

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI  
CAMPUS SENADOR HELVÍDIO NUNES DE BARROS – CSHNB**

**NATANAEL JOSÉ DA SILVA**

**DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS DE AMBIENTE LÊNTO DO SEMIÁRIDO  
PIAUIENSE**

**PICOS  
2016**

NATANAEL JOSÉ DA SILVA

**DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS DE AMBIENTE LÊNICO DO SEMIÁRIDO  
PIAUIENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Piauí, Campus Senador Helvídio Nunes de Barros, como requisito parcial para obtenção do título de Graduado em Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Paulo César Lima Sales.

**PICOS  
2016**

**FICHA CATALOGRÁFICA**  
**Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí**  
**Biblioteca José Albano de Macêdo**

**S586d** Silva, Natanael José da.

Diatomáceas perifíticas de ambiente lântico do semiárido  
piauiense / Natanael José da Silva.– 2016.

CD-ROM : il.; 4 ¾ pol. (44 f.)

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Licenciatura Plena em  
Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Piauí, Picos,  
2016.

Orientador(A): Prof. Dr. Paulo César Lima Sales

1. Diatomáceas-Semiárido. 2. *Perifiton*-Composição. 3.  
Biologia. I. Título.

**CDD 581.4**

NATANAEL JOSÉ DA SILVA

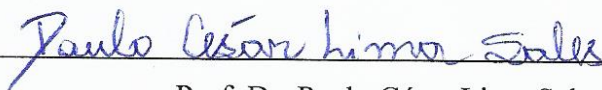
**DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS DE AMBIENTE LÊNTO DO SEMIÁRIDO  
PIAUIENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Piauí, Campus Senador Helvídio Nunes de Barros, como requisito parcial para obtenção do título de Graduado em Licenciatura em Ciências Biológicas.


Orientador: Dr. Paulo César Lima Sales.

Aprovado em 02 / 08 / 2016

**BANCA EXAMINADORA:**



Prof. Dr. Paulo César Lima Sales  
Universidade Federal do Piauí, Campus Senador Helvídio Nunes de Barros



Prof<sup>a</sup> Me. Patrícia da Cunha Gonzaga  
Universidade Federal do Piauí, Campus Senador Helvídio Nunes de Barros



Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Gislanne Brito de Araújo Barros  
Universidade Federal do Piauí, Campus Senador Helvídio Nunes de Barros

Dedico este trabalho aos meus pais e às minhas irmãs pelo apoio, incentivo e compreensão em todos os momentos.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela vida e pelas oportunidades!

À minha família, especialmente aos meus pais (Justiniano da Silva e Joana Nemérzia da Conceição Silva) e às minhas irmãs (Jucilene Silva, Joselane Silva, Heldia Silva e Jorgiane Silva) pelo amor e dedicação com que cuidam de mim e pelos conselhos e apoio.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Paulo César Lima Sales, pelo acolhimento, paciência e dedicação durante todo esse tempo de orientação e pelo incentivo acadêmico.

Aos meus amigos de pesquisa: Eduardo Sousa, Edeilma Barros, Leiciane Leal, Andreia Carvalho, Regizaldo Feitosa, Paloma Thaís, Íris Rocha, pela amizade e auxílio, principalmente na realização deste trabalho. Às minhas amigas Janaina Barbosa e Rafaela Brito que também auxiliaram neste trabalho.

Aos meus amigos de turma, pelas partilhas dos momentos difíceis e pelas conversas.

E a todos que auxiliaram de alguma forma na realização deste trabalho.

Obrigado!

Mesmo que já tenha feito uma longa caminhada,  
sempre haverá mais um caminho a percorrer.

Santo Agostinho

## RESUMO

Diatomáceas são algas unicelulares ou coloniais, pertencentes à divisão Bacillariophyta, caracterizadas pela presença de uma parede celular composta de dióxido de silício (SiO<sub>2</sub>). São amplamente utilizadas para medir a qualidade de água em função da sua sensibilidade às mudanças ambientais. Dessa forma, o presente estudo objetivou descrever a composição de diatomáceas de três lagoas do semiárido, bem como diferenciar esses ambientes quanto à composição e diversidade e descrever a substituição das espécies ao longo do processo de sucessão ecológica. O experimento foi realizado durante 35 dias em substrato artificial. Nove coletas do perifíton foram realizadas durante o experimento para análise posterior das amostras em laboratório. Foram registradas 11 espécies de diatomáceas, distribuídas em 11 gêneros e 11 famílias. Os gêneros com maior riqueza específica foram *Gomphonema*, *Nitzschia* e *Pinnularia*. Os táxons *Gomphonema affine*, *Gomphonema gracile*, *Gomphonema parvulum* e *Nitzschia palea* apresentaram registro para as três lagoas. Dos ambientes estudados, aqueles com maior sombreamento foram mais similares entre si, tanto em relação à composição de espécies quanto em relação à abundância. Para a diversidade, os ambientes com menor sombreamento apresentaram maior diversidade em relação aos mais sombreados. O estudo possui relevância para futuros trabalhos ecológicos e de biomonitoramento com esses organismos.

**Palavras-chave:** Perifíton. Composição. Diatomáceas. Semiárido.



## ABSTRACT

Diatoms are unicellular algae or colonial, belonging to the division Bacillariophyta, characterized by the presence of a cell wall composed of silicon dioxide (SiO<sub>2</sub>). They are widely used to measure the quality of water depending on their sensitivity to environmental changes. Thus, the present study aimed to describe the composition of diatoms of three ponds in the semi-arid, as well as differentiate these environments on the composition and diversity and describe the replacement of species throughout the process of ecological succession. The experiment was conducted for 35 days in artificial substrate. Nine collections of Periphyton were performed during the experiment for later analysis of the samples in the laboratory. We recorded 11 species of diatoms, distributed in 11 genera and 11 families. The genera with the highest specific richness were *Gomphonema*, *Nitzschia* and *Pinnularia*. Taxa *Gomphonema affine*, *Gomphonema gracile*, *Gomphonema parvulum* and *Nitzschia palea* showed record for the three ponds. The environments studied, those with greater shading were more similar to each other, both in relation to the composition of species and in relation to the abundance. For the diversity, the environments with less shading showed greater diversity in relation to more shadows. The study has relevance to future work ecological and biomonitoring with these bodies.

**Keywords:** Periphyton. Composition. Diatoms. Semiarid.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>Perifíton .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2</b>	<b>Biologia das diatomáceas.....</b>	<b>13</b>
2.2.1	MORFOLOGIA .....	13
2.2.2	FISIOLOGIA.....	16
2.2.3	REPRODUÇÃO .....	16
2.2.4	CLASSIFICAÇÃO.....	17
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1</b>	<b>Área de estudo.....</b>	<b>19</b>
<b>3.2</b>	<b>Amostragem .....</b>	<b>20</b>
<b>3.3</b>	<b>Análise das amostras .....</b>	<b>21</b>
<b>3.4</b>	<b>Análise dos dados .....</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>22</b>
<b>4.1</b>	<b>Descrição dos táxons identificados .....</b>	<b>22</b>
<b>4.2</b>	<b>Ecologia.....</b>	<b>33</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O perifíton consiste em uma complexa assembleia de microrganismos (algas, bactérias, fungos e animais), detritos orgânicos e inorgânicos aderidos a substratos inorgânicos ou orgânicos, vivos ou mortos (WETZEL, 1983). A comunidade perifítica desempenha papel extraordinário no metabolismo de um ecossistema aquático, pois participa das etapas fundamentais na estrutura e funcionamento dos ambientes, tais como produção, consumo e decomposição (FELISBERTO; MURAKAMI, 2013).

O componente mais estudado do perifíton é a alga, considerado importante produtor primário dos ecossistemas aquáticos. Entre os diversos grupos de algas perifíticas, está o das diatomáceas (Bacillariophyta) que forma uma parcela significativa na comunidade (MORESCO; RODRIGUES, 2013). As diatomáceas são caracterizadas pela composição da parede celular de sílica e vivem em um amplo domínio de habitats aquáticos e terrestres (REIS, 2014).

Há uma estimativa de 20.000 a 2 milhões de espécies de diatomáceas na Terra. Esse intervalo do número de espécies é tão grande porque os cientistas ainda estão trabalhando para entender aspectos básicos sobre o que é uma espécie de diatomácea e porque as formas novas e diversificadas ainda estão sendo descobertas e descritas em publicações científicas (SPAULDING; LUBINSKI; POTAPOVA, 2010).

As diatomáceas têm sido amplamente utilizadas para avaliar a qualidade da água em rios de diversas partes do mundo, considerando-se a sensibilidade dessas algas a parâmetros físicos e químicos da água, especialmente pH, condutividade, concentração de nutrientes, matéria orgânica e oxigênio (BLANCO; ECTOR; BÉCARES, 2004; ELORANTA; SOININEN, 2002; LEVKOV et al., 2007). Além de sua relevância como eficientes indicadores das mudanças ambientais, esses organismos contribuem também para a reconstrução da história de lagos e estudos paleoclimáticos, em virtude de suas frústulas silicosas facilmente preservadas no registro fóssil (COX, 1996; FONTANA et al., 2014; SOUZA et al., 2007; TAYLOR; WHITEHEAD; DOMACK, 2001).

Apesar do importante papel das algas perifíticas no biomonitoramento de ambientes aquáticos, os estudos com essa comunidade ainda são escassos no Brasil, sobretudo para a região Nordeste, sendo o estado do Piauí desprovido de pesquisas com a comunidade perifítica. Nesse sentido, este estudo apresenta como problema de pesquisa responder qual é a composição de diatomáceas em três ambientes lênticos do semiárido piauiense. A maior parte dos estudos

realizados com o perifíton no Brasil ocorrem nas regiões Sul e Sudeste, especialmente Paraná, São Paulo, Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro, totalizando mais de 71% dos estudos (SCHNECK, 2013).

Dessa forma, a presente trabalho objetivou descrever a composição de diatomáceas de três lagoas do semiárido, bem como diferenciar esses ambientes quanto à composição e diversidade e descrever a substituição das espécies ao longo do processo de sucessão ecológica, contribuindo com o conhecimento da flórua de diatomáceas do semiárido piauiense e com a futura utilização dessas algas como bioindicadoras nos mais diversos ambientes aquáticos da Caatinga.

O trabalho está estruturado em quatro partes. A primeira consiste na revisão de literatura sobre os assuntos abordados na pesquisa. A segunda apresenta uma descrição detalhada da metodologia utilizada. A terceira é composta pelos resultados e discussões das análises dos dados acerca da composição, diversidade e sucessão ecológica das diatomáceas, e a quarta e última parte consiste na conclusão do trabalho.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Perifíton

De acordo com Wetzel (1983), o termo perifíton designa uma complexa comunidade de microrganismos, detritos orgânicos e inorgânicos aderidos a substratos orgânicos e inorgânicos. O perifíton se desenvolve na superfície de rochas, em vegetações ou em qualquer outra base submersa em rios, lagos, lagoas, riachos, córregos, brejos, estuários, áreas alagáveis e trechos encachoeirados de rios. Desenvolve-se também em superfície úmidas, como muros, solos, ou “tapetes” ou “cabeleiras” verdes, verde-amareladas ou marrons em múltiplos substratos, nas regiões tropicais, temperadas, mas também nas desérticas e polares (FERNANDES; ESTEVES, 2011).

As algas perifíticas possuem uma grande diversidade de formas de vida. Os tipos de talo podem variar desde unicelulares, coloniais, pseudofilamentosos, filamentosos simples não ramificados, filamentosos ramificados, filamentosos com falsa ramificação, sifonáceos ou cenocíticos até formas pseudoparenquimatosas. Em relação aos tipos de aderência ao substrato, existem diferentes adaptações morfológicas ao substrato desde formas firmemente aderidas ao substrato, aderidas por mucilagem almofada, aderidas na extremidade por uma haste de mucilagem, mucilagem em tubo, apressório terminal na célula basal até algas filamentosas com hábitos heterotróficos (BURLIGA; SHWARZBOLD, 2013).

A comunidade perifítica é um dos principais produtores primários nos ecossistemas aquáticos. É considerada uma formidável fonte de matéria orgânica autóctone, significando o principal local de deposição de carbono orgânico, tendo um extraordinário papel na mineralização da matéria orgânica dissolvida e na ciclagem de nutrientes, que por sinal é um excelente sequestrador de nutrientes (N e P) e, portanto, usada no pré-tratamento de águas residuárias. Dessa forma, é fonte de alimento para inúmeros invertebrados e peixes atuando como componente-chave para teia alimentares dos sistemas (FERNANDES; ESTEVES, 2011).

