnóstico da atividade de carcinicultura no Estado do Ceará**. Fortaleza, 2005. 240 p.

IESPA, A. A. C.; IESPA, C. M. D. Cyanobacterial and sedimentary composition in polygonal microbial mats from Pernambuco lagoon, Rio de Janeiro, **Brazil. Journal of Geoscience**, v.5, n. 1, p. 35-41, 2009.

IRFANULLAH, H. M. Algal taxonomy in limnology: an example of the declining trend of taxonomic studies? **Hydrobiologia**, v. 559, p.1–9, 2006.

IWATAKI, M. Taxonomy and identification of the armored dinoflagellate genus *Heterocapsa* (Peridinales, Dinophyceae). **Plankton and Benthos Research**, v. 3, n.3, p. 135–142, 2008.

JAVORNICKÝ, P. Taxonomic notes on some freshwater planktonic Cryptophyceae based on light microscopy. **Hydrobiologia**, v. 502, p. 271–283, 2003.

JONGE, V. N; ELLIOTT, M.; ORIVE E. Causes, historical development, effects and future challenges of a common environmental problem: eutrophication. **Hydrobiologia**, v. 475/476, p. 1–19, 2002.

KAMJUNKE, N.; BOING, W.; VOIGT, H. Bacterial and primary production under hypertrophic conditions. **Aquatic Microbial Ecology**, v. 13, P. 29-35, 1997.

KENNISH, M. J. **Ecology of Estuaries. Volume II: Biological Aspects**. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1990. 391p.

KJERFVE, B. Estuarine Characteristics, Circulation and Physical Processes. In: Day Jr., J. W. (Ed.). **Estuarine Ecology**. New York: John Wiley and Sons, 1989. p. 47 – 78.

KLING, H. J.; WATSON, S. A new planktic species of *Pseudanabaena* (Cyanoprokaryota, Oscillatoriales) from North American large lake. **Hydrobiologia**, v. 502, p. 383–388, 2003.

KNOPPERS, B. A.; SOUZA, W. F. L.; EKAU, W. ; FIGUEIREDO, A. G.; SOARES-GOMES, A. A Interface Terra- Mar do Brasil. In: Pereira, R. C. e Soares-Gomes, A. (Org.). **Biologia Marinha**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2009. p. 529-553.

KOENING, M. L.; WANDERLEY, B. E.; MACEDO, S. J. Microphytoplankton structure from the neritic and oceanic regions of Pernambuco State – Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 4, p.: 1037-1046, 2009.

KOMÁREK, J. The modern classification of cyanoprokaryotes (cyanobacteria). **Oceanological and Hydrobiological Studies**, v. XXXIV, Supplement 3, p. 5-17, 2005a.

KOMÁREK, J. Phenotype diversity of the heterocytous cyanoprokaryotic genus *Anabaenopsis*. **Czech Phycology**, v. 5, p. 1-35, 2005b.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 4 - Nostocales. **Arch. Hydrobiol. Suppl.**, v. 56, 1989. p. 247-345.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. **Cyanoprokaryota.1**. Teil: Chroococcales. Berlin: Spektrum, Akademische Verlag (Süßwasserflora von Mitteleuropa; Band 19/1), 2000, 548 p.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. **Cyanoprokaryota 2**. Teil: Oscillatoriales. In: B. Büdel, L. Krienitz, G. Gärtner & M. Schagerl (eds). Süßwasserflora von Mitteleuropa 19. Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, München, 2005, 759 p.

KOMAREK, J.; AZEVEDO, S. M. F. O. *Geitlerinema unigranulatum*, a common tropical cyanoprokaryote from freshwater reservoirs in Brazil. **Algological studies**, v.134, p. 39-52, 2000.

KOMÁREK, J.; CRONBERG, G. Some chroococcalean and oscillatorialeean Cyanoprokaryotes from African lakes, ponds and pools. **Nova Hedwigia**, vol. 73, p. 129-160, 2001.

KOMÁREK, J.; FOTT, B. Chlorophyceae (Grünalgen). Chlorococcales. In: Huber-Pestalozzi, G. (ed.). **Das Phytoplankton des Süßwassers, Systematik und Biologie** 7(1). Stuttgart, E. schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 1983, 1044p.

