

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RAQUEL CRISTINA MARRA

TAXONOMIA E DIVERSIDADE DE DIATOMÁCEAS EPIFÍTICAS NOS
RESERVATÓRIOS IRAÍ E PIRAQUARA II, REGIÃO METROPOLITANA DE
CURITIBA – PR.

CURITIBA
2015

RAQUEL CRISTINA MARRA

TAXONOMIA E DIVERSIDADE DE DIATOMÁCEAS EPIFÍTICAS NOS
RESERVATÓRIOS IRAÍ E PIRAQUARA II, REGIÃO METROPOLITANA DE
CURITIBA – PR.

Dissertação apresentada como requisito parcial
à obtenção do grau de Mestre em Botânica, no
curso de Pós Graduação em Botânica, Setor de
Ciências Biológicas - Universidade Federal do
Paraná.

Orientadora: Dra. Thelma A. Veiga Ludwig
Coorientador: Dr. André Andrian Padial

CURITIBA
2015

Universidade Federal do Paraná
Sistema de Bibliotecas

Marra, Raquel Cristina

Taxonomia e diversidade de diatomáceas epifíticas nos reservatórios Iraí e Piraquara II, Região Metropolitana de Curitiba – PR./ Raquel Cristina Marra. – Curitiba, 2015.

119f.: il. ; 30cm.

Orientadora: Thelma Alvim Veiga Ludwig

Coorientador: André Andrian Padial

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

1. Diatomáceas. 2. Perifiton. 3. Biodiversidade. I. Título II. Ludwig, Thelma Alvim Veiga. III. Padial, André Andrian. IV. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Botânica.

CDD (20. ed.) 581



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação em Botânica



“Taxonomia e Diversidade de Diatomáceas Epifíticas nos Reservatórios Iraí e Piraquara II, Região Metropolitana de Curitiba-PR”.

por

Raquel Cristina Marra

Dissertação aprovada como requisito parcial
para obtenção do grau de Mestre no Programa
de Pós-Graduação em Botânica, pela Comissão
formada pelos doutores

Dr. André Andrian Padial (UFPR)

Dr. Thomáz Aurélio Pagioro (UTFPR)

Dra. Vanessa Majewski Algarte (UFPR)

Curitiba, 12 de agosto de 2015.

Dedico este estudo a minha família.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, quero expressar aqui toda minha dificuldade em escrever este “item”, não sou boa com as palavras, mas todos que me conhecem, sabe que o mínimo expressado aqui, significa muito em meu coração.

Em primeiro lugar agradeço a minha família, por todo apoio, paciência (em noites “em claro”) e amor que me deram durante todo o período de mestrado. Meu marido que me apoio em todos os momentos e a minha princesinha, pois eles são a razão de todo meu esforço e sei que se estou feliz com o que eu faço eles também estão.

A professora Dra. Thelma A. V. Ludwig, por todo apoio dado a mim, de forma incondicional para que este projeto se tornasse real, principalmente em momentos mais difíceis para a concretização deste, ajudando a tornar os obstáculos bem menores do que poderiam ser.

Ao professor Dr. André A. Padiá, pela “desmistificação” da estatística aplicada à ecologia, me dando todo o suporte para entender de forma mais clara e direta, todas as relações ecológicas com o auxílio da estatística, que para mim pareciam ser “monstros estatísticos”.

À Dra. Vanessa Algarte, que acrescentou um novo assunto na rotina do laboratório, e me proporcionou discutir (de forma informal), mais sobre assuntos que vieram a me auxiliar nessa dissertação, assim como “troca de figurinhas” nas leituras de alguns artigos, agradeço também por toda paciência e pelas discussões ecológicas, que hora ou outra “embutia” nos assuntos Juliana Wojciechowski, sempre com ideias novas, auxiliando de forma incondicional, principalmente quanto às dúvidas estatísticas, mesmo não estando sempre presente no laboratório. E ao Kaoli Cavalcante nosso “mestre em latim” e de dúvidas corriqueiras sobre normas em geral.

Obrigada à Dra. Priscila I. Tremarin, por dividir comigo seus inúmeros conhecimentos, não só na taxonomia como também na vida.

Aos amigos e novos amigos que fiz no laboratório, Priscila Tremarin, Kaoli Cavalcante, Thelma Ludwig, Vanessa Algarte, Juliana Wojciechowski, Eduardo Tusset, Luciano Felício, Erika Amaro, e os que já se “foram” Flavia Miranda, Ricardo Garbuio, Marcelo Kwang, Emanuele Castro e Arieli Straube em que

momentos de estresse pré defesa de projeto, pré defesa de mestrado e em todos os momentos, me apoiaram. Além dos momentos extrovertidos e de “leveza” que deixava a hora do “trabalho” muito mais prazeroso e divertido.

Ao Professor Doutor Hermes Moreira Filho, agradeço as inúmeras vezes em que compartilhou seu conhecimento conosco, e em memória Prof. Dr. Armando Carlos Cervi, agradeço pela ajuda na identificação das macrófitas apresentadas neste trabalho.

À Sanepar, e ao Eng. Dr. Mauricio Bergamini Scheer, agradeço por toda a ajuda técnica fornecida a mim nos períodos de coleta além dos esclarecimentos de algumas dúvidas recorrentes durante o estudo, assim como à Esp. Claudia Vitola que forneceu todos os dados abióticos dos reservatórios possibilitando que o estudo se tornasse mais completo.

À todos meus sinceros agradecimentos.

“A mente que se abre a uma nova idéia jamais voltará ao seu tamanho original”

Albert Einstein

RESUMO

Diatomáceas são algas microscópicas encontradas em praticamente todos os ambientes aquáticos e compreendem porção representativa da biomassa dos produtores primários nas regiões litorâneas dos corpos d'água. Caracterizam-se pela parede celular de natureza silícea denominada frústula, estrutura com ornamentações diversificadas utilizadas como base da taxonomia do grupo. Apesar da complexidade morfológica e taxonômica que existe em alguns gêneros, o conhecimento da flora diatomológica do país é de extrema relevância. A acurada identificação de espécies é fundamental, pois é crescente sua aplicabilidade no conhecimento da qualidade da água de corpos d'água. Inúmeras diatomáceas crescem sob condições químicas e físicas muito específicas e servem como poderosas bioindicadoras de características particulares das águas, especialmente em casos de eutrofização e acidificação ambiental. Constituem também, ferramenta para outros estudos em ecossistemas aquáticos, tais como avaliações da integridade ecológica, associando a estruturação da comunidade com as variáveis ambientais, espacial e/ou temporal, uma vez que estas algas respondem rapidamente às condições ambientais. A comunidade perifítica é particularmente sensível às variações ambientais naturais e aos efeitos da poluição antropogênica. O presente estudo teve como objetivos (i) a identificação de espécies de diatomáceas das comunidades perifíticas nos reservatórios Iraí e Piraquara II (com níveis de trofia diferente entre eles), localizados na região metropolitana de Curitiba, e (ii) a caracterização das variações da diversidade entre diferentes escalas espaciais e temporais. As amostras epifíticas foram coletadas no outono e na primavera de substratos naturais (macrófitas), em seis unidades amostrais (em réplicas), totalizando 18 amostras em cada reservatório. Removido o biofilme dos caules de macrófitas em volume conhecido, as amostras foram oxidadas. Lâminas foram confeccionadas para identificação das diatomáceas e contagem de valvas. Após a contagem utilizando o índice de Rarefação em que o critério de parada foi estipulado em 20 campos sem nenhuma espécie nova registrada (assíntota) e calculadas as densidades das espécies, avaliaram-se a variação na densidade e riqueza, por meio do teste *t*, e a diferença na composição das comunidades, entre os reservatórios, através da PERMANOVA. Análise de coordenadas principais (PCoA) foi utilizada para visualização da variação das floras entre reservatórios e entre os períodos. Espécies indicadoras do ambiente foram identificadas através do *IndVal*. A diversidade total (gama) foi particionada em diversidade beta e alfa, utilizando Partição Aditiva, gerando componentes, alfa, beta 1, beta 2 e beta 3 para as diferentes escalas espaciais. Por fim, os componentes beta foram fracionados em *turnover* e aninhamento. Quanto à diatomoflórula, no reservatório do Iraí foram identificadas 132 táxons infragenéricos, distribuídas em 17 famílias e no Piraquara II, 132 táxons infragenéricos distribuídas em 22 famílias, totalizando 174 espécies determinadas, entre as quais 14 foram descritas como indicadoras para os reservatórios nos dois períodos. Espécies pioneiras para o estado do Paraná foram comentadas. Ocorreu variação espacial e temporal na diversidade de espécies nos dois reservatórios, indicando que estudos posteriores utilizem reservatórios como unidades amostrais. Os componentes, alfa e beta 3, foram maiores que o esperado para os dois reservatórios. A riqueza de espécies,

baseada na diversidade beta, apresentou maior influência, de modo geral, de *turnover* do que de aninhamento. Este último mostrou maior relevância entre períodos (outono, inverno), apesar do *turnover* ter sido o principal componente da diversidade. Maior taxa de *turnover* do que de aninhamento tem importantes implicações práticas na estratégia de amostragem em reservatórios e sugerem que uma representação adequada da comunidade em reservatórios urbanos é alcançada somando duas circunstâncias, primeiro quando as amostragens contemplam diferentes setores dos reservatórios e segundo, quando os pontos de amostragem são amplamente amostrados (como as pseudoréplicas).