O perifíton desempenha um importante papel como bioindicador da qualidade de água em ecossistemas aquáticos (FERRAGUT; BICUDO, 2009; NEWMAN; MCCORMICK; BACKUS, 2003). De acordo com Lowe e Pan (1996), essa comunidade apresenta diversos atributos que a torna ideal para o monitoramento da qualidade da água. Tais atributos incluem: ampla distribuição nos ecossistemas aquáticos; modo de vida sésil, ou seja, não migra em condições adversas; é geralmente rico em espécies, sendo um sistema rico de informações

ecológicas; as espécies apresentam ciclos-de-vida curtos, de forma a responderem mais rapidamente às alterações ambientais quando comparadas a outros organismos, tais como invertebrados bentônicos ou macroalgas.

De acordo com Stevenson, Bothwell e Lowe (1996), o perifíton atua ainda como modulador químico transformando muitas formas inorgânicas em orgânicas nos ecossistemas aquáticos e como fixador de nitrogênio atmosférico, aumentando a produtividade primária em habitats com alta concentração de nitrogênio.

Segundo Fernandes e Esteves (2011), apesar de sua importância, há ainda uma escassez de estudos com a comunidade perifítica, especialmente no que diz respeito à taxonomia das diversas formas e à dinâmica da comunidade. O perifíton é composto por organismos muito diversos, autotróficos e heterotróficos, o que torna mais difícil a identificação dos mesmos e a compreensão de suas relações ecológicas (FERNANDES; ESTEVES, 2011).

## **2.2 Biologia das diatomáceas**

### **2.2.1 MORFOLOGIA**

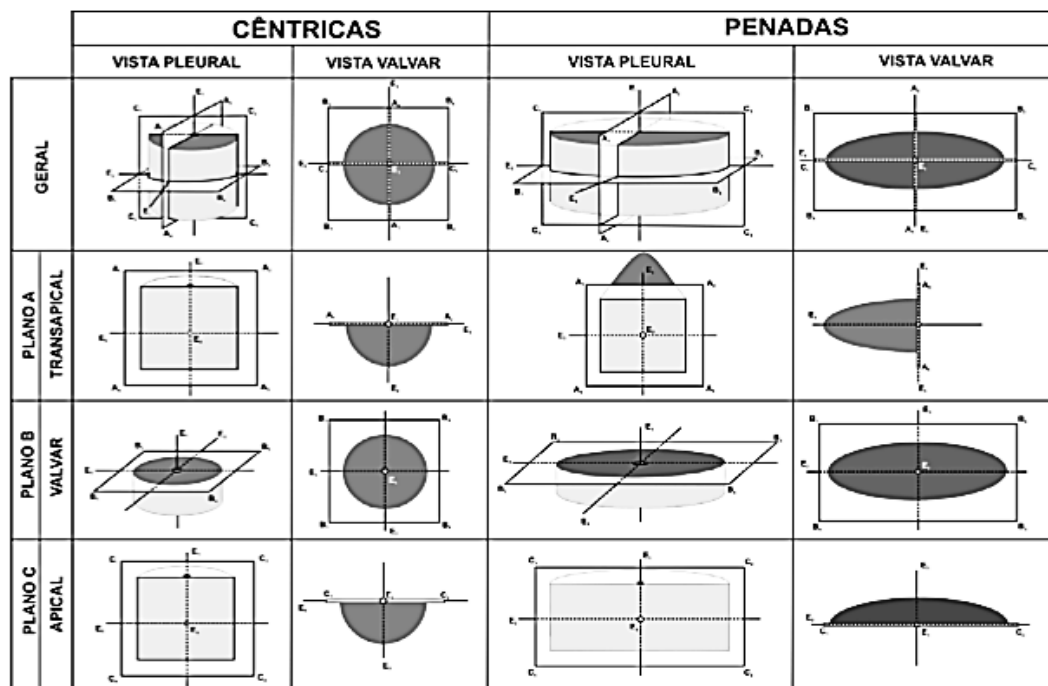
Diatomáceas são algas unicelulares ou coloniais, pertencentes à divisão Bacillariophyta, caracterizadas pela presença de uma parede celular composta de dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ). O termo “diatomácea” significa “dividir em dois” e foi aplicado pela primeira vez pelos primeiros microscopistas, os quais estavam intrigados por estes organismos presentes em quase todos os corpos d’água, no interior de “caixas de vidro” microscópicas (RAVEN; EVERT, 2007; SPAULDING; LUBINSKI; POTAPOVA, 2010; STOERMER; JULIUS, 2003).

As diatomáceas são altamente ornamentadas, com uma variedade surpreendente de formas geométricas regulares (MANN, 2010; SPAULDING; LUBINSKI; POTAPOVA, 2010). Tal variabilidade de formas permite a divisão dessas algas em padrões cêntrico e/ou penado de morfologia radial ou bilateral de simetria (Figura 1). Dessa forma, estruturas tão diferentes entre si quanto esféricas, cilíndricas, discoidais, elipsoidais, sigmoides, estreladas ou polígonos complexos podem ser organizadas conforme esses simples padrões de morfologia e simetria (Figura 2) (VIEIRA, 2011).

A parede celular, também denominada frústula, é constituída de duas peças denominadas tecas. A teca maior é chamada de epiteca enquanto a menor é chamada de

hipoteca, podendo ou não serem morfologicamente idênticas. Cada teca é formada por uma valva e um ou mais cingulos. De modo análogo, a valva da epiteca é chamada de epivalva e a da hipoteca é chamada de hipovalva (VIEIRA, 2011). Esta se encaixa perfeitamente no interior da outra, semelhante a duas placas de Petri, para formarem juntas um recipiente completo (STOERMER; JULIUS, 2003).

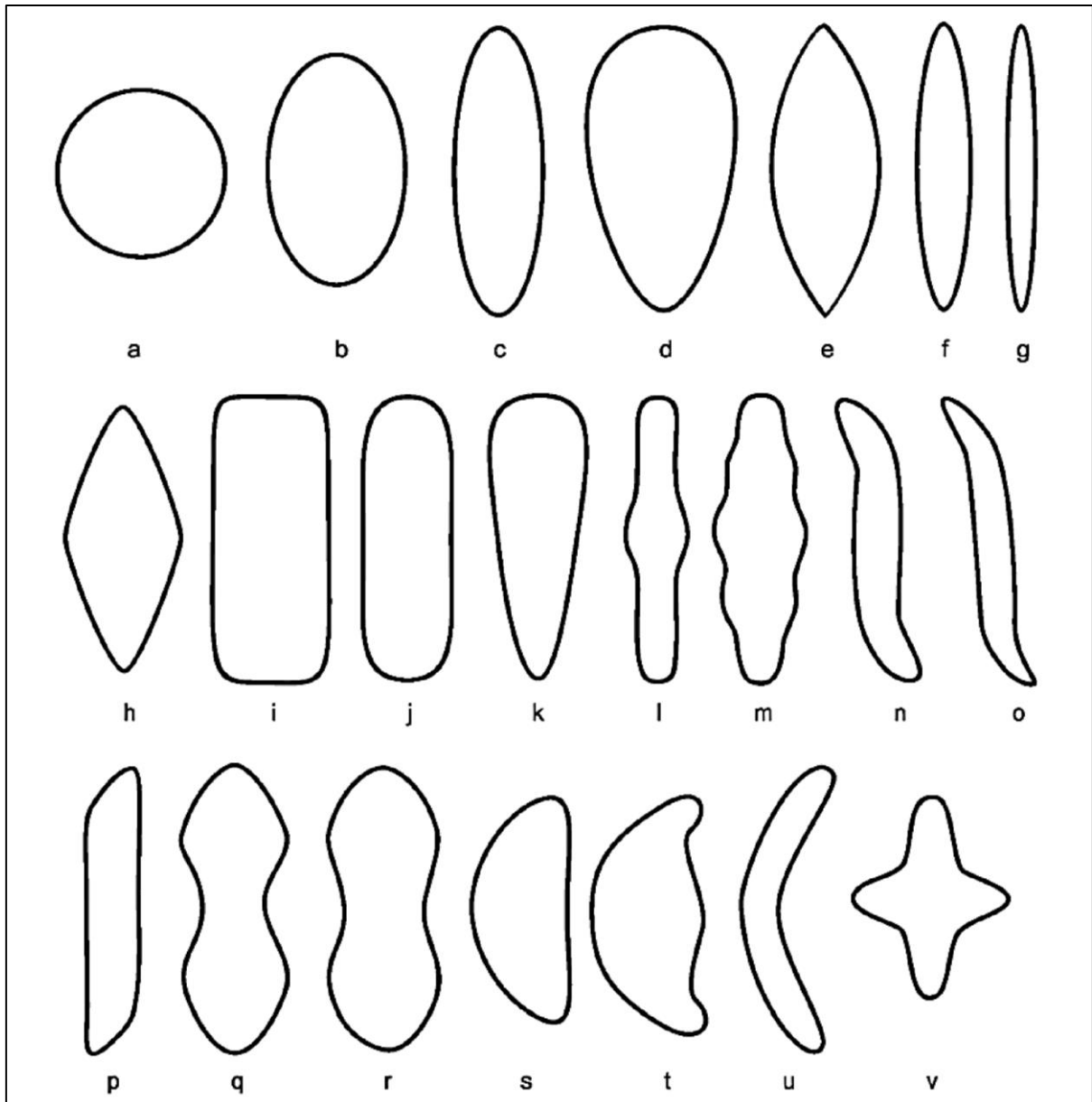
As diatomáceas apresentam padrões morfológicos gerais que permitem organizar toda a variedade de formas em poucos grupos. Esses padrões baseiam-se na geometria espacial de suas frústulas observadas sob determinado ângulo. Existem dois ângulos de observações possíveis, chamados vista valvar, quando o eixo da visão do observador é perpendicular à face valvar e vista pleural, quando o eixo de visão do observador é perpendicular à pleura. Esses ângulos de visão permitem o estabelecimento de um sistema geométrico tridimensional de referência fundamental para o reconhecimento e distinção das diatomáceas, constituído de três eixos e três planos ortogonais entre si (Figura 1) (VIEIRA, 2011).



**Figura 1** – Padrões de Simetria em Diatomáceas Cêntricas e Penadas. Onde: E1 = eixo perivalvar, E2 = Eixo apical E3 = Eixo transapical e A1 a A4 são os vértices do plano transapical, B1 a B4 são os vértices do plano valvar e C1 a C4 são os vértices do plano apical. Notar que nas cêntricas, os eixos E2 e E3 são iguais e, conseqüentemente, os planos apicais e transapical são também iguais. Fonte: (VIEIRA, 2011).

Os três eixos desse sistema tridimensional são o perivalvar, que atravessa os centros de ambas as faces valvares equivalendo à altura, o apical, também chamado de periapical, que atravessa as margens opostas das faces valvares, porém formando ângulo ortogonal ao eixo transapical equivalendo à largura, e o transapical, também chamado de radial ou pleural, que

atravessa as margens opostas das faces valvares ou da cinta equivalendo ao comprimento. Os três planos são o transapical, formado pelos eixos pervalvar e transapical, o valvar, formado pelos eixos transapical e apical paralelo à face valvar, e o apical, formado pelos eixos pervalvar e apical (Figura 1) (VIEIRA, 2011).



**Figura 2** – Diagrama com formas valvares e pleurais das diatomáceas. Todas isopolares, exceto **d** e **k** (isopolares) e **s-u** (dorsiventrals). **a**, circular; **b**, elíptica; **c**, elíptica estreita; **d**, ovalada; **e**, amplamente lanceolada; **f**, lanceolada; **g**, fusiforme; **h**, romboide; **i**, retangular; **j**, linear; **k**, clavada; **l**, linear com região mediana expandida; **m**, triondulada; **n**, sigmoide; **o**, sigmoide lanceolada; **p**, sigmoide linear; **q**, panduriforme; **r**, panduriforme ligeiramente contraída; **s**, semi-circular; **t**, semi-circular com borda ventral inchada; **u**, em forma de lua ou arqueada; **v**, cruciforme (TAYLOR; HARDING; ARCHIBALD, 2007).



### 2.2.2 FISILOGIA

As diatomáceas possuem pigmentos de clorofila *a* e *c*, com os quais captam a energia solar no processo de fotossíntese, e pigmentos acessórios como fucoxantina e  $\beta$ -caroteno, que lhes conferem coloração dourada. As células das diatomáceas estocam energia na forma de crisolaminarina (um carboidrato), e lipídios. A alta produção de lipídios em muitas espécies, gerou grande interesse no uso de diatomáceas como uma fonte de biocombustíveis. De fato, como uma das importantes fontes globais de fixação de carbono, as diatomáceas já são um biocombustível importante para as teias alimentares aquáticas. Estima-se que a atividade fotossintética dessas algas produz entre 20 e 40% do oxigênio da Terra (SPAULDING; LUBINSKI; POTAPOVA, 2010).