KOMÁREK, J.; KOMÁRKOVÁ – LEGNEROVÁ, J. Contribution to the knowledge of planktic cyanoprokaryotes from central Mexico. **Preslia**, v. 74, p. 207–233, 2002.

KOMÁREK, J.; KOMÁRKOVÁ, J. Diversity of Aphanizomenon-like cyanobacteria. **Czech Phycology**, v. 6, p. 1-32, 2006.

KOMÁREK J.; KOMÁRKOVÁ, J.; KLING, H. **Filamentous cyanobacteria**. In: WERH J. D.; SHEATH R. G.(Eds) Freshwater Algae of North America. Estados Unidos: Elsevier Science, 2003. cap.4, p. 117 –196.

LACERDA, L. D. Inputs of nitrogen and phosphorus to estuaries of northeastern Brazil from intensive shrimp farming. **Brazilian Journal Aquatic Science Technology**, v. 10, n.12, p. 13-27, 2006.

LACERDA, L. D.; MOLISANI, M. M.; SENA, D.; MAIA, L. P. Estimating the importance of natural and anthropogenic sources on N and P emission to estuaries along the Ceará State Coast NE Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.141, p. 149–164, 2008.

LACERDA, S. R.; KOENING, M. L.; NEUMANN-LEITÃO, S.; FLORES-MONTES, M. J. Phytoplankton nyctemeral variation at a tropical river estuary (Itamaracá – Pernambuco – Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, n. 1, p. 81-94, 2004.

LaROCHE, J.; BREITBARTH, E. Importance of the diazotrophs as a source of new nitrogen in the ocean. **Journal of Sea Research**, v. 53, p.67– 91, 2005.

LEÃO, B. M. **Biomassa, taxonomia e ecologia do fitoplâncton do estuário do rio Igarassu (Pernambuco, Brasil)**. 2004. 71f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil, 2004.

LEÃO, B. M.; PASSAVANTE, J. Z. O.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; SANTIAGO, M. F. S. Ecologia do microfitoplâncton do estuário do rio Igarassu, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 3, p.711-722, 2008.

- LI, R.; WATANABE, M.; WATANABE, M. M. Taxonomic studies of planktic species of *Anabaena* based on morphological characteristics in cultured strains. **Hydrobiologia**, v. 438, p. 117–138, 2000.
- LOURENÇO, S. O. **Cultivo de Microalgas Marinhas: princípios e aplicações**. São Carlos: Rima, 2006, 588 p.
- LUUKKAINEN, R.; SIVONEN, K.; NAMIKOSHI, M.; FARDIG, M.; RINEHART, K. L.; NIEMELA, S. I. Isolation and Identification of Eight Microcystins from Thirteen *Oscillatoria agardhii* Strains and Structure of a New Microcystin. **Applied and Environmental Microbiology**, p. 2204-2209, 1993.
- MACEDO, A.; MARINO, L. O microscópio de epifluorescência como auxiliar na identificação de cianobactérias. In: **24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2007.
- MACEDO, C. X. **Dinâmica temporal de microalgas de zona de arrebenção na Praia de Navegantes – SC**. Dissertação (Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos). Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, 2007.
- MALLIN, M. Phytoplankton Ecology of North Carolina Estuaries. **Estuaries**, v. 17, n. 3, p. 561-574, 1994.
- MARQUES Jr., A. N.; MORAES, R. B.; MAURAT, M. C. Poluição Marinha. In: Pereira, R. N.; Soares-Gomes, A.(Org.). **Biologia Marinha**. 1 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2002, p. 311-334.
- MARTINEZ, C. B. R.; AZEVEDO, F.; WINKALER, E. U. **Toxicidade e efeitos da amônia em peixes neotropicais**. Tópicos especiais em biologia aquática e aqüicultura. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, 2006, p. 81-95.
- MELCHER, S. S. **Estudos morfológicos e moleculares de cianobactérias potencialmente tóxicas dos gêneros *Cylindrospermopsis*, *Aphanizomenon* e *Raphidiopsis* (Nostocales)**. 2007. 201f. Tese (Doutorado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, 2007.
- MOISANDER, P. H.; McCLINTON, E.; PAERL, H. W. Salinity effects on growth, photosynthetic parameters, and nitrogenase activity in estuarine planktonic cianobactéria. **Microbial Ecology**, v. 43, p. 432-442, 2002.