Palavras-chave: Diversidade beta, perifíton, aninhamento, *turnover*.

ABSTRACT

Diatoms are microscopic algae found in almost all aquatic environments and include representative portion of the biomass of primary producers in coastal areas of water bodies. The diatoms is characterized by cell wall silicea denominated frustula, structure with diverse adornments used as the basis of the group's taxonomy. Despite the morphological and taxonomic complexity that exists in some genus the knowledge of diatomológica flora of the country is extremely important. Accurate identification of species is fundamental because is increasing its applicability in the knowledge of the quality of bodies of water. Numerous diatoms grow under very specific physical and chemical conditions and serve as powerful bioindicator particular characteristics of the water, especially in cases of eutrophication and environmental acidification. They are also tool for other studies in aquatic ecosystems, such as assessments of ecological integrity by linking community structure with environmental variables, spatial and / or temporal, as these algae respond quickly to environmental conditions. Periphyton is particularly sensitive to natural environmental variations and effects of anthropogenic pollution. This study aimed to (i) the identification of diatom species of periphyton communities in Irai and Piraquara II reservoir (with different trophic levels), located in the metropolitan region of Curitiba, and (ii) the characterization of variations diversity among different spatial and temporal scales. The epiphytic samples were collected in the fall and in the spring of natural substrates (weeds) in six sampling units (in rejoinders), totaling 18 samples in each reservoir. Removed the biofilm stems of weeds in known volume, the samples were oxidized. Slides were produced for identification of diatoms and valves count. After counting using Rarefaction index in which the stopping criterion was set at 20 fields with no additional species (asymptote) and calculated densities of species, assessed the variation in the density and richness, using the t test, and the difference in composition of communities, between the reservoirs through PERMANOVA. Principal coordinates analysis (PCoA) was used to visualize the change in floras between reservoirs and between periods. Environment indicator species were identified by IndVal. The overall diversity index (range) was partitioned into alpha and beta diversity using Partition Additive generating components, alpha, beta 1, beta 2 and beta 3 for different spatial scales. Finally, beta components were fractionated in turnover and nestedness. As for diatomoflórula in Iraí the reservoir were identified 132 taxa infrageneric, distributed in 17 families and Piraquara II, 132 infrageneric taxa distributed among 22 families, totaling 174 certain species, among which 14 were described as indicators for reservoirs in both periods. Pioneer species to the state of Paraná were commented. Occurred spatial and temporal variation in species diversity in both reservoirs, indicating that further studies using reservoir as sample units. The components, alpha and beta 3, were higher than expected for the two reservoirs. Species richness based on beta diversity, presented greater influence in general, turnover than nestedness. The latter showed greater relevance between

periods (fall, winter), despite the turnover have been the main component of diversity. Higher turnover rate than nestedness has important practical implications for the sampling strategy in reservoirs and suggest that adequate representation of the community in urban reservoirs is achieved by adding two circumstances, first when the samples include different sectors of the reservoirs and second, when the points sampling are widely sampled (as pseudoréplicas).

Keywords: Beta diversity, periphyton, nestedness, turnover.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-----------------|---|----|
| FIGURA 1 | LOCALIZAÇÃO DAS UNIDADES AMOSTRAIS NOS RESERVATÓRIOS PIRAQUARA II E IRAÍ..... | 23 |
| FIGURAS 2-32 | DIATOMÁCEAS EM MICROSCOPIA ÓTICA..... | 51 |
| FIGURAS 33-63 | DIATOMÁCEAS EM MICROSCOPIA ÓTICA..... | 52 |
| FIGURAS 64-80 | DIATOMÁCEAS EM MICROSCOPIA ÓTICA..... | 53 |
| FIGURAS 81-107 | DIATOMÁCEAS EM MICROSCOPIA ÓTICA..... | 54 |
| FIGURAS 108-136 | DIATOMÁCEAS EM MICROSCOPIA ÓTICA..... | 55 |
| FIGURAS 137-163 | DIATOMÁCEAS EM MICROSCOPIA ÓTICA..... | 56 |
| FIGURAS 164-214 | DIATOMÁCEAS EM MICROSCOPIA ÓTICA..... | 57 |
| FIGURAS 215-243 | DIATOMÁCEAS EM MICROSCOPIA ÓTICA..... | 58 |
| FIGURAS 244-259 | DIATOMÁCEAS EM MICROSCOPIA ÓTICA..... | 59 |
| FIGURAS 260-272 | DIATOMÁCEAS EM MICROSCOPIA ÓTICA..... | 60 |
| FIGURAS 273-274 | DIATOMÁCEAS EM MICROSCOPIA ÓTICA..... | 61 |
| FIGURAS 275-307 | DIATOMÁCEAS EM MICROSCOPIA ÓTICA..... | 62 |
| FIGURAS 308-324 | DIATOMÁCEAS EM MICROSCOPIA ÓTICA..... | 63 |
| FIGURAS 325-338 | DIATOMÁCEAS EM MICROSCOPIA ÓTICA..... | 64 |
| FIGURA 347 | ESQUEMA DA PARTIÇÃO DA DIVERSIDADE..... | 76 |
| FIGURA 348 | RIQUEZA DE ESPÉCIES POR UNIDADE AMOSTRAL, NOS DOIS RESERVATÓRIOS E NOS DOIS PERÍODOS DA COLETA..... | 78 |
| FIGURA 349 | DENSIDADE DE INDIVÍDUOS POR CM ² POR UNIDADE AMOSTRAL NOS DOIS RESERVATÓRIOS E NOS DOIS PERÍODOS DE COLETA..... | 79 |
| FIGURA 350 | DIAGRAMA DE DISPERSÃO DA ANÁLISE DE COORDENADAS PRINCIPAIS (PCoA) DOS RESERVATÓRIOS PIRAQUARA II e IRAÍ NO OUTONO E NA PRIMAVERA..... | 81 |
| FIGURA 351 | PARTIÇÃO DA DIVERSIDADE ENTRE PSEUDORÉPLICAS, RÉPLICAS DAS UNIDADES AMOSTRAIS E ENTRE OS RESERVATÓRIOS, COMPARANDO O OBSERVADO COM O | |

| | | |
|------------|--|----|
| | ESPERADO..... | 82 |
| FIGURA 352 | PORCENTAGEM DE TURNOVER E ANINHAMENTO QUE CONTRIBUIU PARA A DIVERSIDADE BETA ENTRE PSEUDORÉPLICAS E ENTRE RÉPLICAS | 83 |
| FIGURA 353 | PORCENTAGEM DE TURNOVER E ANINHAMENTO QUE CONTRIBUIU PARA DIVERSIDADE BETA ENTRE RESERVATÓRIOS ENTRE PERÍODOS..... | 84 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|------------|--|-------|
| TABELA 1 - | UNIDADES AMOSTRAIS (U.A), DATAS DAS COLETAS E SUBSTRATOS AMOSTRADOS NO RESERVATÓRIO PIRAQUARA II E IRAÍ..... | 22 |
| TABELA 2 - | LISTAGEM DE ESPÉCIES DETERMINADAS EM AMOSTRAS DO RESERVATÓRIO PIRAQUARA II E IRAÍ, DADOS MORFOMÉTRICOS E OCORRÊNCIA NAS AMOSTRAS..... | 26 |
| TABELA 3 - | ÍNDICE DO ESTADO TRÓFICO (IET) DOS RESERVATÓRIOS DO IRAÍ E PIRAQUARA II NO OUTONO (ABRIL\2013 E JUNHO\2013) E PRIMAVERA (NOVEMBRO\2013)..... | 71 |
| TABELA 4 - | VALORES MÉDIOS DOS DADOS ABIÓTICOS DOS RESERVATÓRIOS DO IRAÍ E PIRAQUARA II FORNECIDOS PELA SANEPAR..... | 73 |
| TABELA 5 - | RESULTADO DO TESTE t PARA A RIQUEZA DE ESPÉCIES EM CADA RESERVATÓRIO ENTRE PERÍODOS E EM CADA PERÍODO SAZONAL ENTRE RESERVATÓRIOS..... | 78 |
| TABELA 6 - | RESULTADO DO TESTE t PARA A DENSIDADE EM CADA RESERVATÓRIOS ENTRE PERÍODOS E EM CADA PERÍODO AMOSTRAL ENTRE RESERVATÓRIOS. | 79 |
| TABELA 7 - | RESULTADOS DA PERMANOVA ENTRE OS RESERVATÓRIOS DURANTE OS PERÍODOS AMOSTRAIS..... | 80 |
| TABELA 8 - | ESPÉCIES DE DIATOMÁCEAS INDICADORAS DO RESERVATÓRIO DO IRAÍ E PIRAQUARA II EM CADA PERÍODO SAZONAL..... | 81-82 |