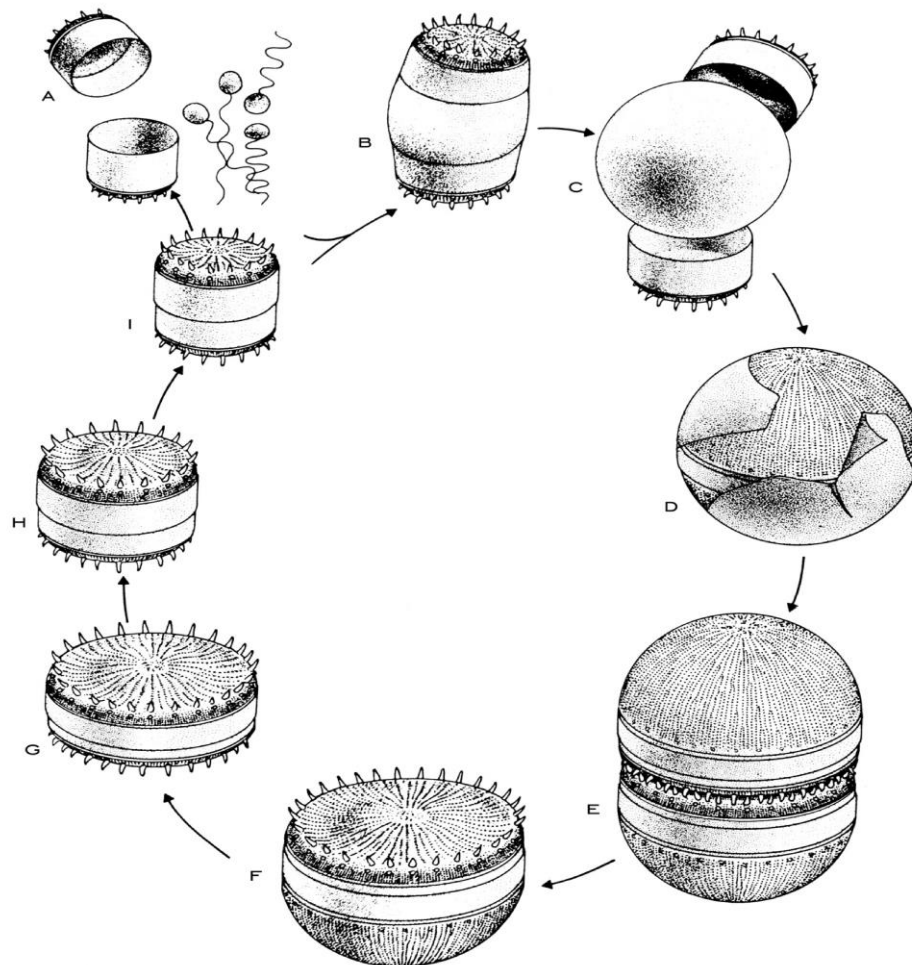
### 2.2.3 REPRODUÇÃO

As diatomáceas podem se reproduzir tanto sexuada como assexuadamente. Durante a maior parte do seu ciclo elas se reproduzem assexuadamente, por divisão binária simples (VIEIRA, 2011). A fase vegetativa, como também é chamada a porção assexuada do ciclo, é constituída por indivíduos diploides e caracterizada por divisões celulares mitóticas. Já na fase sexual, os indivíduos diploides formam gametas haploides por divisão meiótica, havendo grandes variações no número, tipo e comportamento dos gametas formados e no desenvolvimento do zigoto, ou auxósporo (STOERMER; JULIUS, 2003).

Na fase vegetativa, cada célula filha recebe uma metade da frústula da célula parental e forma uma nova metade. Como consequência, uma das novas células será morfologicamente menor que a célula parental, e após uma longa série de divisões celulares, o tamanho das diatomáceas na população terá reduzido muito. Tal fato desencadeia a reprodução sexuada. As células que se originam da divisão de um zigoto (auxósporo) voltam a ter o tamanho máximo da espécie (Figura 3) (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007).

O ciclo sexual das diatomáceas é gamético, como ocorre nos animais e em algumas algas marinhas pardas e verdes. A reprodução sexuada em diatomáceas cêntricas é oogâmica. Os gametas masculinos, que podem ter um único flagelo pinado, são as únicas células flageladas encontradas nas diatomáceas ao longo de todo o seu ciclo de vida. Nas diatomáceas penadas, a reprodução sexuada é isogâmica e os gametas masculinos e femininos são aflagelados. Ambos

os tipos de reprodução sexuada produzem frústulas vazias, que prontamente se sedimentam (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007).



**Figura 3** – Diagrama do ciclo de vida das diatomáceas. (A) Valvas separadas da célula gametangial masculina com seus gametas. (B) Célula gametangial feminina em expansão contendo o gameta feminino. (C) Zigoto em expansão após a fecundação. (D) auxósporo expandido com perizônio. (E-F) Células resultantes das primeiras divisões mitóticas. (G-I) diminuição do tamanho em série durante a fase assexuada. (I) Faixa de tamanho na qual a reprodução sexuada é induzida (STOERMER; JULIUS, 2003).

#### 2.2.4 CLASSIFICAÇÃO

A classificação das diatomáceas é geralmente baseada na morfologia da frústula, com famílias e gêneros sendo delimitados em simetria, forma e arranjo das estruturas valvares observados ao microscópio óptico (COX, 1996). No entanto, essa taxonomia vem passando por um processo de reformulação uma vez que técnicas como a microscopia eletrônica de varredura e de transmissão tem permitido estudos ultraestruturais da frústula, capazes de desvendar estruturas morfológicas imperceptíveis sob microscopia óptica (LOBO, 2013).

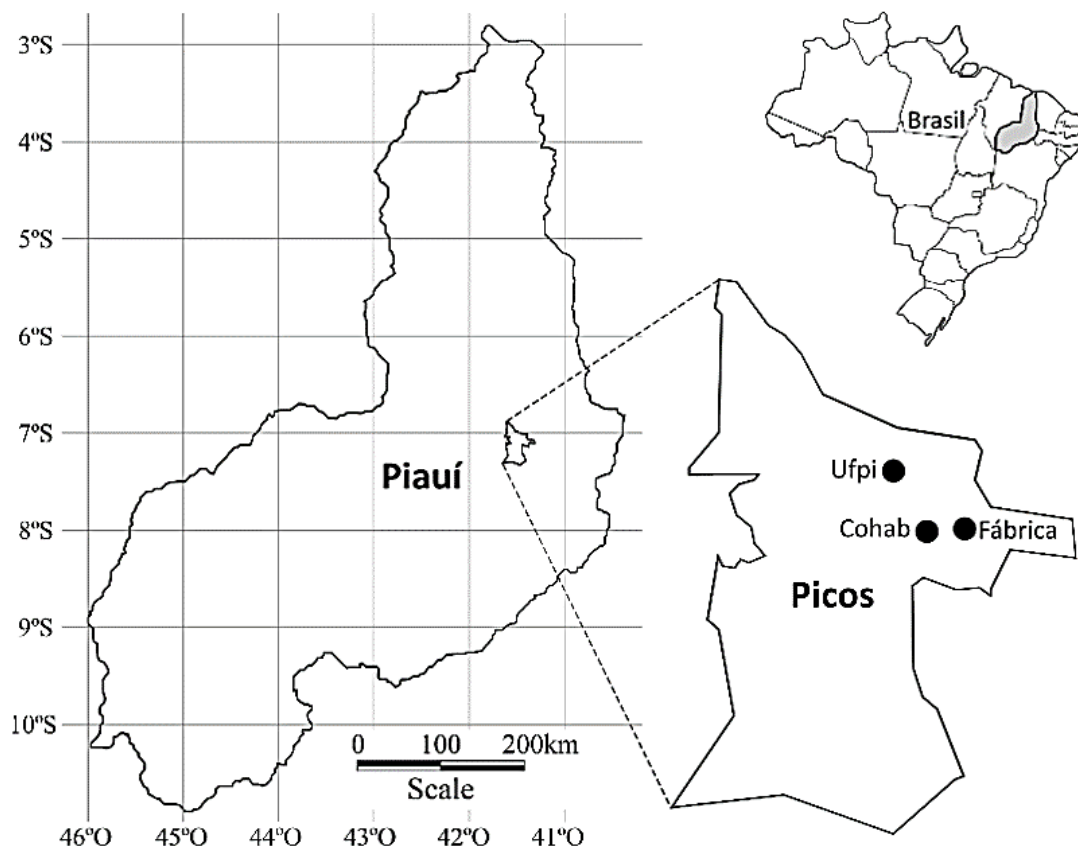
A sistemática tradicional classificou as diatomáceas em dois grandes grupos, as cêntricas e as penadas, ou rafídeas e arrafídeas (Figura 1) (LUDWIG; TREMARIN, 2013). Porém na proposta de Round, Crawford e Mann (1990) *apud* Mann (2010), a divisão Bacillariophyta foi dividida em três classes: Coscinodiscophyceae (diatomáceas cêntricas), Fragilariophyceae (penadas arrafídeas) e Bacillariophyceae (penadas rafídeas), que correspondem a três dos principais tipos de organização valvar.

Em contrapartida às propostas anteriores, com o intuito de descobrir as relações filogenéticas do grupo, foram realizados estudos genéticos e ultraestruturais das células para alcançar propostas de um sistema de classificação com duas grandes linhagens, as subdivisões taxonômicas: Coscinodiscophytina com uma classe (Coscinodiscophyceae, que inclui as diatomáceas cêntricas radiais) e Bacillariophytina com duas classes (Mediophyceae e Bacillariophyceae, que incluem as diatomáceas cêntricas polares e as penadas, respectivamente) (MEDLIN; KACZMARSKA, 2004 *apud* LUDWIG; TREMARIN, 2013; MANN, 2010).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado em três lagoas do semiárido, no município de Picos, estado do Piauí, Brasil, entre 15 de março a 19 de abril de 2014 (Figura 1). Regiões semiáridas são caracterizadas por apresentarem clima quente, com temperatura média anual acima de 18° C e tempo seco de no mínimo seis meses, em casos mais brandos, e de até 11 meses em casos mais extremos (IBGE, 2002).



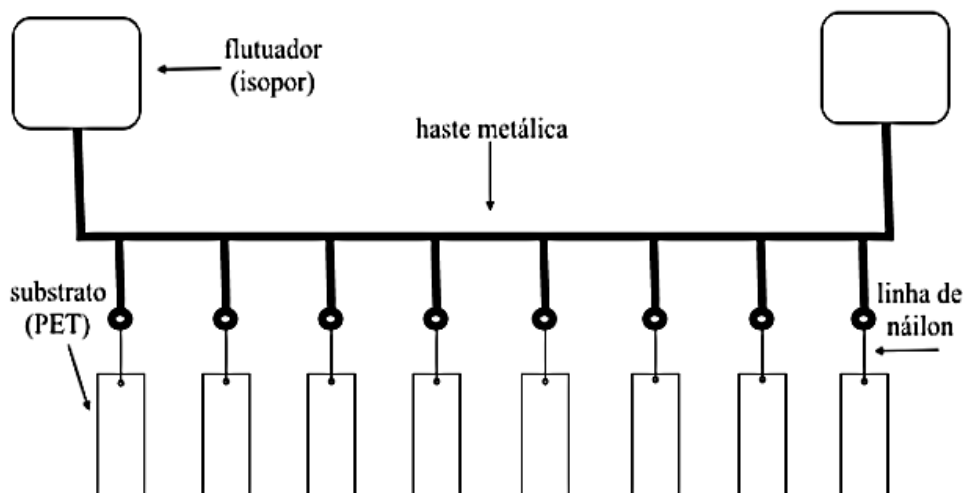
**Figura 4** – Área de estudo: lagoas em regiões semiáridas no município de Picos, estado do Piauí, Brasil. **Fonte:** Imagem aérea Google Earth, 2013.

As três lagoas foram denominadas de lagoa Fábrica, lagoa Ufpi e lagoa Cohab. A lagoa Fábrica (S 07°05.256'; W 041°24.019') apresenta uma área de 3.225 m<sup>2</sup> e profundidade máxima de 1,8 m. Encontra-se protegida por arbustos e cactáceas típicas do bioma caatinga, que se estendem de 12 a 100 m a partir de sua margem. Próxima à margem e adentrando a lagoa, ocorre vegetação rasteira dominada por *Ipomoea* sp. Apresenta predominância da macrófita emersa *Hymenachne* sp. e da macrófita flutuante *Lemna* sp., que se tornou abundante ao longo do

período de coleta. A lagoa Ufpi (S 7°04'48.71"; W 41°26'11.57") possui uma área de 24.785 m<sup>2</sup> e profundidade máxima de 1,6 m. Formada pelo barramento de um riacho, encontra-se aos fundos da Universidade Federal do Piauí. A maior parte de sua área apresenta-se coberta pela macrófita dominante emersa *Typha* sp., além da presença abundante de *Eleocharis* sp., principalmente em suas margens. A lagoa Cohab (S 7°05'23.59") possui uma área de 2.106 m<sup>2</sup> e uma profundidade máxima de 2,10 m. É desprovida de macrófitas aquáticas, mas possui algumas gramíneas distribuídas espaçadamente próximas a suas margens, além de *Ipomoea* sp., dominante em sua margem e que adentra à lagoa.