MOLISANI, M. M.; CRUZ, A. L. V.; MAIA, L. P. Estimation of the freshwater river discharge to estuaries in Ceará State, Brazil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 39, p. 53-60, 2006.

MOREIRA, M. O. P. **Produção do fitoplâncton em um ecossistema estuarino tropical (Estuário do Rio Cocó, Fortaleza-CE)**. 1994. 338 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1994.

MOREIRA, M. O. P. Programa Zoneamento Ecológico e Econômico do Ceará – Zona Costeira. **Relatório técnico do subprojeto “Biomassa do fitoplâncton (clorofila *a*) nos estuários do estado do Ceará.”** Fortaleza – CE, 2005, 42 p.

MOURA, A. N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; NASCIMENTO, E. C. Benthic Bacillariophyta of the Paripe River estuary in Pernambuco state, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, n. 3, p. 393-401, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Clean Coastal Waters: Understanding and Reducing the Effects of Nutrient Pollution**. Washington: National Academy Press, 2000.

ODEBRECHT, C.; ABREU, P. C. Microalgas. In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J.P. (Eds.) **Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil**. Rio Grande: Ecoscintia, 1998, p. 36-39.

ODEBRECHT, C.; BERGESCH, M.; RÖRIG, L. R.; ABREU, P. C. Phytoplankton Interannual Variability at Cassino Beach, Southern Brazil (1992–2007), with Emphasis on the Surf Zone Diatom *Asterionellopsis glacialis*. **Coastal and Estuarine Research**, 2009. DOI: 10.1007/s12237-009-9176-6.

ODEBRECHT, C.; SARKIS, J.; SOUZA, M. S. **Relatório técnico Análise quantitativa & qualitativa de fitoplâncton em fazendas de cultivo de camarão**. Rio Grande –RS, 2003, 5 p.

ONO, C. YOSHIMATSU, S.; MATSUOKA, S. Monitoring system of harmful and toxic phytoplankton in Kagawa Prefecture, Japan. In: YASUMOTO, T.; OSHIMA, Y; FUKUYO, Y. (Eds) **Harmful and toxic algal blooms**. Tokyo: UNESCO, 1996. p. 20-23.

PADISÁK, J.; CROSSETTI, L. O.; NASELI-FLORES, L. Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. **Hydrobiologia**, v. 621, p. 1-19, 2009.

PAERL, H. W. Cultural Eutrophication of Shallow Coastal Waters: Coupling Changing Anthropogenic Nutrient Inputs to Regional Management Approaches. **Limnologia**, v. 29 , p. 249-254, 1999.

PAERL, H. W.; DYBLE, J.; TWOMEY, L.; PINCKNEY, J. L.; NELSON, J.; KERKHOF, L. Characterizing man-made and natural modifications of microbial diversity and activity in coastal ecosystems. **Antonie van Leeuwenhoek**, v. 81, p. 487–507, 2002.

PATRICK, R.; REIMER, C. W. **The diatoms of the United States, exclusive of Alaska and Hawaii**, v. 2, Part 1-Entomoneidaceae, Cymbellaceae, Gomphonemaceae, Epithemaceae. Academy of Natural Sciences of Philadelphia Monograph n. 13, 1975. 213 p.

PERSICH, G. R.; GARCIA, V. M. T. Ocorrência de cistos de dinoflagelados, com ênfase em espécies potencialmente nocivas, no sedimento próximo à desembocadura da Laguna dos Patos (RS). **Atlântica**, v. 25, n. 2, p. 123-133, 2003.

PIELOU, E.C. **Mathematical ecology**. New York: Wiley, 1967, 385 p.