SUMÁRIO

| | | |
|-------|--|-----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 15 |
| 2 | “Taxonomia de diatomáceas epifíticas dos reservatórios Piraquara II e Iraí, Curitiba, PR.”..... | 19 |
| 2.1 | OBJETIVOS..... | 20 |
| 2.2 | MATERIAS E MÉTODOS..... | 20 |
| 2.2.1 | Área de estudo..... | 20 |
| 2.2.2 | Unidades amostrais..... | 21 |
| 2.3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 25 |
| 2.4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS E PRANCHAS..... | 49 |
| 3 | “Biodiversidade de diatomáceas epifíticas nos reservatórios Piraquara II e Iraí, Curitiba, PR.”..... | 65 |
| 3.1 | OBJETIVOS..... | 69 |
| 3.2 | MATERIAIS E MÉTODOS..... | 69 |
| 3.2.1 | Área de estudo..... | 69 |
| 3.2.2 | Amostragem das Macrófitas, Diatomáceas e Variáveis Abióticas..... | 71 |
| 3.2.3 | Preparação das amostras de diatomáceas epifíticas..... | 73 |
| 3.2.4 | Análise quantitativa das comunidades de diatomáceas..... | 73 |
| 3.2.5 | Análise dos dados..... | 74 |
| 3.3 | RESULTADOS..... | 78 |
| 3.3.1 | Riqueza de espécies..... | 78 |
| 3.3.2 | Densidade de espécies..... | 79 |
| 3.3.3 | Diversidade da comunidade de diatomáceas epifíticas..... | 80 |
| 3.4 | DISCUSSÃO E CONCLUSÃO..... | 84 |
| | REFERÊNCIAS | 93 |
| | APÊNDICES | 113 |

1 INTRODUÇÃO

Diatomáceas são algas microscópicas que se caracterizam pela parede celular de natureza silícea, chamada frústula. Esta carapaça, com morfologia única e complexa, é utilizada como base da taxonomia do grupo. A identificação das espécies baseia-se no formato e no reconhecimento de estruturas e ultraestruturas da frústula (ROUND; CRAWFORD; MANN, 1990). Estas algas apresentam um curto ciclo de vida, entre 15-30 dias (ROUND; CRAWFORD; MANN, 1990) e são consideradas abundantes na maioria dos ambientes aquáticos, onde constituem importante papel como fixadoras de carbono e fonte de recurso alimentar (MEDLIN; KACZMARSKA, 2004; SPAULDING; LUBINSKI; POTAPOVA, 2015). Podem ser encontradas no plâncton como também no bento, como por exemplo o perifíton, pois estratégias adaptativas morfológicas e fisiológicas permitem a adesão destas microalgas, em maior ou menor grau, a substratos submersos, como macrófitas aquáticas (epifíton) (WETZEL, 1983). Nesse contexto, as diatomáceas epifíticas destacam-se por constituírem um componente intrínseco da região litorânea, por se desenvolverem abundantemente sobre as superfícies submersas de macrófitas aquáticas (WETZEL, 1983).

A comunidade de diatomáceas aderida tem sido eficiente ferramenta em estudos de heterogeneidade ambiental (SOININEN; KÖNÖNEN, 2004), pois são sensíveis a alterações naturais das condições ambientais (POTAPOVA; CHARLES 2007; STENGER-KOVACS *et al.*, 2007), e aos efeitos de interferências antropogênicas, como eutrofização e acidificação das águas (SIVER; HAMILTON; PELCZAR, 2009). De fato, há décadas estes organismos vêm sendo utilizados como bioindicadores de condições ambientais (DESCY; COSTE, 1991; KELLY; WHITTON, 1995; LOBO *et al.*, 2004; HERMANY *et al.*, 2006; La HÉE; GAISER, 2012; RIMET; BOUCHEZ; MONTUELLE, 2015). Podem proliferar-se sob condições físicas e químicas muito específicas, tais como baixo pH, elevadas concentrações de nutriente ou baixa condutividade (SIVER; HAMILTON; PELCZAR, 2009).

Os estudos taxonômicos destas microalgas são importantes para auxiliar em estudos ecológicos relacionados com o ecossistema aquático, funcionando como ferramenta aplicada a essas pesquisas (SOININEN, 2006; VERLEYEN *et al.*, 2009). De modo geral, estes organismos são importantes para avaliações da integridade ecológica aquática (SMOL; STOERMER, 2010), porém o tratamento taxonômico é de difícil aplicabilidade devido à plasticidade morfológica de alguns gêneros deste grupo (POTAPOVA; HAMILTON, 2007).

Em estudos de ecologia de comunidade de diatomáceas perifíticas geralmente ocorre associação dos padrões da estruturação da comunidade com as variáveis ambientais, em escalas espacial e/ou temporal (VERCELLINO; BICUDO, 2006; SILVA *et al.*, 2010; PELLEGRINI; FERRAGUT, 2012; TANIWAKI, *et al.*, 2013; VILAR *et al.*, 2014). Isso se deve a restrita mobilidade e ao curto ciclo de vida destes organismos (ROUND; CRAWFORD; MANN, 1990), que permite respostas imediatas às variações ambientais observando a interação destas algas com o ambiente, fenômeno importante para a determinação da diversidade da comunidade. Pois é conhecido que algas perifíticas respondem rapidamente às condições ambientais, resultando em alterações na estrutura dessas comunidades (VERCELLINO; BICUDO, 2006; COSTA; MACHADO; FERNANDES, 2007; STENGER-KOVACS *et al.*, 2007; FERRAGUT; BICUDO, 2009; MURAKAMI; RODRIGUES, 2009; PELLEGRINI; FERRAGUT, 2012). Mudanças na riqueza, composição e na estrutura dessas comunidades em função da alteração ambiental, pode ser observado tanto em ambientes aquáticos lóticos (SMOL; STOERMER, 2010; POTAPOVA; CHARLES 2007; GÖTHE *et al.*, 2013), quanto em ambientes lênticos (STENGER-KOVACS *et al.*, 2007; PELLEGRINI; FERRAGUT, 2012; FARIA; GUIMARÃES; LUDWIG, 2013).

Alguns métodos podem ser utilizados para entender a influência das variáveis espaciais e/ou temporais sobre a comunidade de diatomáceas epifíticas, como por exemplo, a diversidade dessa comunidade pode ser particionada de forma hierárquica relacionando-as como os parâmetros de interesse. Assim, o objetivo geral da partição da diversidade é classificar de forma hierárquica a comunidade estudada, categorizando em níveis de diversidade Alfa (diversidade local), Beta (diversidade entre locais) e Gama

(diversidade regional) (WHITTAKER, 1960). Recentemente, estudos têm avaliado a relação entre diversidade beta das assembleias de diatomáceas e as variações espaciais e/ou ambientais (WETZEL *et al.*, 2012; BARTON *et al.*, 2013; VILAR *et al.*, 2014). A fração beta pode ser resultante de dois fenômenos característicos, aninhamento e/ou *turnover* de espécies (BASELGA, 2010; WETZEL *et al.*, 2012). O aninhamento de espécies é caracterizado pela formação de uma comunidade menor e menos rica, que é um subconjunto de uma comunidade maior e com maior riqueza. O *turnover* é definido como a substituição de espécies de uma comunidade por espécies novas (BASELGA, 2010). Estes dois fenômenos podem ocorrer simultaneamente na comunidade, pois um evento não exclui o outro (BASELGA, 2010; WETZEL *et al.*, 2012).

Este trabalho foi dividido em 2 capítulos:

Capítulo 1: Taxonomia de diatomáceas epifíticas dos reservatórios.

Piraquara II e Iraí, Curitiba, PR. Com objetivo de realizar um estudo taxonômico das diatomáceas epifíticas dos reservatórios Iraí e Piraquara II região metropolitana de Curitiba.

Capítulo 2: Biodiversidade de diatomáceas epifíticas nos reservatórios

Piraquara II e Iraí, Curitiba, PR.

Com o objetivo de descrever e explicar a variação na biodiversidade de espécies de diatomáceas epifíticas em dois reservatórios urbanos em diferentes escalas espaciais e temporais. i) Observar se há variação entre as comunidades dos dois reservatórios; ii) Particionar a diversidade Gama; iii) Determinar se a diversidade beta é gerada por *turnover* e/ou aninhamento.

2 Taxonomia de diatomáceas epifíticas dos reservatórios Piraquara II e Iraí, Curitiba, PR.

Diatomáceas são algas microscópicas que se caracterizam pela parede celular de natureza silícea, a frústula. Esta carapaça, cuja morfologia é única e complexa, é utilizada como base da taxonomia do grupo. São abundantes na maioria dos ambientes aquáticos, onde constituem importante papel como fixadoras de carbono e fonte de recurso alimentar (MEDLIN; KACZMARKA, 2004; SPAULDING *et al.*, 2015). Estratégias adaptativas morfológicas e fisiológicas permitem a adesão destas microalgas, em maior ou menor grau, a substratos submersos (epifíton), como macrófitas aquáticas. Particularmente, a comunidade de diatomáceas aderida tem sido eficiente ferramenta em estudos ambientais (SOININEN; KÖNÖNEN, 2004), como indicadores de mudanças hidrológicas e climáticas, na paleoecologia, em avaliações de integridade ecológica aquática, nos processos de acidificação das águas, de eutrofização e demais fatores que indicam a qualidade das águas (SMOL; STOERMER, 2010). Portanto, é crescente a busca pela taxonomia acurada de espécies que ocorrem em águas brasileiras e pelo melhor conhecimento da autoecologia destas diatomáceas.