### 3.2 Amostragem

Substratos artificiais confeccionados de PET (polietileno tereftalato) medindo 2 x 5 cm e área total de 20 cm<sup>2</sup> foram submersos a uma profundidade de cerca de 15 cm, presos por linha de náilon a uma haste metálica sustentada por flutuadores de isopor, em 15 de março de 2014.



**Figura 5** – Aparato para o substrato artificial instalado nas três lagoas (Fábrica, Ufpi, Cohab). **Fonte:** autoria própria.

As amostragens dos substratos artificiais foram realizadas no 1°, 3°, 5°, 7°, 10°, 14°, 21°, 28° e 35° dia de colonização e sucessão. Alíquotas de 1 litro de água em triplicatas foram coletadas na subsuperfície da coluna de água para determinação dos nutrientes na água. Para cada amostragem, o perifíton foi removido do substrato artificial com o auxílio de jatos de água e escova, acondicionado em frascos de acrílico e fixados em solução Transeau na proporção

1:1 para determinação da riqueza, e em lugol para determinação da densidade de indivíduos, segundo Bicudo e Meneses (2006).

### **3.3 Análise das amostras**

Em laboratório, foram transferidos 2 ml de cada amostra para tubos de falcon individuais. Foram acrescentados aos tubos 4 ml de hipoclorito de sódio, sendo as amostras homogeneizadas nos tubos por 20 minutos com o auxílio de uma pipeta plástica. Em seguida, os tubos foram completados com água destilada e centrifugados a 3000 rpm por 3 minutos. O sobrenadante foi descartado e os tubos completados novamente com água destilada. O processo de centrifugação foi repetido por mais três vezes para retirada do hipoclorito. Após o último descarte do sobrenadante, cada tubo foi novamente completado com água destilada e o material homogeneizado. Duas gotas de cada amostra homogeneizada foram colocadas sobre lamínulas individuais, dispostas sobre uma chapa quente. Após a secagem, as lamínulas foram fixadas sobre lâminas de microscópio para preparação de lâminas semipermanentes. As diatomáceas foram identificadas ao microscópio óptico, fotografadas e pranchas foram montadas para confirmação dos táxons por meio de literatura especializada.

### **3.4 Análise dos dados**

Para a identificação e descrição das diatomáceas foram examinadas as seguintes obras taxonômicas: Metzeltin e Lange-Bertalot (2007), Spaulding, Lubinski e Potapova (2016), Wetzel (2006), Taylor, Harding e Archibald (2007), Schwarsbold, Burliga e Torgan (2013), Bicudo e Menezes (2006).

Para a comparação das três lagoas estudadas foram utilizados os índices de dissimilaridade de Sorensen ( $S_s$ ), baseado na presença e ausência das espécies, e Bray-Curtis ( $S_b$ ), baseado na abundância. A diversidade para os três ambientes foi medida pelo o índice de Simpson ( $S_b$ ). Os índices de dissimilaridade e diversidade foram obtidos através do pacote Vegan (Dissimilarity Indices for Community Ecologists), utilizando-se o software livre R.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Descrição dos táxons identificados

O estudo permitiu a identificação de 18 táxons distribuídos em 11 gêneros e 11 famílias (tabela 1).

**Tabela 1.** Lista de táxons encontrados com seus respectivos gêneros, famílias e abundância entre os ambientes estudados. **Fonte:** dados da pesquisa.

Família/Espécie	Densidade (ind.cm <sup>-2</sup> )		
	Lagoa Cohab	Lagoa Ufpi	Lagoa Fábrica
ANOMOEONEIDACEAE			
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i>	0	658	0
STAURONEIDACEAE			
<i>Craticula ambigua</i>	45	0	0
STEPHANODISCACEAE			
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0	2360	1132
DIADESMIDACEAE			
<i>Diadismis confervacea</i>	0	732	2454
CYMBELLACEAE			
<i>Encyonema</i> sp.	0	80	0
EUNOTIACEAE			
<i>Eunotia</i> sp.	0	8325	20496
GOMPHONEMATACEAE			
<i>Gomphonema affine</i>	862	124	517
<i>Gomphonema gracile</i>	2459	87	1676
<i>Gomphonema parvulum</i>	10734	816	936
<i>Gomphonema</i> sp.	0	21	2310
NAVICULACEAE			
<i>Navicula capitatoradiata</i>	60	0	1040
BACILLARIACEAE			
<i>Nitzschia amphibia</i>	3679	0	0
<i>Nitzschia palea</i>	5228	920	62498
<i>Nitzschia</i> sp.	983	0	0
PINNULARIACEAE			
<i>Pinnularia acrosphaeria</i>	0	169	0
<i>Pinnularia divergens</i>	0	0	381
<i>Pinnularia microstauron</i>	0	0	2565
SELLAPLORACEAE			
<i>Sellaphora rhombicarea</i>	517	247	0

### ***Anomoeoneis* Pfitzer 1871**

Frústulas solitárias. Valvas lanceoladas, geralmente com extremidades rostradas a capitadas. Superfície valvar plana curvando levemente para o manto. Zona central simétrica ou assimétrica, estendendo-se unilateralmente para as margens da valva. Extremidades distais da rafe curvadas para o mesmo lado e, geralmente, distintas. Áreas hialinas interrompem irregularmente as estrias em maior ou menor quantidade. Estrias unisseriadas conspícuas, com aréolas circulares ocluídas ou não. Aréolas mais espaçadas entre si e arranjadas em fileiras longitudinais irregulares sobre a superfície valvar, mas dispostas em fileira ordenada em ambos os lados do esterno da rafe. Várias aréolas parecem estar preenchidas com sílica, produzindo o efeito de “aréolas fantasmas” ao microscópio óptico.

#### ***Anomoeoneis sphaerophora* Pfitzer 1871 (Prancha 1)**

**Dimensões:** Comprimento: 25-80 µm; Largura: 13-22 µm; Densidade de estrias: 15-20/ 10 µm.

**Descrição:** Valvas linear-elípticas, elíptico-lanceoladas ou rômbico-lanceoladas. Ápices prolongados, rostrados ou capitados. Caracterizada por ampla área lateral hialina.

**Ecologia:** Espécie litoral comum, ocorrendo em ambientes aquáticos com moderado a alto conteúdo eletrolítico. Tolerante a níveis críticos de poluição.

### ***Craticula* Grunow 1868**

Frústulas solitárias. Valvas lanceoladas. Extremidades estreitas, rostradas ou capitadas. Estrias paralelas formando ângulo de 90 graus com a rafe, unisseriadas e delicadamente areoladas. Esterno da rafe linear, estreito e espessado. Área central ausente ou diminuta. Valvas craticulares tem um esterno da rafe e um sistema de costelas transversais irregularmente espaçadas.

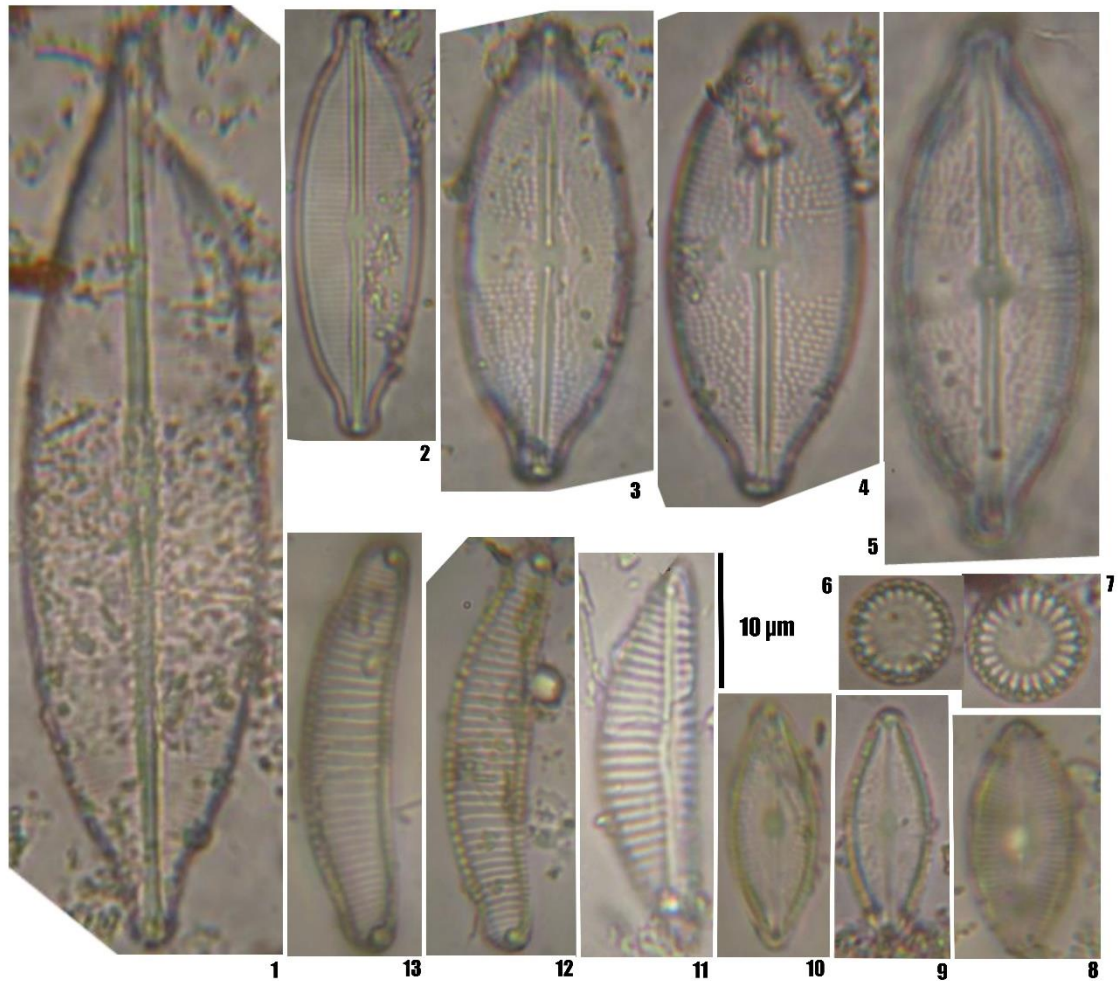
#### ***Craticula ambigua* (Ehrenberg) D. G. Mann 1990 (Prancha 1)**

**Dimensões:** Comprimento: 42-95 µm; Largura: 13-24 µm; Densidade de estrias: 15-18 /10 µm.

**Descrição:** Valvas grandes com extremidades rostradas ou sub-capitadas. Estrias ligeiramente radiadas tornando-se convergentes próximo às extremidades.



**Ecologia:** Espécie cosmopolita, geralmente epipélica, encontrada em ambientes eutróficos com moderada a alta concentração de eletrólitos. Tolerante a altos níveis de poluição.



**Figura 6** – PRANCHA 1. *Craticula ambigua* (Ehrenberg) D. G. Mann (1-2); *Anomoeoneis sphaerophora* Pfitzer (3-5); *Cyclotella meneghiniana* Kützing (6-7); *Diadismis confervacea* Kützing (8-10); *Encyonema* sp. (11); *Eunotia* sp (12-13). **Fonte:** autoria própria.

### *Cyclotella* (Kützing) Brébisson 1838

Diatomáceas cêntricas com frústulas cilíndricas, diâmetro maior do que o comprimento do eixo pervalvar, solitárias ou formando cadeias filamentosas vinculadas por cordões mucilaginosos. Valvas circulares com ondulação tangencial ou concêntrica na superfície valvar. Estrias radiais que se estendem do centro ou ausentes na região central, mas se agrupando em fascículos na região mais externa da valva. Frequente presença de câmaras internas sob cada um dos feixes de estrias marginais, as quais aparecem como ornamentações lineares radiais mais ou menos grosseiras sobre a superfície valvar. Área central hialina ou ornamentada por

pequenas estruturas arredondadas ou lineares que ocorrem tanto dispersas quanto com padrões de disposição específicos.

Ao microscópio eletrônico, tais estruturas podem ser representadas por aréolas, fultopórtulas ou pequenos espessamentos silícios em forma de grânulos. Algumas vezes, podem ocorrer espinhos delicados no manto valvar. Espinhos desenvolvidos ausentes. Fultopórtulas presentes em anel próximo da margem valvar e, muitas vezes, dispersas na área central. Pequeno número de rimopórtulas (uma a cinco) localizadas entre os fascículos de estrias ou na margem da área central.

***Cyclotella meneghiniana* Kützing 1844** (Prancha 1)

**Dimensões:** Diâmetro: 5-43  $\mu\text{m}$ ; Densidade de estrias: 6-10 /10  $\mu\text{m}$ .

**Descrição:** Região central tangencialmente ondulada com 1-5 fultopórtulas na face valvar. Estrias interfasciculares na região marginal com extremidades em forma de espinha.

**Ecologia:** táxon com distribuição cosmopolita no bentos e plâncton de rios, córregos e lagos eutróficos, ricos em eletrólitos.