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

PROENÇA, L. A. O.; TAMANAHA, M. S.; FONSECA, R. S. Screening the toxicity and toxin content of blooms of the cyanobacterium *Trichodesmium erythraeum* (Ehrenberg) in northeast Brazil. **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, v. 15, n. 2, p. 204-215, 2009.

PRÖSCHOLD, T.; LELIAERT, F. Systematics of the green algae: conflict of classic and modern approaches. In: Brodie J.; Lewis, J. (Eds.) **Unravelling the algae: the past, present, and future of algal systematic**. Estados Unidos: Taylor & Francis Group, 2007, p. 123-153.

ROUND, F. E.; CRAWFORD, R. M.; MANN, D. G. **The Diatoms Biology & Morphology of the Genera**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 747 p.

RÖRIG, L. L.; GARCIA, M.; COSTA, F. A. P. **Distribuição geográfica das diatomáceas de zona de arrebenção *Anaulus australis* Drebes & Schulz e *Asterionellopsis glacialis* (Castracane) Round na costa brasileira**. In: Congresso Brasileiro de Ficologia e Simpósio Latino-Americano sobre algas nocivas, 2006, Itajaí.

SANT'ANNA, C.; AZEVEDO, M. T. P.; SENNA, P. A. C.; KOMÁREK, J.; KOMÁRKOVÁ, J. Planktic Cyanobacteria from São Paulo State, Brazil: Chroococcales. **Revista Brasileira de Botânica**, v.27, n.2, p.213-227, 2004.

SANT'ANNA, C. L.; AZEVEDO, M. T. P.; WERNER, V. R.; DOGO, C. R.; RIOS, F. R.; CARVALHO, L. R. Review of toxic species of Cyanobacteria in Brazil. **Algological Studies**, v. 126, p. 251–265, 2008.

SANTOS, K. R. S. **Biodiversidade de algas e cianobactérias de três lagoas (“salina”, “salitrada” e “baía”) do Pantanal da Nhecolândia, MS, Brasil**. 2008. 255f. Dissertação (Mestrado em biodiversidade vegetal e meio ambiente) - Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, 2008.

SATÔ S., PARANAGUÁ MN., ESKINAZI E. On the mechanism of red tide of *Trichodesmium* in Recife north eastern Brazil, with some considerations of the relation to the human disease Tamandaré Fever. **Trabalhos do Instituto Oceanográfico da Universidade Recife**, v. 5-6, p.7-49, 1963.

SHANNON, C. E. A mathematical theory of communication. **Bell System Technical Journal**, v. 27, p. 379-423, 1948.

SILVA, E. V.; LIMA, E. M.; SOUZA, M. C.; OLIVEIRA, R. R. Extensão Universitária e práticas de Educação Ambiental no Baixo Curso do rio Ceará. **Livro de resumos dos Encontros Universitários 2004 e XIII Encontro de Extensão**, 2004, p. 73.

SILVA, L. H. S. Fitoplâncton de um reservatório eutrófico (Lago Monte Alegre), Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n.2, p. 281-303, 1999.

SILVA, M. H.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; PASSAVANTE, J. Z. O GREGO, C; K. S.; MUNIZ, K. Estrutura sazonal e espacial do microfítoplâncton no estuário tropical do rio Formoso, PE, Brasil, **Acta botanica brasílica**, v. 23, n. 2, p. 355-368, 2009.

SIQUEIRA, A.; KOLM, H. E.; BRANDINI, F. P. Offshore Distribution Patterns of the Cyanobacterium *Trichodesmium erythraeum* Ehrenberg and Associated Phyto- and Bacterioplankton in the Southern Atlantic Coast (Paraná, Brazil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, n. 2, p. 232-327, 2006.

SIVONEN, K.; JONES, G. J. Cyanobacterial toxins. In: CHORUS, I.; BARTRAM, J. (eds). **Toxic Cyanobacteria in Water**. London: E & FN Spon, 1999, p. 41–111.

SMAYDA, T. J. The phytoplankton of estuaries. In: KETCHUM, B. H. (Ed) **Estuaries and Enclosed seas**. 2 ed. Amsterdam: Elsevier Science Publisher, 1992. p. 65-102.