Entre os estudos em reservatórios paranaenses que incluem diatomáceas, destacam-se os que ocorreram no reservatório do Iraí, desenvolvidos por Cetto *et al.* (2004) e Silva *et al.* (2010), os quais disponibilizaram um inventário das diatomáceas perifíticas em ambiente eutrofizado; Bertolli, Tremarin e Ludwig (2010), ao estudar o reservatório Passaúna, inventariaram 15 novos registros de espécies para o estado do Paraná; Faria, Tremarin e Ludwig (2010) realizaram o inventário de diatomáceas aderidas a substratos artificiais no reservatório Itaquí e, posteriormente, selecionaram espécies tolerantes à eutrofização (FARIA; GUIMARÃES; LUDWIG, 2013). A avaliação da diatomoflórula no reservatório do Piraquara II é um estudo ficológico pioneiro.

O reservatório Piraquara II e do Iraí, localizados na região metropolitana de Curitiba, são mananciais para abastecimento público de água e são formados por rios inseridos na bacia hidrográfica do Iguaçu

(RODRIGUES *et al.*, 2005). O monitoramento realizado no Iraí, entre os anos de 2005 e 2008, pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP, 2009a) concluiu pela classificação do reservatório como “criticamente degradado a poluído”. Inaugurado em 2008, o reservatório de Piraquara II, localizado em uma área predominantemente rural, sofre interferência por poluição difusa (BITTENCOURT; GOBBI, 2006). Segundo EIA/RIMA (SANEPAR, 2000), o rio Piraquara, na região do reservatório, encontra-se em processo moderado de eutrofização, provavelmente pela contaminação dos ambientes adjacentes.

A cuidadosa identificação das diatomáceas foi fundamental para proceder à avaliação da diversidade da comunidade diatomológica em ambos os reservatórios (Iraí e Piraquara II), assunto do próximo capítulo desta dissertação.

2.1 OBJETIVO

Realizar um estudo florístico das espécies de diatomáceas epifíticas presentes nos reservatórios Piraquara II e Iraí.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Área de estudo

Os reservatórios do Iraí e Piraquara II, inseridos em áreas de proteção ambiental (APAs), estão localizados na Região Metropolitana de Curitiba e na bacia hidrográfica do Iguaçu. Possuem função de abastecimento público e apresentam diferentes estágios de degradação. O complexo do reservatório Piraquara (Reservatório Piraquara I e II) é considerado “Moderadamente Degradado” e o reservatório Iraí, classificado como “Criticamente Degradado a Poluído” segundo o Índice de Qualidade da Água dos Reservatórios (IQAr 1999 - 2008) utilizado pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP, 2009a).

O reservatório do Piraquara II faz parte de um complexo juntamente com o reservatório Piraquara I e esta localizado, a jusante do Piraquara I. É formado pelo barramento do rio Piraquara e inaugurado em 2008, está

localizado no município de Piraquara – PR (FIGURA 1). Possui área de 5,64 km², profundidade média de 3,28 m, tempo de residência 75 dias, área de drenagem de 58 km² e cerca de 21 milhões de metros cúbicos de água (CONSÓRCIO PARANASAN, 2000). A principal atividade econômica da região é a agropecuária, predominando cultivo de milho e pastagem. O reservatório do Piraquara II pode ser considerado um corpo d'água com grande potencial de eutrofização, segundo estudo visando à determinação da quantidade máxima de cargas poluentes que um corpo d'água pode receber (BITTENCOURT; GOBBI, 2006)

O reservatório do Iraí, formado pelo barramento do rio Iraí, está localizado entre os municípios de Pinhais-PR, Quatro Barras e Piraquara (FIGURA 1) e foi inundado em 2000. Inserido em região de clima temperado, possui 113km²e uma área inundada de 15 km², com tempo de residência médio de 312 dias e profundidade média de 4,7 metros (BOLLMANN; CARNEIRO; PEGORINI, 2005). Recebe contribuição de quatro rios, Curralinho, Cerrado, Timbú e Canguiri, além do próprio rio Iraí, e uma alta carga de efluentes domésticos, industriais e agropecuários, sendo considerado como eutrófico (PARANÁ, 2000; CETTO *et al.*, 2004, RODRIGUES *et al.*, 2005). O reservatório do Iraí foi foco de um projeto interdisciplinar de pesquisa, resultando em importante contribuição para o entendimento e minimização do problema de eutrofização (ANDREOLI; CARNEIRO, 2005).

2.2.2 Unidades amostrais

Seis estações de coleta foram selecionadas para estudo ao longo dos reservatórios (Figura 1, Figura 2, Tabela 1). Caules das macrófitas aquáticas emergentes *Polygonum hydropiperoides* Michaux (Polygonaceae) e *Ludwigia peruviana* (L.) H. Hara (Onagraceae), assim como a anfíbia *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb. (Amaranthaceae) foram coletadas de acordo com a incidência e disponibilidade dos substratos no local (Tabela 1). A identificação das macrófitas foi realizada por especialistas do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná.

TABELA 1. UNIDADES AMOSTRAIS (U.A), DATAS DAS COLETAS E SUBSTRATOS AMOSTRADOS NO RESERVATÓRIO PIRAQUARA II E IRAÍ.

| RESERVATÓRIO PIRAQUARA II | | | | |
|----------------------------------|---------------------|---|--------------|--------------|
| U.A | Período | Mácrofita | UPCB | |
| 1 | 10/06/13 e 13/11/13 | <i>Polygnum hydropiperoides</i> | 78032 | 78044 |
| 2 | 10/06/13 e 13/11/13 | <i>Ludwigea peruviana</i> | 78033 | 78045 |
| 3 | 10/06/13 e 13/11/13 | <i>Althernanthera philoxeroides</i> , <i>P. hydropiperoides</i> | 78034 | 78046 |
| 4 | 10/06/13 e 13/11/13 | <i>A. philoxeroides</i> , <i>P. hydropiperoides</i> | 78035 | 78047 |
| 5 | 10/06/13 e 13/11/13 | <i>P. hydropiperoides</i> | 78036 | 78048 |
| 6 | 10/06/13 e 13/11/13 | <i>P. hydropiperoides</i> | 78037 | 78049 |
| RESERVATÓRIO IRAÍ | | | | |
| Curralinho | 26/04/13 e 11/11/13 | <i>A. philoxeroides</i> | 78038 | 78050 |
| Timbú | 26/04/13 e 11/11/13 | <i>A. philoxeroides</i> | 78039 | 78051 |
| Canguiri | 26/04/13 e 11/11/13 | <i>A. philoxeroides</i> | 78040 | 78052 |
| RV 1 | 26/04/13 e 11/11/13 | <i>A. philoxeroides</i> | 78041 | 78053 |
| RV 2 | 26/04/13 e 11/11/13 | <i>A. philoxeroides</i> | 78042 | 78054 |
| RV 3 | 26/04/13 e 11/11/13 | <i>A. philoxeroides</i> | 78043 | 78055 |

RV: reservatório (região mais próxima à barragem)

* Ver posição das unidades amostrais na FIGURA 1.