***Diadesmis* Kützing 1844**

Frústulas solitárias ou formando cadeias pela união das células através da superfície valvar. Valvas lineares a lanceoladas frequentemente bacilares, não ultrapassando 25  $\mu\text{m}$ . Extremidades sub-rostradas ou amplamente arredondadas. Na junção entre a superfície valvar e o manto ocorre uma saliência de sílica ou uma fileira de curtos espinhos. Esterno da rafe central, relativamente largo. Área central amplamente expandida, circular ou atingindo as margens valvares. Estrias unisseriadas com aréolas arredondadas ou transapicalmente alongadas. Rafe reta com extremidades proximais e distais simples ou em forma de "T". Nódulo central espessado fortemente refringente quando observado em microscopia óptica.

***Diadesmis confervacea* Kützing 1844** (Prancha 1)

**Dimensões:** Comprimento: 9-28  $\mu\text{m}$ ; Largura: 4-10  $\mu\text{m}$ ; Densidade de estrias: 15-26 /10  $\mu\text{m}$ .

**Descrição:** Valvas elípticas com ápices pouco prolongados. Ampla área central hialina. Nódulo central arredondado. Valvas dispostas formando cadeias.

**Ecologia:** Espécie cosmopolita encontrada em vários ambientes, incluindo águas eutróficas, extremamente poluídas e ricas em eletrólitos.

### ***Encyonema* Kützing 1833**

Frústulas assimétricas em relação ao eixo apical e simétricas em relação ao eixo transapical. Margem dorsal convexa, altamente arqueada e extremidades afiladas, margem ventral reta ou quase reta. Extremidades distais da rafe curvadas ventralmente. Superfície valvar plana. Estrias unisseriadas contendo aréolas alongadas longitudinalmente. Campo de poros apicais ausentes. Estigmas localizados no lado dorsal da área central, quando presentes. Células solitárias ou formando colônias dentro de tubos mucilaginosos.

***Encyonema* sp.** (Prancha 1)

### ***Eunotia* Ehrenberg 1837**

Valvas isopolares, dorsoventrais e assimétricas em relação ao eixo apical. Margem dorsal convexa, lisa ou ondulada e margem ventral reta ou côncava. Estrias irregularmente espaçadas e arranjadas sobre um esterno estreito próximo à ou na margem da superfície valvar. Estrias unisseriadas formadas por poros arredondados. Fissura da rafe curta, restrita às extremidades valvares e curvadas no sentido da margem dorsal ou do centro da valva. Uma rimopórtula presente no ápice de cada valva. Células solitárias, livres ou ligadas por uma haste mucilaginosa, ou coloniais.

***Eunotia* sp.** (Prancha 1)

### ***Gomphonema* Ehrenberg 1832**

Frústulas coloniais, aderidas ao substrato por um filamento de mucilagem secretado através da extremidade basal da valva. Valvas lineares a lanceoladas, heteropolares, extremidades apicais rostradas a capitadas e extremidades basais atenuadas a arredondadas.

Estrias unisseriadas, podendo ser bisseriadas. Pequenos poros arredondados e não ocluídos estão presentes na extremidade basal. Esterno da rafe reto e central. Rafe central reta ou levemente ondulada, com terminações proximais expandidas e retas. Terminações distais levemente curvadas. Fendas da rafe desiguais em comprimento, sendo a fissura superior mais curta. Estigma simples às vezes presente próximo à área central da valva.

***Gomphonema affine* Kützing 1844** (Prancha 2)

**Dimensões:** Comprimento: 36-88  $\mu\text{m}$ ; Largura: 9-13.6  $\mu\text{m}$ ; Densidade de estrias: 8-11 /10  $\mu\text{m}$ .

**Descrição:** Valvas heteropolares, clavadas com ápices abruptamente e agudamente arredondados, amplas e fracamente cuneiformes em vista valvar. Depressões presentes na superfície valvar. Área axial linear estreitando ligeiramente em direção aos ápices.

**Ecologia:** Espécie tropical ou subtropical tolerante a elevadas concentrações de eletrólitos.

***Gomphonema gracile* Ehrenberg 1838** (Prancha 2)

**Dimensões:** Comprimento: 20-30  $\mu\text{m}$ ; Largura: 4-6  $\mu\text{m}$ ; Densidade de estrias: 9-17 /10  $\mu\text{m}$ .

**Descrição:** Valvas fracamente heteropolares, clavadas, lanceoladas a rômbico-lanceoladas, estreitas e fracamente cuneiformes em vista pleural. Área axial linear estreitando ligeiramente em direção aos ápices. Área central arredondada, geralmente assimétrica, formada pelo encurtamento das estrias centrais.

**Ecologia:** Espécie cosmopolita. Pode ser encontrada em águas ricas em eletrólitos, porém não tolera altos níveis de poluição.

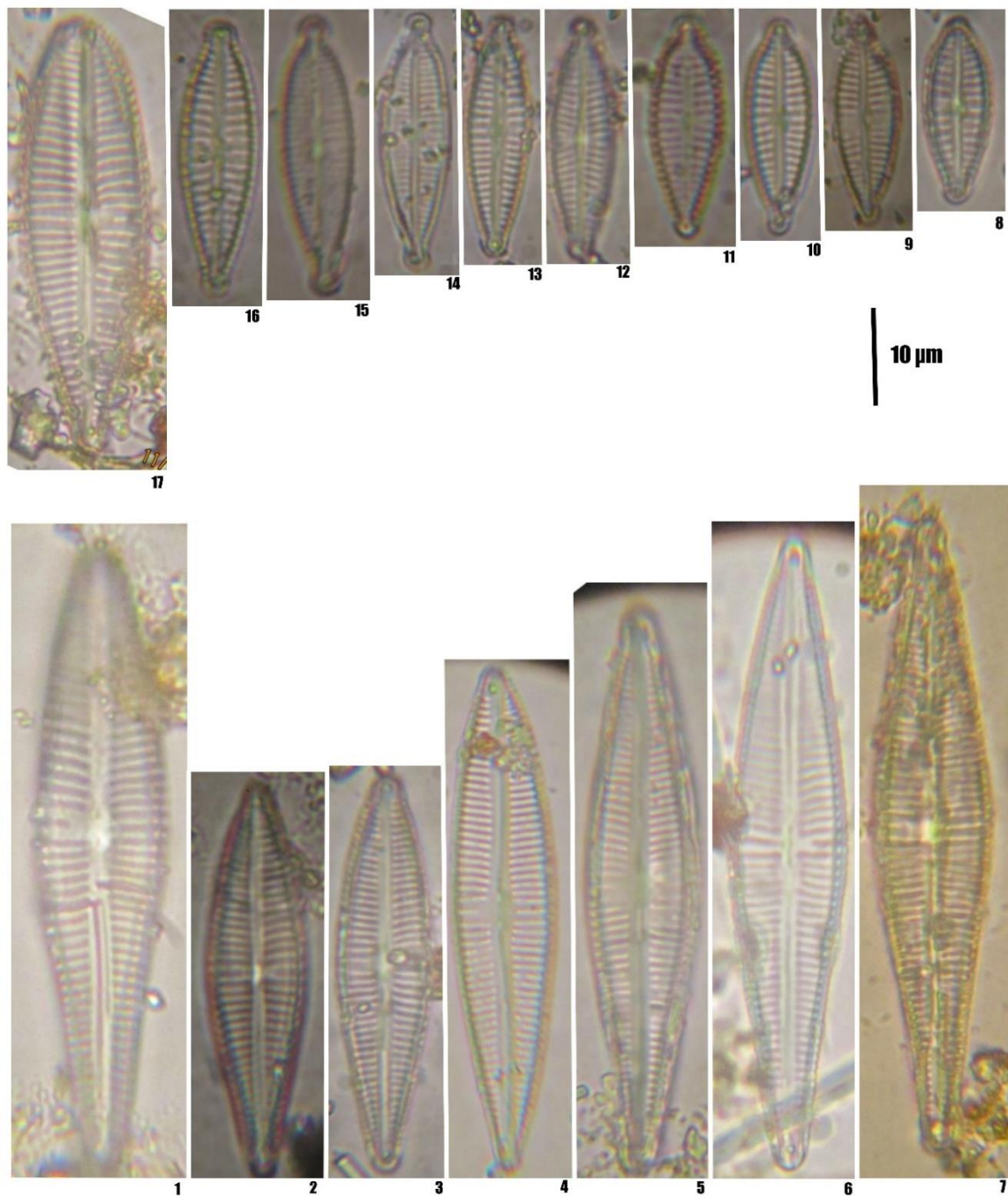
***Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing 1849** (Prancha 2)

**Dimensões:** Comprimento: 10-36  $\mu\text{m}$ ; Largura: 4-8  $\mu\text{m}$ ; Densidade de estrias: 7-20 /10  $\mu\text{m}$ .

**Descrição:** Valvas fracamente heteropolares, clavadas, lanceoladas a elípticas ou ovais. Fracamente cuneiformes a retangulares em vista valvar. Ápices prolongados, sub-capitados. Área axial estreita, linear, área central pequena formada pelo encurtamento das estrias centrais.

**Ecologia:** Espécie cosmopolita bem difundida em vários ambientes aquáticos, desde pequenas piscinas até lagos e rios, tolerante a condições extremamente poluídas.

***Gomphonema* sp.** (Prancha 2)



**Figura 7** – PRANCHA 2. *Gomphonema affine* Kützing (1-2); *Gomphonema gracile* Ehrenberg (3-7); *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing (8-16); *Gomphonema* sp. (17). **Fonte:** autoria própria.

### *Navicula* Bory 1822

Frústulas solitárias. Valvas amplamente lanceoladas, lineares e elípticas. Extremidades valvares capitadas, atenuadas, rostradas ou arredondadas. Esterno central espessado, linear, as vezes assimétrico. Área central expandida lateralmente não alcançando as margens valvares.

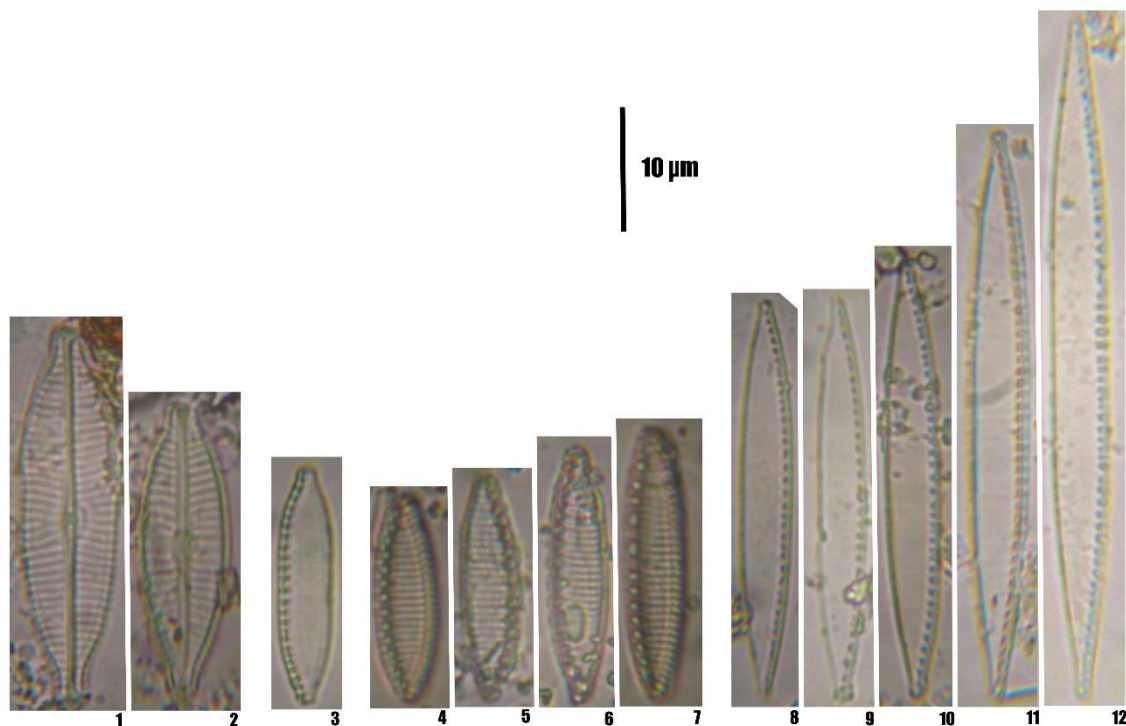
Estrias unisseriadas ou bisseriadas retas e geralmente radiadas, com aréolas lineoladas alongadas. Rafe central com extremidades proximais simples expandidas em poros ou em ganchos em direção a um dos lados da valva. Extremidades distais externas da rafe simples ou em forma de gancho.

***Navicula capitatoradiata* H. Germain 1981** (Prancha 3)

**Dimensões:** Comprimento: 24-42  $\mu\text{m}$ ; Largura: 8,5-10  $\mu\text{m}$ ; Densidade de estrias: 5-6 /10  $\mu\text{m}$ .