SOININEN, J. Responses of Epilithic Diatom Communities to Environmental Gradients in Some Finnish Rivers. **International Review of Hydrobiology**, v.87, n.1, p.11–24, 2002.

SOTERO-SANTOS, R. B.; CARVALHO, E. G.; DELLAMANO-OLIVEIRA, M. J.; ROCHA, O. Occurrence and toxicity of an Anabaena bloom in a tropical reservoir (Southeast Brazil). **Harmful Algae**, v. 7, p. 590–598, 2008.

STEIDINGER, K. A.; TANGEN, K. Dinoflagellates. In: TOMAS, C. R. (Ed.) **Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates**. Florida: Academic Press, 1996. p. 387-584.

TELL, G.; CONFORT, V. **Euglenophyta pigmentadas de la Argentina**. Berlin: Cramer, 1986. 301p.

TOMAS, C. R. **Identifying Marine Phytoplankton**. Florida: Academic Press, 1996. 598p.

TORGAN, L. C. **Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica na Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil, em um ciclo anual**. 1997. 284f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 1997.

TORGAN, L. C.; SANTOS, C. B. Ocorrência de *Thalassiosira nodulolineata* (Bacillariophyta) na Laguna dos Patos, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto, v. 5, supl. 2, p. 714-716, 2007.

TRUSEWICH, B.; SIM, J.; BUSBY, P., HUGHES, C. Management of marine biotoxins in New Zealand. In: YASUMOTO, T.; OSHIMA, Y; FUKUYO, Y. (Eds) **Harmful and toxic algal blooms**. Tokyo: UNESCO, 1996. p. 27-30.

UFC. Universidade Federal do Ceará. Estação Meteorológica do Campus do Pici (Departamento de Engenharia Agrícola), 2009.

VALENTINI, J. L. **Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. Rio de Janeiro: Interciência, 2000. 117 p.

VALENTIN, J. L. TENENBAUM, D. R.; BONECKER, A. C. T.; BONECKER, S. L. C.; NOGUEIRA, C.R. & VILLAC, M. C., 1999. O sistema planctônico da Baía de Guanabara:

síntese do conhecimento. In: Silva, S. H. G. & Lavrado, H. P. (eds.), **Ecologia de Ambientes Costeiros do Estado do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, p.35-59.

VAN DEN HOEK, C.; MANN, D. G.; JAHNS, H. M. **Algae. An introduction to phycology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. 627p.

VERITY, P. G.; BORKMAN, D. G. A Decade of Change in the Skidaway River Estuary. III. Plankton. **Estuaries and Coasts**, 2009. DOI 10.1007/s12237-009-9208-2.

VILLENA, M. J.; ROMO, S. Effects of nutrients, fish, charophytes and algal sediment recruitment on the phytoplankton ecology of a shallow lake. **International Review of Hydrobiology**, v. 92, n.6, p. 626–639, 2007.

WASSMANN, P.; OLLI, K. **Drainage basin nutrient inputs and eutrophication: an integrated approach**. Norway: University of Tromsø, 2004, 325 p.

WEHR, J. D.; SHEATH, R. G. **Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification**. New York: Academic Press, 2003. 918 p.

WETZEL, R. G.; LIKENS, G. E. **Limnological Analyses**. 3rd ed. New York: Springer-Verlag, 2000, 429 p.

WIEGAND, C.; PFLUGMACHER, S. Ecotoxicological effects of selected cyanobacterial secondary metabolites a short review. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 203, p. 201–218, 2005.

YAMAMOTO, M.; YAMASAKI, M. Japanese monitoring system on shellfish toxins. In: YASUMOTO, T.; OSHIMA, Y; FUKUYO, Y. (Eds) **Harmful and toxic algal blooms**. Tokyo: UNESCO, 1996. P. 19-22.

YEKTSCH, C. M.; YENTSCH, C. S.; PERAS, J. P. Alkaline phosphatase activity in the tropical marine bluegreen alga, *Oscillatoria erythraeum* (“*Trichodesmium*”). **Limnology and Oceanography**, v. 17, p. 772-774, 1972.