UPCB: Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná

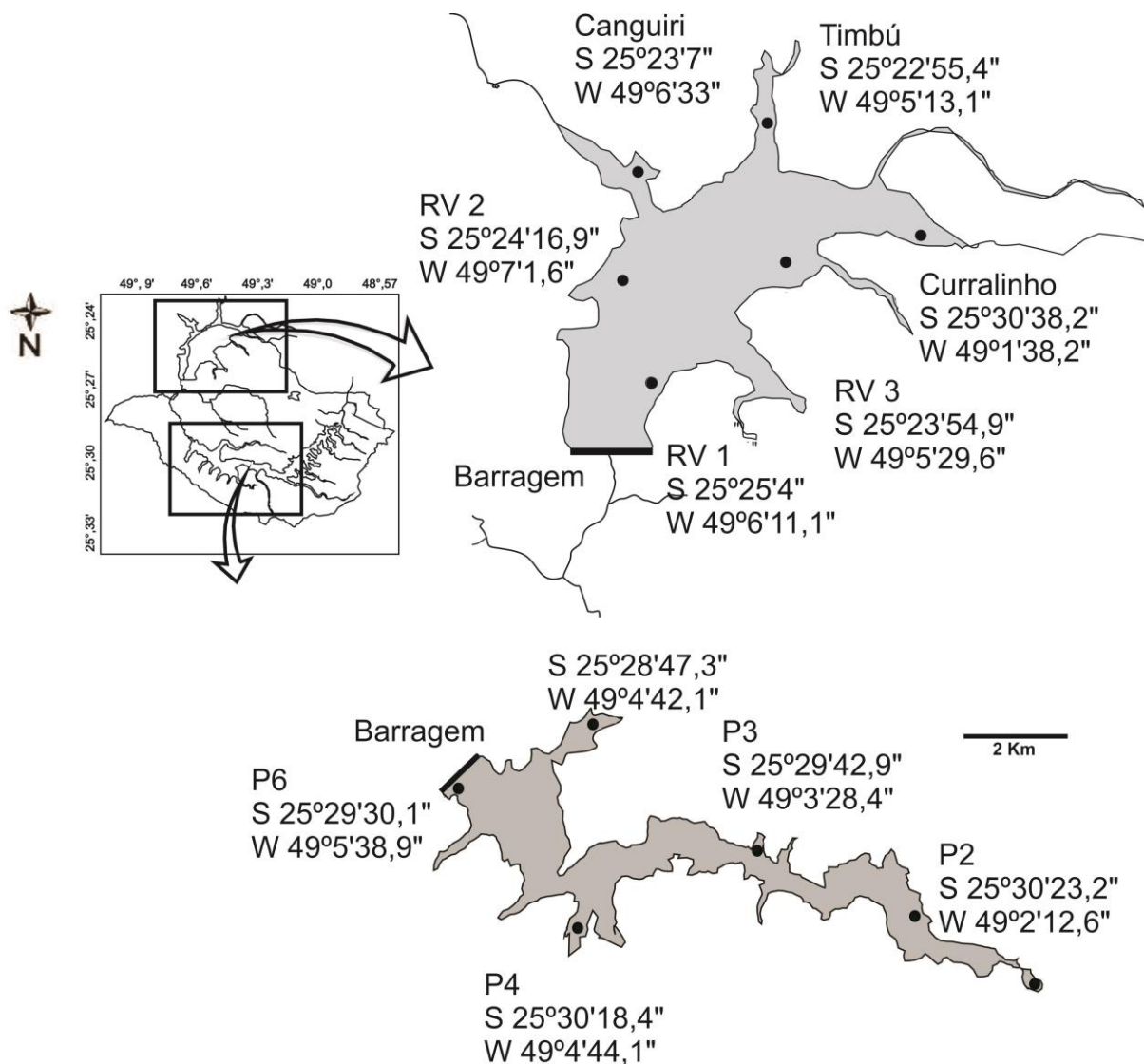


FIGURA 1. LOCALIZAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS E UNIDADES AMOSTRAIS (●), MUNICÍPIO DE PIRAQUARA, ESTADO DO PARANÁ. FONTE: Modificado de GOOGLE EARTH 2013.

As amostragens foram semestrais, ocorrendo no outono e inverno de 2013, com seis pontos em tréplicas totalizando 18 amostras em cada reservatório e em cada período. As macrófitas coletadas estavam em estágio adulto, com folhas não senescentes, submersas em torno de 20 cm abaixo da lâmina da água. Foram obtidos de nove a 12 fragmentos do caule da região dos entre nós, medindo aproximadamente sete centímetros de comprimento. Os caules foram acondicionados em frascos de polietileno e encaminhados para o laboratório onde foram fixados com 200 mL de solução de *Transeau* (BICUDO; MENEZES, 2006).

As amostras com diatomáceas epifíticas foram obtidas através da raspagem dos caules de macrófitas utilizando lâminas de aço envolvidas por papel alumínio e jatos da solução da própria amostra fixada. Subamostras de 10 mL foram tratadas pela técnica de

Simonsen (1974) modificada por Moreira-Filho e Valente-Moreira (1981). Lâminas permanentes foram montadas com volume conhecido (0,5 mL) das subamostras oxidadas, utilizando Naphrax® como meio de inclusão.

Microscópio de luz Olympus CH-2 foi utilizado para observação e determinação taxonômica das diatomáceas. Os registros fotográficos foram providenciados para todos os táxons identificados, utilizando fotomicroscópio Olympus BX 40 com câmera de captura DP071 acoplada. A terminologia seguiu Barber e Haworth (1981) e o enquadramento taxonômico Round, Crawford e Mann. (1990). A identificação das espécies de diatomáceas baseou-se em literatura clássica e recente, como Patrick e Reimer (1966), Krammer e Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b), Metzeltin e Lange-Bertalot (1998 e 2007), Metzeltin, Lange-Bertalot e García-Rodríguez (2005), Lange-Bertalot, Bak e Witkowski (2011) e Siver e Hamilton (2011). As referências bibliográficas inseridas para cada táxon na Tabela 2 correspondem à fonte utilizada para identificação da espécie.

As espécies pioneiras para o Paraná e as identificadas em nível genérico foram descritas e comentadas. Listagem contendo as diatomáceas determinadas, dados merísticos e ocorrência nas amostras segue nas Tabelas 2 e 3.

As espécies encontradas nos reservatórios foram classificadas pela forma de fixação no substrato, baseadas na estrutura de secreção de mucilagem, de acordo com Biggs, Stevenson e Lowe, 1998; Burliga *et al.*, 2004; Rimet e Bouchez, 2012. A classificação resumiu-se em: firmemente aderidas ao substrato (espécies que podem formar pedúnculos ou almofadas de mucilagem) e frouxamente aderidas (espécies que apresentam estrutura para secreção de mucilagem, porém não ficam adnatas ou não formam pedúnculos e almofadas de mucilagem).

Para calcular a frequência de ocorrência de cada táxon consideraram-se todas as amostras coletadas, seguindo-se a classificação adotada por

Mateucci e Colma (1982): MF = muito frequentes ($\geq 70\%$), F = frequentes ($40\% \leq F < 70\%$), PF= pouco frequentes ($10\% \leq F < 40\%$) e E = esporádicas ($< 10\%$).

Amostras e lâminas permanentes foram depositadas no Herbário da Universidade Federal do Paraná (UPCB) (TABELA 1).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

DIATOMOFLÓRULA

As análises das amostras coletadas nos reservatórios resultaram na identificação de 134 espécies, distribuídas em 17 famílias no reservatório Piraquara II e 134 espécies distribuídas em 22 famílias no reservatório Iraí (TABELA 2).

Considerando os dois reservatórios, 174 táxons infra-genéricos foram determinados, além de 18 determinadas em nível gêneros ou *conferatum*, totalizando a ocorrência de 192 identidades taxonômicas. Destas, 58 foram de ocorrência exclusiva para o reservatório Piraquara II e 59 para o Iraí.

Os gêneros que apresentaram espécies com a primeira citação para o reservatório Iraí foram: *Surirella*, *Stenopterobia*, *Nitzschia*, *Navicula*, *Mayamaea*, *Geissleria*, *Pinnularia*, *Sellaphora*, *Neidium*, *Frustulia*, *Luticola*, *Placoneis*, *Achnantheidium*, *Cocconeis*, *Gomphonema*, *Encyonopsis*, *Encyonema*, *Cymbopleura*, *Cymbella*, *Eunotia*, *Desmogonium*, *Ulnaria*, *Fragilaria*, *Orthoseira*, *Aulacoseira*, *Melosira*. Espécies pioneiras para os estado do Paraná considerando ambos os reservatórios foram: *Actinella leontopithecus-rosalia*, *Eunotia formicina*, *Eunotia metamonodon*, *Encyonema incurvatum*, *Gomphonema guaraniarum*, *Achnantheidium macrocephalum*; *Frustulia quadrisinuata*, *Sellaphora densistriata*, *Sellaphora sardiniensis*.

TABELA 2. LISTAGEM DE ESPÉCIES DETERMINADAS EM AMOSTRAS DO RESERVATÓRIO PIRAQUARA II EIRAÍ, DADOS MÉTRICOS E MORFOMÉTRICOS, OCORRÊNCIA NAS AMOSTRAS E BIBLIOGRAFIA CONSULTADA. D: DIÂMETRO; C: COMPRIMENTO; L: LARGURA; EP: EIXO PERVALVAR; E: ESTRIAS EM 10 µm; A: ARÉOLAS EM 10 µm; F: FÍBULAS EM 10 µm; CA: CANAIS ALIFORMES EM 10 µm. (O = OUTONO; P = PRIMAVERA).

| Espécies determinadas | Fig. | Dados merísticos | Ocorrência nas | | | | Bibliografia consultada |
|--|-------|---|----------------|--------------|---|---|--|
| | | | U.A. Iraí | Piraquara II | | | |
| Thalassiosiraceae | | | | | | | |
| <i>Spicaticribr</i> <i>rudis</i> (Tremarin, Ludwig, Becker & Torgan) Tuji, Leelah. & Peerap. | 5 | D: 12,2; E: 8; A: 8 | | | | | Tuji, Leelahakriengkrai e Peerapornpibal, 2012. |
| Stephanodiscaceae | | | | | | | |
| <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing | 2-4 | D: 9,9-13,3; E: 12 | | | | | Krammer e Lange-Bertalot, 1991a; Metzeltin e Lange-Bertalot, 2007. |
| <i>Discostella stelligera</i> (Cleve & Grunow) Houk et Klee. | 6-8 | D: 7,4-13,9; E: 11-8 | | | | | Huber-Pestalozzi, 1942; Krammer e Lange-Bertalot, 1991a; Houk e Klee 2004. |
| Melosiraceae | | | | | | | |
| <i>Melosira varians</i> C. Agardh * | 9 | EP: 10,4-12,3; D: 14,3-17,9 | | | | | Huber-Pestalozzi, 1942; Krammer e Lange-Bertalot, 1991a. |
| Aulacoseiraceae | | | | | | | |
| <i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen | 10-12 | EP: 7,1-12,2; D: 6,0-7,5; E: 8 | | | | | Krammer e Lange-Bertalot, 1991a; Metzeltin e Lange-Bertalot, 2007. |
| <i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen var. <i>ambigua</i> f. <i>spiralis</i> (Skuja) Ludwig & Valente-Moreira | 13 | EP: 10,9; D: 3,9; E: 14 | | | | | Ludwig e Valente-Moreira, 1990. |
| <i>A. brasiliensis</i> Tremarin, Torgan & T. Ludwig * | 14-16 | EP: 3,8-6,5; D: 8,4-9,8; E: 13-14; A: 6-8 | | | | | Tremarin, Ludwig e Torgan, 2012. |
| <i>A. granulata</i> var. <i>angustissima</i> (O. Müller) Simonsen | 20-22 | EP: 11,5-14,8; D: 2,7-2,9; E: 3; A:14-15 | | | | | Krammer e Lange-Bertalot, 1991a. |
| <i>A. granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen | 24-25 | EP: 13,7-13,8; D: 5,2-5,12; E: 5-6; A:16-17 | | | | | Krammer e Lange-Bertalot 1991a; Metzeltin e Lange-Bertalot, 2007. |
| <i>A. herzogii</i> (Lemmermann) Simonsen | 17-19 | EP: 6,4-7,1; D: 4,3-5,9 | | | | | Hickel e Hakansson, 1991; Oliveira e Steinitz-Kannan, 1992. |
| <i>A. italica</i> (Ehrenberg) Simonsen * | 32 | EP: 13,3; D: 6,2 | X | | | | Krammer e Lange-Bertalot, 1991a; Crawford, Likhoshway e Jahn, 2003. |
| <i>A. tenella</i> (Nygaard) Simonsen | 26-27 | EP: 0,67-1,7; D: 5,6-6 | X | X | X | X | Siver e Kling, 1997; Camburn e Charles, 2000; |