**Descrição:** Extremidades distintamente prolongadas e rostradas. Estrias irregulares e curvadas no centro da valva. Área central elíptica a irregular. Estrias curtas e longas alternadas, convergentes nos polos da valva.

**Ecologia:** Táxon cosmopolita encontrado em águas doces com alto conteúdo eletrolítico ou em águas salobras. Tolerante a níveis críticos de poluição.



**Figura 8** – PRANCHA 3. *Navicula capitatoradiata* H. Germain (1-2); *Nitzschia* sp. (3); *Nitzschia amphibia* Grunow (4-7); *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith (8-12). **Fonte:** autoria própria.

***Nitzschia* Hassall 1845**

Frústulas solitárias ou formando colônias estreladas ou lineares. Podem estar incluídas em tubos de mucilagem. Valvas retas ou sigmóides, estreitas, lineares, lanceoladas ou elípticas e às vezes expandidas centralmente. Valvas mais ou menos simétricas em relação ao plano

apical, mas em geral fortemente assimétricas. Extremidades geralmente rostradas, capitadas ou atenuadas. Estrias unisseriadas, não interrompidas por esterno lateral, contendo aréolas arredondadas. Sistema de rafe de reto a fortemente excêntrico, fibulado e com disposição diagonalmente oposta na epi e na hipovalva da célula. Terminações proximais da rafe simples em algumas espécies e contínuas em outras. Terminações distais simples ou curvadas para a margem distal. Canópio ou costelas às vezes presentes.

***Nitzschia amphibia* Grunow 1862** (Prancha 3)

**Dimensões:** Comprimento: 6-50  $\mu\text{m}$ ; Largura: 4-6  $\mu\text{m}$ ; Densidade de estrias: 13-18 /10  $\mu\text{m}$ .

**Descrição:** Frústulas fortemente silicificadas. Valvar elípticas, lanceoladas, linear-lanceoladas a lineares com ápices de forma variada, na maioria das vezes acentuadamente arredondada. Estrias visivelmente pontuadas ao microscópio óptico. Nódulo central presente.

**Ecologia:** Encontrada em ambientes eutróficos, com uma faixa de baixas a altas concentrações de eletrólitos.

***Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith 1856** (Prancha 3)

**Dimensões:** Comprimento: 15-70  $\mu\text{m}$ ; Largura: 2,5-5  $\mu\text{m}$ ; Densidade de estrias: 28-40 /10  $\mu\text{m}$ .

**Descrição:** Valvas linear-lanceoladas a lineares algumas vezes lanceoladas. Ápices agudamente arredondados ou sub-capitados. Estrias pouco visíveis.

**Ecologia:** Espécie cosmopolita encontrada em ambientes eutróficos e muito poluídos com moderado a alto conteúdo eletrolítico.

***Nitzschia* sp.** (Prancha 3)

***Pinnularia* Ehrenberg 1843**

Frústulas solitárias, raramente formando colônias. Valvas lineares, lanceoladas ou elípticas com extremidades rostradas, capitadas ou arredondadas, às vezes com margens onduladas. Esterno da rafe linear e estreito ou amplo, as vezes ornamentado por grânulo ou depressões. Área central formando uma fásia lateralmente expandida podendo alcançar as margens valvares. Estrias alveoladas, grosseiras, multisseriadas, radiadas a paralelas tornando-se convergentes ou fortemente radiadas nas extremidades valvares, interrompidas por uma ou

duas linhas longitudinais hialinas. Rafe filiforme com extremidades proximais expandidas, extremidades distais longas e curvadas em forma de gancho.

***Pinnularia acrosphaeria* W. Smith 1853** (Prancha 4)

**Dimensões:** Comprimento: 60-116  $\mu\text{m}$ ; Largura: 11,5-15  $\mu\text{m}$ ; Densidade de estrias: 10-12 /10  $\mu\text{m}$ .

**Descrição:** Valvas lineares, ligeiramente convexas na área central. Ápices amplamente arredondados e sub-capitados. Ambas as áreas axial e central caracterizadas por uma superfície irregular.

**Ecologia:** Espécie cosmopolita, epipélica, encontrada principalmente nos trópicos em águas aproximadamente neutras com moderado conteúdo eletrolítico.

***Pinnularia divergens* W. Smith 1853** (Prancha 4)

**Dimensões:** Comprimento: 25-50  $\mu\text{m}$ ; Largura: 6-8  $\mu\text{m}$ ; Densidade de estrias: 9-11/10  $\mu\text{m}$ .

**Descrição:** Valvas lanceoladas com ápices pouco prolongados, capitados a sub-capitados. Fáschia com espessamentos em sua parede cônica. Estrias radiais no centro da valva, convergentes em direção aos ápices.

**Ecologia:** Espécie montanhosa ocorrendo em ambientes aquáticos ácidos, oligotróficos e pobres em eletrólitos.

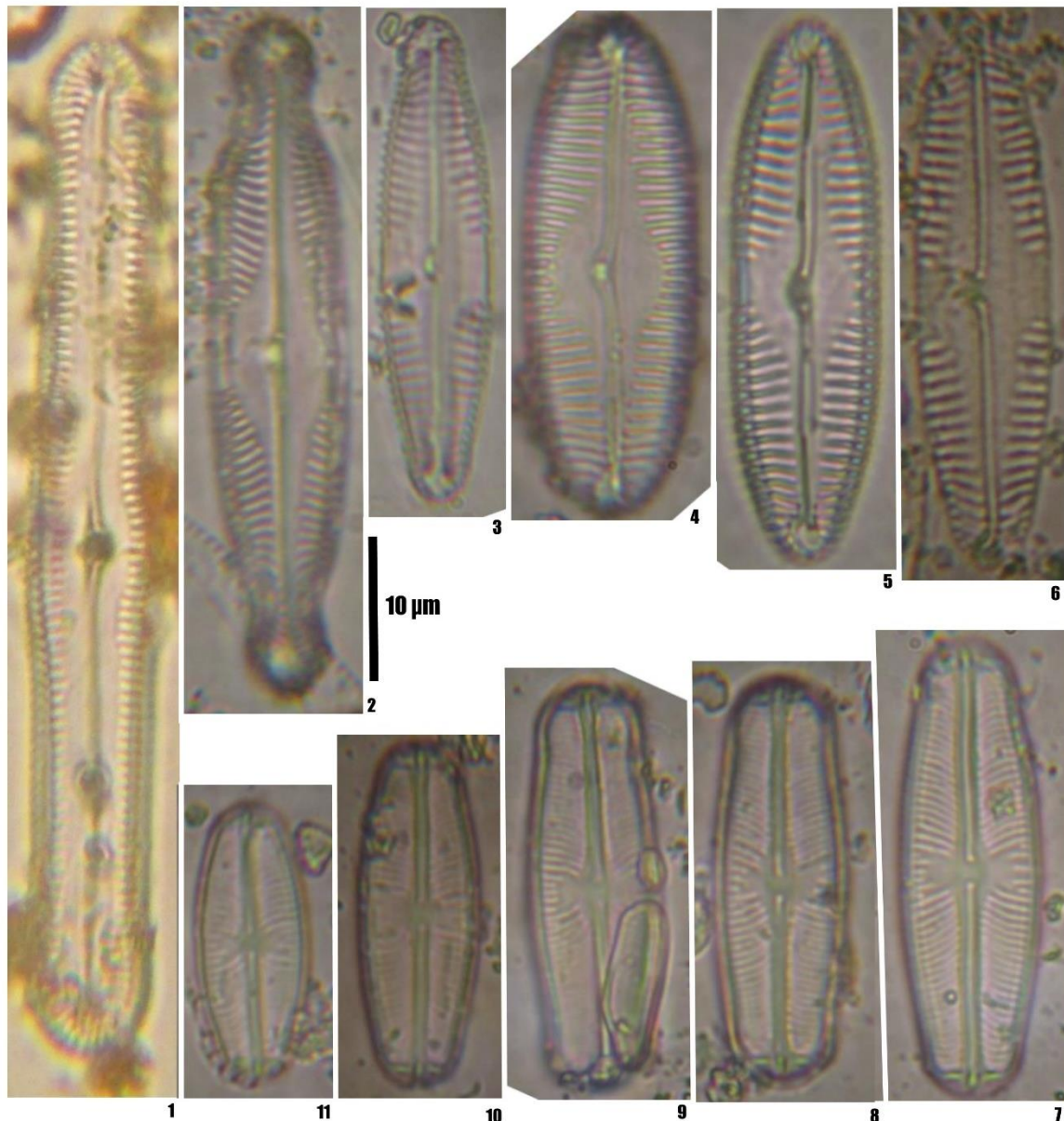
***Pinnularia microstauron* (Ehrenberg) Cleve 1891** (Prancha 4)

**Dimensões:** Comprimento: 28-81  $\mu\text{m}$ ; Largura: 7,2-12,2  $\mu\text{m}$ ; Densidade de estrias: 9-11/10  $\mu\text{m}$ .

**Descrição:** Valvas lineares com ápices rostrados. Área axial estreita e linear e área central rômbrica estendendo-se em uma ampla fáschia. Estrias radiadas no centro valvar, convergentes próximo aos ápices.

**Ecologia:** Espécie cosmopolita encontrada em águas oligotróficas, aproximadamente neutras e limpas com baixa concentração de eletrólitos.





**Figura 9** – PRANCHA 4. *Pinnularia acrosphaeria* W. Smith (1); *Pinnularia microstauron* (2-3); *Pinnularia divergens* W. Smith (4-6); *Sellaphora rhombicarea* Metzeltin, Lange-Bertalot & García-Rodríguez (7-11). **Fonte:** dados da pesquisa.

### *Sellaphora* Mereschkowsky 1902

Células solitárias. Valvas lineares, lanceoladas ou elípticas, com extremidades amplamente arredondadas ou capitadas. Esterno da rafe linear e estreito. Área central lateralmente expandida, limitada por estrias irregularmente encurtadas. Estrias unisseriadas, justapostas paralelas a radiadas, com aréolas arredondadas. Um canópio não poroso pode estar presente. Rafe central, reta com extremidades distais curvadas ou em forma de gancho.

Extremidades proximais expandidas em poros, levemente curvadas para um dos lados da valva. Nódulos terminais lateralmente expandidos formando uma área refringente nos ápices da valva.

***Sellaphora rhombicarea* Metzeltin, Lange-Bertalot & García-Rodríguez** (Prancha 4)

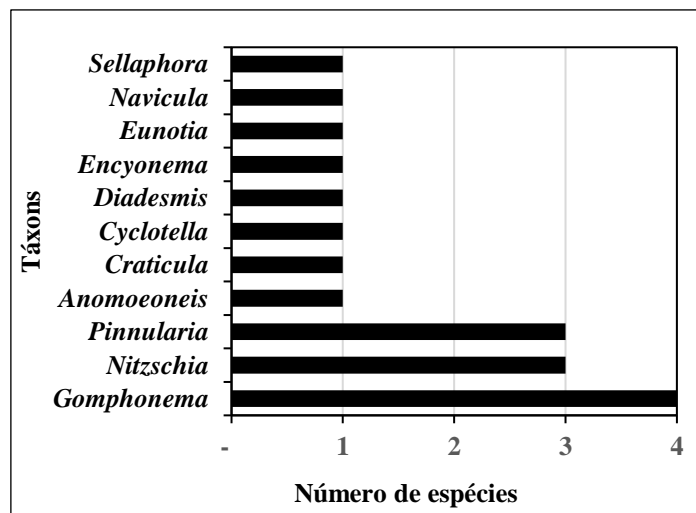
**Dimensões:** Comprimento: 19–48 (57)  $\mu\text{m}$ ; Largura: 8.0–9,75  $\mu\text{m}$ ; Densidade de estrias: 17.8–19.6–20.7 /10  $\mu\text{m}$ .

**Descrição:** Valvas linear-elípticas, ápices largos, sub-capitados, tornando-se rostrados em espécimes menores. Estrias radiadas, curvadas com algumas estrias curtas intercaladas no centro. Área axial estreita. Área central mais ou menos irregular na maioria das vezes em forma de “gravata-borboleta” ou transversalmente retangular. Esterno da rafe geralmente bem definido. Rafe sinuosa. Nódulos terminais lateralmente expandidos.

**Ecologia:** Espécie bem difundida em águas salobras a alcalinas com pH neutro.

## 4.2 Ecologia

Os gêneros que exibiram maior riqueza específica foram *Gomphonema* (com 4 táxons), *Nitzschia* e *Pinnularia* (com 3 táxons ambos). Os demais gêneros apresentaram apenas 1 espécie cada, conforme mostra a figura 10.