| | | | | | | | | |
|---|-------|--|---|---|---|---|---|---|
| <i>Aulacoseira</i> sp. 1 | 23 | EP: 2,5; D: 8,7; E: 11 | X | | | | | Raupp, Torgan e Baptista, 2006. Krammer e Lange-Bertalot, 1991a. |
| <i>Aulacoseira</i> sp. 2 | 29-31 | EP: 3,3-4,0; D: 4,5-4,9 | | | X | X | | Krammer e Lange-Bertalot, 1991a. Tremarin, Ludwig e Torgan, 2014. |
| Orthoseiraceae | | | | | | | | |
| <i>Orthoseira Roseana</i> (Rabenhorst) O'Meara * | 28 | D: 12,7; A: 26 | X | | | | | Krammer e Lange-Bertalot, 1991a; Spaulding e Kociolek, 1998. |
| Fragilariaceae | | | | | | | | |
| <i>Asterionella formosa</i> (Hassal) | 33 | C: 46,9-47,8; L: 2,0-2,4 | X | X | | | | Patrick e Reimer, 1966; Krammer e Lange- Bertalot, 1991a. |
| <i>Fragilaria recapitellata</i> Lange-Bertalot et D. Metzeltin | 34-36 | C: 16,7-28,9; L: 2,9-3,0; E: 16 | X | X | X | X | | Rumrich; Lange-Bertalot; Rumrich, 2000; Tuji and Williams (2008c), Lange-Bertalot et al. (2009) |
| <i>F. capucina</i> var. <i>mesolepta</i> (Rabenhorst) Rabenhorst | 37 | C: 21,8; L: 2,8; E: 16 | | | | | X | Patrick e Reimer, 1966; Krammer e Lange- Bertalot 1991a; Tuji e Williams, 2008a. |
| <i>F. crotonensis</i> Kitton | 44-47 | C: 68,4-76,0; L: 2,5; E: 17 | X | X | X | X | | Patrick e Reimer, 1966 |
| <i>F. gracilis</i> Ostrup | 40-43 | C: 33,4-64,1; L: 2,0-2,9; E: 19- 20 | X | | X | X | | Krammer e Lange-Bertalot 1991a, |
| <i>F. parva</i> (Grunow) Tuji Williams * | 49-52 | C: 35,3-51,6; L: 2,9-2,5; E: 16-1 | X | | X | X | | Tuji e Williams, 2008b. |
| <i>F. tenera</i> (W. Smith) Lange-Bertalot | 53-56 | C: 28,1-65,5; L: 2,0-2,6; E: 20-2 | X | | X | X | | Krammer e Lange-Bertalot, 1991a; Lange- Bertalot, Bak e Witkowski, 2011. |
| <i>F. vaucheriae</i> (Kützing) Petersen | 38-39 | C: 12,3-14,7; L: 3,2-3,7; E: 20- 18 | X | X | X | X | | Krammer e Lange-Bertalot 1991a; Tuji e Williams, 2006. |
| <i>Fragilariforma javanica</i> (Hustedt) Wetzel, Morales & Ector | 57-58 | C: 27,9-69,8; L: 5,5-6,1; E: 19 | X | | X | X | | Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998. |
| <i>Staurosira</i> sp. | 60 | C: 7,2; EP: 4,2; E: 4 | X | | | | | |
| <i>Staurosirella martyi</i> (Héribaud) Morales & Manoylov * | 59 | C: 27,3; L: 6,9; E: 4 | | | X | | | Morales e Manoylov, 2006. |
| <i>Ulnaria acus</i> (Kützing) M. Aboal * | 61-63 | C: 91,2; L: 4,9; E: 11 | X | X | | | X | Krammer e Lange-Bertalot, 1991a; |
| <i>U. ulna</i> (Nitzsch) Compère | 48 | C: 91,2; L: 4,9; E: 11 | | | | X | X | Krammer e Lange-Bertalot, 1991a; Compère, 2001. |
| Eunotiaceae | | | | | | | | |
| <i>Actinella leontopithecus-rosalia</i> Costa ** | 74 | C: 25,1; L: 3,2; E: 18 | | | | | X | Costa, 1995. |
| <i>Desmogonium ossiculum</i> Metzeltin & | 64-65 | C: 114,1-186,9; L: 8,7; E: 14-15 | X | | | | X | Metzeltin e Lange-Bertalot, 2007. |

| | | | | | | |
|---|---------|--------------------------------------|---|---|---|--|
| Lange-Bertalot * | | | | | | |
| <i>D. rabenhorstianum</i> Grunow | 66 | C: 109,2-125,4; L: 5,8-6,7 | | X | X | Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998. |
| <i>D. transfugum</i> (Metzeltin & Lange-Bertalot) | 106-107 | C: 139,6-198,7; L: 4,5-6,1 ;E: 16-14 | X | X | | Krammer e Lange-Bertalot, 1998; Krammer e Lange-Bertalot, 2007. |
| <i>Eunotia areniverma</i> Furey, Lowe & Johansen | 103 | C: 36,6; L: 8,7; E: 9 | X | | | Furey, Lowe e Johansen, 2011. |
| <i>Eunotia bidens</i> Ehrenberg * | 67 | C: 38,4; L: 9,0; E: 13 | | X | | Lange-Bertalot, Bak e Witkowski 2011. |
| <i>E. bilunaris</i> (Ehrenberg) Mills | 68 | C: 22,0-43,7; L: 3,1-3,4; E: 17 | X | X | X | Krammer e Lange-Bertalot, 1991a; Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998, 2005. |
| <i>E. camelus</i> Ehrenberg | 69-72 | C: 16,2-31,9; L: 6,4-5,1; E: 11-12 | X | X | X | Metzeltin, Lange-Bertalot e García-Rodríguez, 2005; Frenguelli, 1933. |
| <i>E. formica</i> Ehrenberg * | 73 | C: 71,5; L: 9,3; E: 10 | X | | | Lange-Bertalot, Bak e Witkowski 2011. |
| <i>E. formicina</i> Lange-Bertalot * ** | 78-79 | C: 46,2-49,8; L: 6,0-6,4; E: 13-15 | X | X | | Krammer e Lange-Bertalot, 1991a; Lange-Bertalot, Bak e Witkowski 2011. |
| <i>E. luna</i> var. <i>trapezica</i> Hustedt | 104 | C: 28,7; L: 11,0; E: 12 | | X | | Simonsen, 1987; Frenguelli 1941. |
| <i>E. maior</i> (Smith) Rabenhorst * | 80 | C: 90,6; L: 8,3; E: 8 | X | | | Patrick e Reimer, 1966, Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998. |
| <i>E. meridiana</i> Metzeltin & H. Lange-Bertalot * | 94-96 | C: 17,2-26,7; L: 4-5; E: 12-13 | X | X | | Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998; Lange-Bertalot, Bak e Witkowski 2011. |
| <i>E. metamonodon</i> Lange-Bertalot ** | 77 | C: 69,2; L: 9,5; E: 10 | | X | | Lange-Bertalot, Bak e Witkowski 2011. |
| <i>E. minor</i> (Kützing) Grunow | 75-76 | C: 17,1; L: 4,9; E: 16 | X | X | X | Krammer e Lange-Bertalot, 1991a; Lange-Bertalot, Bak e Witkowski, 2011. |
| <i>E. naegelii</i> Migulla | 81 | C: 61,1-106,6; L: 2,4-2,7; E: 16-20 | | X | X | Krammer e Lange-Bertalot, 1991a; Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998; Patrick e Reimer, 1966. |
| <i>E. neocompacta</i> Mayama | 99 | C: 18,4; L: 2,7; E: 20 | | | X | Lange-Bertalot, Bak e Witkowski 2011. |
| <i>E. paratridentula</i> Lange-Bertalot & Kulikovskiy | 97-98 | C: 13,6-15,4; L: 3,0-3,3; E: 22 | X | X | | Krammer e Lange-Bertalot, 1991a |
| <i>E. pseudosudetica</i> Metzeltin, Lange-Bertalot & García-Rodríguez * | 82-84 | C: 19,8-31,8; L: 4,1-5,1; E: 14-17 | X | X | X | Metzeltin, Lange-Bertalot e García-Rodríguez, 2005. |
| <i>E. pyramidata</i> Hustedt in Schmidt* | 85-87 | C: 19,5-33,4; L: 5,9-8,8; E: 13-15 | X | | X | Frenguelli, 1941. |
| <i>E. rabenhorstii</i> Cleve & Grunow in Van Heurck | 90-92 | C: 27,3-30,5; L: 6,6-7,2; E: 10-11 | X | X | | Krammer e Lange-Bertalot, 1991a; Patrick e Reimer, 1966. |
| <i>E. intermedia</i> (Krasske ex Hustedt) Nörpel & Lange-Bertalot | 91-92 | C: 17,8-9,7; L: 2,9-3,1; E: 14-15 | X | X | X | Krammer e Lange-Bertalot, 1991a |
| <i>E. yanomami</i> Metzeltin & Lange-Bertalot | 100-102 | C: 89,7-152,72; L: 17,2-18,7 E: | | X | | Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998; Siver e |