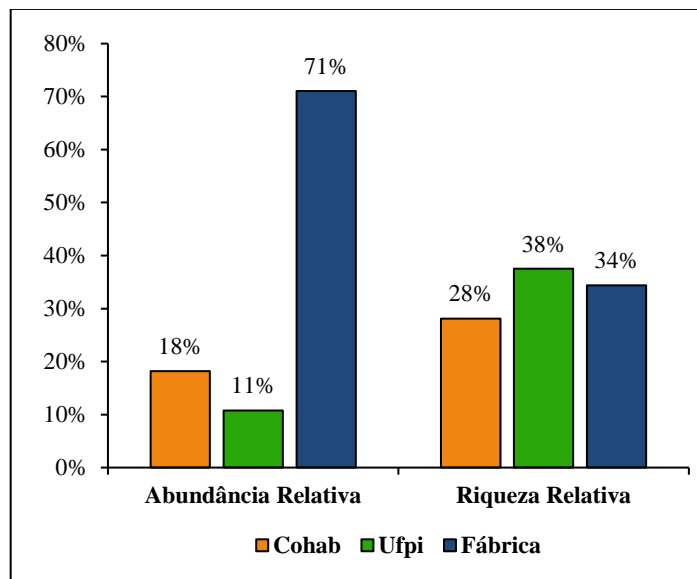


**Figura 10** – Frequência de táxons por gênero de diatomáceas em três lagoas do semiárido piauiense.

Os táxons *Gomphonema affine*, *Gomphonema gracile*, *Gomphonema parvulum* e *Nitzschia palea* apresentaram registro para as três lagoas. Sete táxons foram encontrados em apenas um ambiente: *Craticula ambigua* e *Nitzschia amphibia*, registradas apenas na lagoa Cohab, *Anomoeoneis sphaerophora*, *Encyonema* sp. e *Pinnularia acrosphaeria*, registradas

apenas na lagoa Ufpi, e *Pinnularia divergens* e *Pinnularia microstauron*, presentes somente na lagoa Fábrica.

A lagoa Ufpi apresentou o maior número de espécies, com 12 táxons (38%), seguida da lagoa Fábrica com 11 (34%), e da lagoa Cohab com 9 (28%). Já em relação à abundância relativa total, a lagoa Fábrica apresentou o maior valor, com 71%, seguida da Cohab com 18%, e da Ufpi com 11% (Figura 11).



**Figura 11** – Abundância e riqueza relativas de três lagoas do semiárido. **Fonte:** dados da pesquisa.

As maiores riquezas relativas nas lagoas Ufpi e Fábrica podem ser explicadas pela presença das macrófitas nestes ambientes, que criam uma grande heterogeneidade de habitats para o crescimento de muitas espécies de diatomáceas (TOKESHI; ARAKAKI, 2012).

Em relação à composição das espécies, as lagoas Cohab e Ufpi mostraram maior dissimilaridade entre si, de acordo com o índice de Sorensen ( $S_s = 0,52$ ), baseado na presença e ausência das espécies, quando comparadas com as dissimilaridades das lagoas Cohab e Fábrica ( $S_s = 0,50$ ) e Ufpi e Fábrica ( $S_s = 0,30$ ). Do mesmo modo, de acordo com o índice de Bray-Curtis ( $S_b$ ), que leva em consideração a abundância das espécies, as lagoas Cohab e Ufpi apresentaram maior dissimilaridade entre si ( $S_b = 0,89$ ), quando comparadas com as dissimilaridades das lagoas Cohab e Fábrica ( $S_b = 0,86$ ) e Ufpi e Fábrica com  $S_b = 0,78$ .

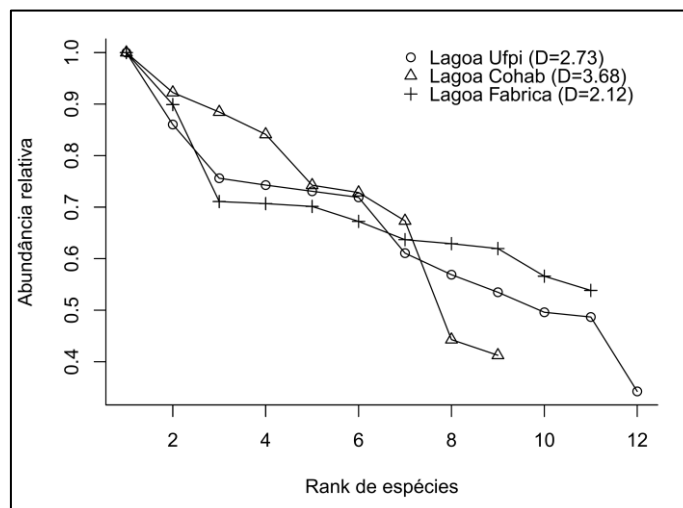
A maior dissimilaridade entre as lagoas Cohab e Ufpi está associada ao sombreamento provocado pela presença das macrófitas nesta última lagoa, o que limita a disponibilidade de luz nesse ambiente, ao passo que na primeira lagoa há uma alta incidência da radiação solar em função da ausência das macrófitas, com exceção das poucas gramíneas presentes neste

ambiente. Outro fator importante que pode estar associado às maiores diferenças entre as lagoas Cohab e Ufpi é a presença da conexão que esta última apresenta com um pequeno riacho. Por outro lado, a maior similaridade entre as lagoas Ufpi e Fábrica ocorre pela alta densidade das macrófitas em ambas.

De acordo com Domitrovic, Neiff e Vallejos (2013), a estrutura da comunidade perifítica depende de vários fatores bióticos e abióticos, sendo a luz um fator fundamental à medida que atua na regulação das taxas de fotossíntese desses organismos. Estes autores destacam ainda a importância do tipo de substrato como fator importante na composição e abundância da comunidade perifítica (DOMITROVIC; NEIFF; VALLEJOS, 2013; FERNANDES; ESTEVES, 2011).

Um estudo realizado por Camargo e Ferragut (2014) para avaliar a influência da variação sazonal das condições ambientais sobre os atributos estruturais da comunidade de algas perifíticas em uma macrófita do Lago das Ninféias, SP, mostrou que a biomassa e a densidade total de algas perifíticas, incluindo as diatomáceas, apresentaram significativa relação de dependência com a cobertura de macrófitas, onde o perifíton se desenvolveu melhor no período em que houve menor densidade de macrófitas. Sanches et al. (2011) estudaram os efeitos interativos e individuais da luz e disponibilidade de nutrientes sobre a comunidade perifítica na lagoa Cabiúnas, RJ e constataram que a biomassa perifítica total foi significativamente elevada nas condições com alta disponibilidade de luz. Tais estudos corroboram com a importância dos fatores bióticos e abióticos na determinação da estrutura da comunidade.

Com relação à diversidade, a lagoa Cohab apresentou a maior diversidade para o índice de Simpson com  $D=3.68$ , seguida da lagoa Ufpi ( $D=2.73$ ) e Fábrica ( $D=2.12$ ) (Figura 12).



**Figura 12** – Curva de abundância das espécies para três lagoas do semiárido piauiense. Fonte: dados da pesquisa.

A maior diversidade na lagoa Cohab ocorre em função da alta disponibilidade de luz (ausência de sombreamento) neste ambiente. A ausência de macrófitas flutuantes permite a penetração da luz na água, atingindo os substratos submersos (pedras, pedaços de madeira, sedimento, entre outros) e possibilitando o melhor aproveitamento desse recurso pelas diatomáceas para o seu crescimento. Desta forma, a alta incidência da luz somada à heterogeneidade de habitats nesse ambiente contribui para a sua maior diversidade em relação às demais lagoas (SANCHES et al., 2011; TOKESHI; ARAKAKI, 2012).

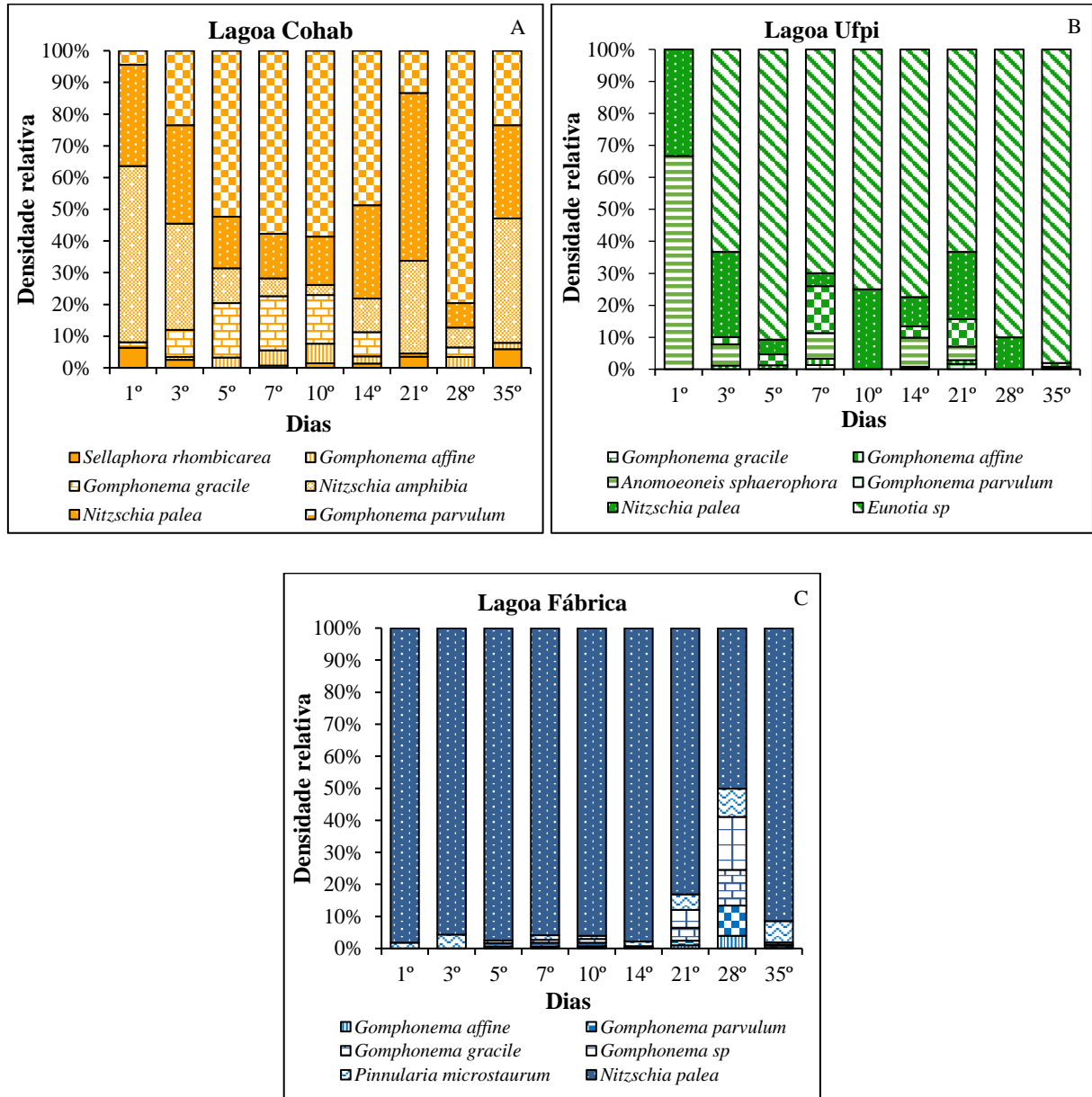
Na figura 12, observamos, para lagoa Fábrica, a presença de uma espécie com abundância relativa muito reduzida em relação às demais, ou seja, há uma baixa equitabilidade das espécies nesse ambiente, o que reflete a sua menor diversidade. Já na Cohab, os indivíduos foram distribuídos de forma mais equitativa entre as diferentes espécies, em relação à Fábrica e a Ufpi. De acordo com Magurran (2011), uma maior equitabilidade contribui para uma maior diversidade de espécies, o que corrobora com a maior diversidade na lagoa Cohab.

Em relação à dinâmica sucessional dos táxons de diatomáceas com frequência mínima de 56% e abundância relativa maior que 0,5%, para a lagoa Cohab, no primeiro dia da colonização e sucessão as espécies *N. amphibia* e *N. palea*, com densidades de 55,6% e 32,0%, respectivamente, foram dominantes em relação às demais espécies, porém com o passar dos dias houve uma diminuição da abundância relativa desses táxons e um aumento da densidade de *G. parvulum* e outras espécies. No 14º dia, ocorreu o inverso, porém, a partir do 28º dia *G. parvulum* voltou a dominar atingindo o auge de sua densidade (79,6%), que foi reduzida novamente no 35º dia (23,4%). Durante todo o processo de colonização e sucessão para esta lagoa, observamos uma oscilação das densidades relativas dos táxons caracterizada pela diminuição de algumas e aumento de outras (Figura 13A).

Na lagoa Ufpi, no 1º dia da colonização foi registrada apenas a presença de duas espécies: *A. sphaerophora* e *N. palea* com densidades relativas de 66,7% e 33,3%, respectivamente. Do 3º dia em diante houve uma dominância da espécie *Eunotia* sp. até o final do período da sucessão com o auge de sua densidade relativa no 35º dia da colonização (98,0%), (Figura 13B).

Já para a lagoa Fábrica, observamos uma dominância de *N. palea* durante todos os dias da colonização e sucessão ecológica, com densidades maiores que 90%, exceto nos dias 21 e 28, com densidades de 83,1% e 50,1%, respectivamente. As maiores densidades para este táxon ocorreram no 1º e 14º dias (98,2% e 97,8%), respectivamente. Os demais táxons apresentaram densidade relativa reduzida durante os 35 dias da colonização. A única espécie presente durante

todos os dias da sucessão, além de *N. palea*, foi *P. microstaurum*, com maior abundância no 28º dia (8,9%) (Figura 13C).



**Figura 13** – Densidade relativa dos táxons com frequência mínima de 56% e abundância relativa maior que 0,5% em três lagoas do semiárido piauiense: Cohab (A), Ufpi (B), Fábrika (C). Fonte: dados da pesquisa.

A presença de *N. palea* nas três lagoas estudadas nos primeiros dias de colonização pode ser explicada pelas características dessa espécie, com forma bentônica, pouco móvel, aderida ao substrato por mucilagem almofada (KOCIOLEK, 2016). De acordo com Goldsborough, McDougal e North, (2005), as algas com esses atributos são as primeiras a colonizarem os substratos no ambiente aquático. Em seguida, surgem as espécies com pedúnculos curtos ou longos (TORGAN et al., 2013) como é o caso das espécies do gênero

*Gomphonema* em nosso estudo. A presença de *N. palea* nas três lagoas ao longo de todo o processo da sucessão, sobretudo na Fábrica, com densidade maior que 90%, pode estar relacionada às condições de poluição, uma vez que é uma diatomácea típica desse tipo de ambiente (TAYLOR; HARDING; ARCHIBALD, 2007).

A dominância das espécies *Eunotia* sp., na lagoa Ufpi, e de *Nitzschia palea*, na Fábrica, durante o processo de colonização e sucessão, proporciona uma menor equitabilidade entre as espécies, o que reflete na menor diversidade para estas duas lagoas, em relação à lagoa Cohab, onde há uma maior equitabilidade e, portanto, maior diversidade (MAGURRAN, 2011).

## 5 CONCLUSÃO

O presente estudo, voltado para a composição da flórua de diatomáceas em três lagoas do semiárido piauiense, mostrou que:

- a) Foram registradas 18 espécies de diatomáceas distribuídas em 11 gêneros e 11 famílias.
- b) Dos ambientes estudados, aqueles com maior sombreamento foram mais similares entre si, tanto em relação à composição de espécies quanto em relação à abundância.
- c) Para a diversidade, os ambientes com menor sombreamento apresentaram maior diversidade em relação aos mais sombreados.
- d) Os táxons com maior representatividade durante o processo de colonização e sucessão ecológica nos ambientes estudados foram: *Nitzschia palea*, encontrado nas três lagoas (sobretudo na lagoa Fábrica), *Eunotia* sp., na lagoa Ufpi, e *Gomphonema parvulum* e *Nitzschia amphibia* na Cohab.

O estudo possui grande relevância para o conhecimento da flórua de diatomáceas do estado do Piauí, contribuindo com informações importantes para futuros estudos ecológicos no semiárido bem como um incentivo à utilização das diatomáceas como bioindicadoras de qualidade de água nesta região.



## REFERÊNCIAS

- BICUDO, C. E. M.; MENESES, M. **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil:** chave para identificação e descrições. 2. ed. São Carlos: Rima, 2006.
- BLANCO, S.; ECTOR, L.; BÉCARES, E. Epiphytic diatoms as water quality indicators in Spanish shallow lakes. **Vie et Milieu**, v. 54, n. 2-3, p. 71–79, 2004.
- BURLIGA, A. L.; SHWARZBOLD, A. Perifíton: diversidade taxonômica e morfológica. In: SHWARZBOLD, A.; BURLIGA, A. L.; TORGAN, L. C. (Eds.). **Ecologia do Perifíton**. São Carlos: Rima, 2013. p. 1–22.
- CAMARGO, V. M.; FERRAGUT, C. Estrutura da comunidade de algas perifíticas em *Eleocharis acutangula* (Roxb.) Schult (Cyperaceae) em reservatório tropical raso, São Paulo, SP, Brasil. **Hoehnea**, v. 41, n. 1, p. 31–40, mar. 2014.
- COX, E. J. **Identification of freshwater diatoms from live material**. London: Chapman & Hall, 1996.
- DOMITROVIC, Y. Z.; NEIFF, J. J.; VALLEJOS, S. V. Factores que regulan la distribucion y abundancia del perifíton em ambientes lenticos. In: SCHWARZBOLD, A.; BURLIGA, A. L.; TORGAN, L. C. (Eds.). **Ecologia do Perifíton**. São Carlos: Rima, 2013. p. 103–130.
- ELORANTA, P.; SOININEN, J. Ecological status of some Finnish rivers evaluated using benthic diatom communities. **Journal of Applied Phycology**, v. 14, n. 1, p. 1–7, 2002.
- FELISBERTO, S. A.; MURAKAMI, E. A. Papel do Perifíton na ciclagem de nutrientes e na teia trófica. In: SCHWARZBOLD, A.; BURLIGA, A. L.; TORGAN, L. C. (Eds.). **Ecologia do Perifíton**. São Carlos: Rima, 2013. p. 23–43.
- FERNANDES, V. O.; ESTEVES, F. A. Comunidade perifítica. In: FERNANDES, V. O.; ESTEVES, F. A. (Ed.). **Fundamentos de Limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. p. 447–460.
- 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**, p. 569–583, 2009.
- FONTANA, L. et al. The eutrophication history of a tropical water supply reservoir in Brazil. **Journal of Paleolimnology**, v. 51, n. 1, p. 29–43, 21 jan. 2014.
- GOLDSBOROUGH, L. G.; MCDUGAL, R. L.; NORTH, A. K. Periphyton in freshwater lakes and wetlands. In: AZIM, M. E. et al. (Eds.). **Periphyton: Ecology, Exploitation and Management**. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2005. p. 71–89.
- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística:** Mapa de clima do Brasil. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/tematicos.html>>. Acesso em: 29 mar. 2016.
- KOCIOLEK, P. *Nitzschia palea*. Diatoms of the United States. Disponível em: <[http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/nitzschia\\_palea](http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/nitzschia_palea)>. Acesso em: 29 mar. 2016.
- LEVKOV, Z. et al. Ecology of benthic diatoms from Lake Macro Presp. a (Macedonia). **Algological Studies**, v. 124, p. 71–83, 2007.

- LOBO, E. O perifíton como indicador da qualidade de água. In: SCHWARZBOLD, A.; BURLIGA, A. L.; TORGAN, L. C. (Eds.). . **Ecologia do Perifíton**. São Carlos: Rima, 2013. p. 205–234.
- LOWE, R. L.; PAN, Y. Benthic Algal Communities as Biological Monitors. In: STEVENSON, R. J.; BOTHWELL, M. L.; LOWE, R. L. (Eds.). . **Algal Ecology: freshwater benthic ecosystem**. New York: Academic Press, 1996. p. 705–739.
- LUDWIG, T. A. V; TREMARIN, P. I. Chave de identificação dos gêneros de diatomáceas (Diatomeae - Ochrophyta) mais comumente encontrados no perifíton e metafíton de ambientes aquáticos continentais. In: SCHWARZBOLD, A.; BURLIGA, A. L.; TORGAN, L. C. (Eds.). . **Ecologia do Perifíton**. São Carlos: Rima, 2013. p. 267–330.
- MAGURRAN, A. E. **Medindo a Diversidade Biológica**. Curitiba: UFPR, 2011.
- MANN, D. G. **Diatoms**. Disponível em: <<http://tolweb.org/Diatoms/21810>>. Acesso em: 16 jul. 2016.
- MEDLIN, L. K.; KACZMARSKA, I. Evolution of the diatoms: V. Morphological and cytological support for the major clades and a taxonomic revision. **Phycologia**, v. 43, n. 3, p. 245–270, maio 2004.
- METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H. **Iconographia diatomologica, Volume 18: Tropical diatoms of South American, II: special Remarks on Biogeographic Disjunction**. Germany: Gantner Verlag, 2007.
- MORESCO, C.; RODRIGUES, L. O Perifíton como bioindicador em rios. In: SCHWARZBOLD, A.; BURLIGA, A. L.; TORGAN, L. C. (Eds.). . **Ecologia do Perifíton**. São Carlos: Rima, 2013. p. 147–155.
- NEWMAN, S.; MCCORMICK, P. V; BACKUS, J. G. Phosphatase activity as an early warning indicator of wetland eutrophication: problems and prospects. **Journal of Applied Phycology**, v. 15, n. 1, p. 45–59, 2003.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.
- REIS, L. A. C. **Diatomáceas perifíticas como bioindicadoras da qualidade da água no rio São Mateus, ES**. 2014. 96f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2014.
- ROUND, F. E.; CRAWFORD, R. M.; MANN, D. G. **The diatoms: biology and morphology of the genera**. Cambridge: University Press, 1990.
- SANCHES, L. F. et al. Effects of nutrients and light on periphytic biomass and nutrient stoichiometry in a tropical black-water aquatic ecosystem. **Hydrobiologia**, v. 669, n. 1, p. 35–44, 15 jul. 2011.
- SCHNECK, F. Tendências e lacunas dos estudos sobre Perifíton de ambientes Aquáticos Continentais no Brasil: Análise Cienciométrica. In: SCHWARZBOLD, A.; BURLIGA, A. L.; TORGAN, L. C. (Eds.). . **Ecologia do Perifíton**. São Carlos: Rima, 2013. p. 7–22.
- SCHWARZBOLD, A.; BURLIGA, A. L.; TORGAN, L. C. **Ecologia do Perifíton**. São Carlos: Rima, 2013.

SOUZA, G. et al. Diatoms as indicators of paleoenvironments during the Quaternary at Dois Irmãos, Recife, Pernambuco State, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n. 3, p. 521–529, 2007.

SPAULDING, S. A.; LUBINSKI, D. J.; POTAPOVA, M. **Diatoms of the United States**. Disponível em: <<http://westerndiatoms.colorado.edu>>. Acesso em: 15 jun. 2016.

STEVENSON, J. R.; BOTHWELL, M. L.; LOWE, R. L. **Algal Ecology: freshwater benthic ecosystem**. New York: Academic Press, 1996.

STOERMER, E. F.; JULIUS, M. L. Centric diatoms. In: WEHR, J. D.; SHEATH, R. G.; KOCIOLEK, J. P. (Eds.). **Freshwater algae of North America: ecology and classification**. 559-594: Elsevier, 2003.

TAYLOR, F.; WHITEHEAD, J.; DOMACK, E. Holocene paleoclimate change in the Antarctic Peninsula: evidence from the diatom, sedimentary and geochemical record. **Marine Micropaleontology**, v. 41, n. 1, p. 25–43, 2001.

TAYLOR, J. C.; HARDING, W. R.; ARCHIBALD, C. G. M. **An illustrated guide to some common diatom species from South Africa**. Pretoria: Water Research Commission, 2007.

TOKESHI, M.; ARAKAKI, S. Habitat complexity in aquatic systems: fractals and beyond. **Hydrobiologia**, v. 685, n. 1, p. 27–47, 10 abr. 2012.

TORGAN, L. C. et al. Colonização e Sucessão do Perifíton. In: SCHWARZBOLD, A.; BURLIGA, A. L.; TORGAN, L. C. (Eds.). **Ecologia do Perifíton**. São Carlos: Rima, 2013. p. 45–58.

VIEIRA, C. E. L. Diatomáceas. In: CARVALHO, I. S. (Ed.). **Paleontologia: microfósseis, paleoinvertebrados**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. p. 107–135.

WETZEL, C. E. **Guia ilustrado das Diatomáceas (Bacillariophyceae) da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo, RS, Brasil**. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2006.

WETZEL, R. G. Opening remarks. In: WETZEL, R. G. (Ed.). **Periphyton of Freshwater Ecosystems**. The Hague: Developments in Hydrobiology, 1983. p. 3–4.



TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DIGITAL NA BIBLIOTECA  
“JOSÉ ALBANO DE MACEDO”

Identificação do Tipo de Documento

- ( ) Tese  
( ) Dissertação  
(X) Monografia  
( ) Artigo

Eu, Natanael José da Silva,  
autorizo com base na Lei Federal nº 9.610 de 19 de Fevereiro de 1998 e na Lei nº 10.973 de  
02 de dezembro de 2004, a biblioteca da Universidade Federal do Piauí a divulgar,  
gratuitamente, sem ressarcimento de direitos autorais, o texto integral da publicação  
Diatomáceas perfiticas de ambiente lênti-  
co do semiárido piauiense  
de minha autoria, em formato PDF, para fins de leitura e/ou impressão, pela internet a título  
de divulgação da produção científica gerada pela Universidade.

Picos-PI 23 de Janeiro de 2017.

Natanael José da Silva  
Assinatura

Natanael José da Silva  
Assinatura