| | | | | | | | | | |
|---|---------|---|---|---|---|---|--|--|--|
| | | 10-13 | | | | | | | Hamilton 2011. |
| <i>Eunotia cf. veneris</i> (Kützing) De Toni * | 93 | C: 33,5; L: 3,8; E: 17 | X | | | | | | Krammer e Lange-Bertalot, 1991a; Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998; |
| <i>Eunotia</i> sp 1 | 105 | C: 81,0; L: 4,7; E: 18 | X | | | | | | Kulikovskiy <i>et al.</i> , 2010; Simonsen, 1987. |
| Cymbellaceae | | | | | | | | | |
| <i>Cymbella aspera</i> (Ehrenberg) Cleve * | 108-110 | C: 108,4-158,3; L: 20,6-25,1; E: 9-10; A: 10-11 | X | X | X | X | | | Patrick e Reimer, 1975; Krammer, 2000. |
| <i>Cymbella tumida</i> (Brebisson ex Kützing) Van Heurck | 111-113 | C: 66,8-40,8; L: 18,0-14,9; E: 8-12 | X | | | | | | Krammer e Lange-Bertalot, 1986. |
| <i>Cymbopleura kuelbsii</i> var. <i>nonfasciata</i> Krammer * | 116 | C: 24,4; L: 6,7; E: 10 | X | | | | | | Krammer, 2003. |
| <i>Cymbopleura naviculiformis</i> (Auerswald) Krammer | 114-115 | C: 27,5-31,9; L: 7,1-8,00; E: 14 | X | | X | X | | | Krammer e Lange-Bertalot, 1986; Krammer, 2003. |
| <i>Encyonema incurvatum</i> Krammer * ** | 117-119 | C: 48,2-56,1; L: 12,7-13,9; E: 11-13 | X | X | X | X | | | Krammer, 1997. |
| <i>E. minutum</i> (Hilse) Mann | 123-124 | C: 14,4-14,4; L: 5,3-5,5; E: 15 | X | | | | | | Krammer e Lange-Bertalot, 1986; Krammer, 1997. |
| <i>E. neogracile</i> Krammer * | 120-121 | C: 26,4-47,4; L: 5,5-7,6; E: 14-12 | X | | X | X | | | Krammer, 1997; Rumrich, Lange-Bertalot e Rumrich, 2000. |
| <i>E. obtusum</i> Krammer * | 122 | C: 22,5; L: 5,1; E: 10 | X | | | | | | Krammer, 1997. |
| <i>E. silesiacum</i> (Bleisch) Mann | 125-127 | C: 20,5-42,4; L: 6,5- 12; E: 10-13 | X | X | X | | | | Krammer e Lange-Bertalot, 1986; Krammer, 1997; Lange-Bertalot, Metzeltin e Nergui, 2009. |
| <i>E. vulgare</i> Krammer | 128-129 | C: 31,4; L: 8,6; E: 10 | | | X | | | | Krammer, 1997; Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998. |
| <i>Encyonopsis frequentiformis</i> Metzeltin & Krammer * | 135-136 | C: 38,5-39,7; L: 9,3-9,6; E: 15-16 | X | | | X | | | Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998 |
| <i>Encyonopsis microcephala</i> (Grunow) Krammer | 130-131 | C: 17,6-23,1; L: 4,0; E: 23-24 | | | X | | | | Rumrich, Lange-Bertalot e Rumrich, 2000. |
| <i>Placoneis elginensis</i> (Gregory) Cox | 133-134 | C: 31,8; L: 9,6; E: 12 | | | X | | | | Cox, 2003; Hofmann, Werum e Lange-Bertalot, 2013. |
| <i>Placoneis symmetrica</i> (Hustedt) Lange-Bertalot | 132 | C: 30,2-34,8; L: 9,9-10,1; E: 12-13 | | | X | | | | Hustedt, 1961/66; Hofmann, Werum e Lange-Bertalot, 2013. |
| Gomphonemataceae | | | | | | | | | |
| <i>Gomphonema argur</i> Ehrenberg | 137-138 | C: 46,1-56,3; L: 7,4-9,3; E: 13-14 | X | | | | | | Cleve-Euler, 1955; Krammer e Lange-Bertalot, 1986. |

| | | | | | | | |
|--|---------|------------------------------------|---|---|---|---|--|
| <i>G. gracile</i> Ehrenberg | 139-141 | C: 29,1-43,5;L: 6,5-8,2; E: 14-16 | X | X | X | X | Lange-Bertalot e Metzeltin, 1996. |
| <i>G. guaraniarum</i> Metzeltin & Lange-Bertalot * ** | 155-158 | C: 65,0-69,7;L: 10,5-10,6;E: 10 | X | | X | X | Metzeltin e Lange-Bertalot, 2007. |
| <i>G. hawaiiensis</i> Reichardt | 142 | C: 35,2; L: 7,3; E: 16. | | | X | X | Reichardt, 2005. |
| <i>G. lagenula</i> Kützing | 143-145 | C: 15,6-21,1; L: 5,4-6,1; E: 16 | X | X | X | X | Krammer e Lange-Bertalot, 1991b; Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998. |
| <i>G. lippertii</i> Reichardt & Lange-Bertalot * | 159-163 | C: 25,4-47,9; L: 7,8-8,5; E: 11-14 | X | X | X | X | Metzeltin e Lange-Bertalot, 2007. |
| <i>G. parvulum</i> (Kützing) Van Heurck | 146-147 | C: 14,0-17,6;L: 3,9-4,4; E: 15 | X | X | X | | Krammer e Lange-Bertalot, 1991b. |
| <i>G. parvulum</i> var. <i>saprophilum</i> Lange-Bertalot & Reichardt | 150-151 | C: 11,8-16,4;L: 4,6-6,4; E: 17 | X | X | | X | Krammer e Lange-Bertalot, 1991b, Lange-Bertalot e Reichardt, 1993. |
| <i>G. parvulum</i> var. <i>subcapitata</i> Grunow | 148-149 | C: 12,7-26,1; L: 3,7-4,8; E: 12-15 | X | X | X | X | Van Heurck, 1880; Krammer e Lange-Bertalot, 1986. |
| <i>G. pseudoaugur</i> Lange-Bertalot | 152-154 | C: 27,5-31,8; L: 7,2-8,3; E: 15 | X | X | X | X | Krammer e Lange-Bertalot, 1986. |
| <i>G. subtile</i> Ehrenberg | 165 | C: 48,2; L: 7,8; E: 9 | | | X | | Krammer e Lange Bertalot, 1986; Patrick e Reimer, 1975. |
| <i>G. turris</i> var. <i>coarctata</i> (Frenguelli) Frenguelli * | 164 | C: 60,9; L: 11,6; E: 11 | X | | | | Patrick e Reimer 1975; |
| <i>Gomphonema</i> sp. 1 | 166-167 | C: 23,6-33,2; L: 3,8-4,1; E: | | X | | | Reichardt, 1997; Lange-Bertalot e Metzeltin, 1996. |
| <i>Gomphonema</i> sp. 2 | 168-169 | C: 31,9-42,3; L: 7,1-7,4; E: 14-15 | X | | X | X | Krammer e Lange-Bertalot 1991b. |
| Cocconeidaceae | | | | | | | |
| <i>Cocconeis fluviatilis</i> Wallace * | 170 | C: 22,4; L: 12,4; E: 14 | X | | | | Patrick e Reimer 1966. |
| <i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg | 171 | C: 16,7; L: 8,7; E: 23 | X | | | | Krammer e Lange-Bertalot, 1991b; Germain, 1981. |
| Achnanthidiaceae | | | | | | | |
| <i>Achnanthidium caledonicum</i> (Lange-Bertalot). Slate & Stevenson * | 172-174 | C: 17,3-24,8;L: 2,5-2,7 | X | X | X | X | Wojtal <i>et al.</i> , 2011. |
| <i>A. catenatum</i> (Bily & Marvan) Lange-Bertalot. * | 185-188 | C: 18,7-13,6;L: 3,0-2,9 | X | X | X | X | Krammer e Lange-Bertalot 1991b. |
| <i>A. eutrophilum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot | 175-176 | C: 8,3-10,7; L: 3,0-3,1 | | | X | | Hlúbiková, Ector e Hoffmann, 2011. |
| <i>A. exiguum</i> (Grunow) Czarnecki * | 189-191 | C: 10,6-13,8;L: 4,3-4,9 | X | | X | | Metzeltin, Lange-Bertalot e García-Rodríguez, 2005; Siver e Hamilton 2011. |

| | | | | | | | | |
|--|---------|-----------------------------------|---|---|---|---|---|--|
| <i>A. lineare</i> W. Smith * | 180 | C: 9,3-10,5; L: 3,0 | X | X | | | | Van de Vijver <i>et al.</i> , 2011; Wojtal <i>et al.</i> , 2011. |
| <i>A. macrocephalum</i> (Hustedt) Round & Bukhtiyarova * ** | 192-194 | C: 9,1-11,6; L: 2,6-2,7 | X | X | X | X | | Krammer e Lange-Bertalot, 1991b; Ponader e Potapova, 2007. |
| <i>A. minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki | 177-179 | C: 8,0-16,4; L: 2,5-3,1 | X | X | X | X | | Krammer e Lange-Bertalot, 1991b; Siver e Hamilton 2011. |
| <i>Lemnicola hungarica</i> (Grunow) Round & Basson | 182 | C: 23,1; L: 7,1; E: 20 | | | | X | | Krammer e Lange-Bertalot, 1991b; Round e Basson, 1997; Metzeltin, Lange-Bertalot e García-Rodríguez, 2005. |
| <i>Planothidium biporum</i> (Hohn & Hellerman) Lange-Bertalot. | 181 | C: 22,2; L: 6,4; E: 14 | X | X | X | | | Krammer e Lange-Bertalot, 1991b; Metzeltin, Lange-Bertalot e García Rodríguez, 2005. |
| <i>P. heteromorphum</i> (Grunow) Lange-Bertalot | 198-199 | C: 34,5; L: 13,1; E: 10 | | | | X | | Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998; Metzeltin, Lange-Bertalot e Garcia-Rodríguez, 2005. |
| <i>P. rostratum</i> (Ostrup) Lange-Bertalot* | 183-184 | C: 13,1-11,6; L:4,8-5,0; E: 16-17 | X | | | X | | Krammer e Lange-Bertalot, 1991b; Rumrich, Lange-Bertalot e Rumrich, 2000; Levkov <i>et al.</i> , 2007. |
| <i>Psammothidium subatomoides</i> (Hustedt) Bukhtiyarouva & Round. | 195-196 | C: 8,7; L: 3,6 | | | | X | | Krammer e Lange-Bertalot, 1991b; Siver e Hamilton, 2011. |
| Diadesmidaceae | | | | | | | | |
| <i>Diadesmis arcuata</i> (Heiden) Lange-Bertalot | 205-206 | C: 15,0; L: 3,9; E: 23 | | | | X | | Rumrich, Lange-Bertalot e Rumrich, 2000. |
| <i>Humidophila contenta</i> (Grunow) Lowe <i>et al.</i> | 200-202 | C: 7,5; L: 2,2 | X | | | X | | Krammer e Lange-Bertalot, 1986; Lowe, <i>et al.</i> 2014. |
| <i>H. implicata</i> (Moser, Lange-Bertalot & Metzeltin) Lowe <i>et al.</i> | 197 | C: 10,4;L: 2,9 | X | | | X | | Lowe, <i>et al.</i> 2014. |
| <i>Luticola mutica</i> (Kützing) Mann | 203-204 | C: 11,5; L: 5,8; E: 21 | X | | | | | Germain 1981; Krammer e Lange-Bertalot, 1986. |
| <i>L. goeppertiana</i> (Bleisch) Mann * | 207 | C: 21,5; L: 7,4; E: 20 | | | | X | | Germain 1981; Krammer e Lange-Bertalot, 1986. |
| Amphipleuraceae | | | | | | | | |
| <i>Frustulia acidophilissima</i> Wydrzycka & Lange-Bertalot * | 213-214 | C: 31,8; L: 10,7 | X | | | | X | Metzeltin e Lange-Bertalot, 2007. |
| <i>F. crassinervia</i> (Brébisson) Lange-Bertalot & Krammer | 210-212 | C: 32,7-34,1;L: 7,8-8,8 | X | X | X | | | Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998; Metzeltin e Lange-Bertalot, 2007. |
| <i>F. guayanensis</i> Metzeltin & Lange Bertalot * | 208-209 | C: 34,5-34,4; L: 7,8-7,5 | | | | X | X | Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998. |
| <i>F. quadrisinuata</i> Lange-Bertalot * ** | 215 | C: 58,1-58,9; L:14-1 15,2 | X | | | X | | Lange-Bertalot e Metzeltin, 1996; Metzeltin e |

| | | | | | | | | |
|--|---------|--|---|---|---|---|--|--|
| <i>F. undosa</i> Metzeltin & Lange-Bertalot * | 216-217 | C: 32,6-39,1; L: 8,4-9,2 | X | X | | | | Lange-Bertalot, 1998. Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998; Metzeltin Lange-Bertalot, 2007. |
| Brachysiraceae | | | | | | | | |
| <i>Brachysira brebissonii</i> Ross | 226-227 | C: 16,9-32,6; L: 4,5-7,0 | X | X | X | | | Krammer e Lange-Bertalot, 1986; Lange- Bertalot e Metzeltin, 1996. |
| <i>B. neoexilis</i> Lange-Bertalot | 218-220 | C: 26,3-13,9; L: 5,4-4,3 | X | X | X | X | | Krammer e Lange-Bertalot, 1986. |
| Neidiaceae | | | | | | | | |
| <i>Neidium affine</i> (Ehrenberg) Pfitzer | 222-223 | C: 39,3; L: 8,9 | X | X | | | | Patrick e Reimer, 1966; Krammer e Lange- Bertalot, 1986. |
| <i>N. alpinum</i> Hustedt * | 221 | C: 26,1; L: 6,1 | X | | | | | Krammer e Lange-Bertalot, 1986. |
| <i>N. iridis</i> (Ehrenberg) Cleve | 243 | C: 76,6; L: 30,3; E: 17; A: 9 | | | | X | | Germain, 1981; Krammer e Lange-Bertalot, 1986. |
| <i>Neidium</i> sp. | 234 | C: 40,8; L: 10,7; E: 25 | X | | | | | Krammer e Lange-Bertalot, 1986. |
| Sellaphoraceae | | | | | | | | |
| <i>Sellaphora auldrieekie</i> Mann & Mac Donald * | 224 | C: 22,5; L: 6,8 | X | | | | | Mann <i>et al.</i> , 2004. |
| <i>S. densistriata</i> (Lange-Bertalot & Metzeltin) Lange-Bertalot & Metzeltin * ** | 225 | C: 24,8; L: 6,7; E: 20 | X | | | | | Metzeltin e Lange-Bertalot, 2002; Metzeltin, Lange-Bertalote García-Rodríguez, 2005. Krammer e Lange-Bertalot, 1986; Lange- Bertalot e Metzeltin, 1996; Metzeltin e Lange- Bertalot, 2007. |
| <i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowsky | 239-240 | C: 21,8-25,7; L: 6,6-7,4; E: 21- 25 | | | | X | | |
| <i>S. pupula</i> var. <i>subcapitata</i> Hustedt * | 241 | C: 27,1; L: 7,3; E: 21 | | X | | | | Simonsen 1987. |
| <i>S. sardiniensis</i> Lange-Bertalot, Cavacini, Tagliaventi & Alfinito** | 228-229 | C: 9,2-12,8; L: 4,2-4,5; E: 24 | | | | X | | Lange-Bertalot <i>et al.</i> , 2003 |
| <i>S. seminulum</i> (Grunow) D. G. Mann * | 230-233 | C: 8,3-18,8; L: 4,1-5,0; E: 17 | X | X | X | X | | Hustedt 1930; Krammer e Lange-Bertalot, 1986. |
| <i>S. ventraloconfusa</i> (Lange-Bertalot) Metzeltin & Lange-Bertalot * | 242 | C: 15,5-23,3; L: 4,6-5,8; E: 22 | X | | X | X | | Krammer e Lange-Bertalot, 1986; Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998. |
| <i>Sellaphora</i> sp 1 | 235-237 | C: 9,4; L: 3,2 | X | | | | | Krammer e Lange-Bertalot, 1986. |
| <i>Sellaphora</i> sp 2 | 238 | C: 15,9; L: 5,6; E: 23 | | | | X | | Zimmerman, Poulin e Pienitz, 2010. |
| Pinnulariaceae | | | | | | | | |
| <i>Chamaepinnularia mediocris</i> (Krasske) Lange-Bertalot | 251 | C: 11,0; L: 3,8; E: 21 | X | | | X | | Krammer e Lange-Bertalot, 1986. |

| | | | | | | |
|---|---------|------------------------------------|---|---|---|---|
| <i>Pinnularia acrosphaeria</i> var. <i>parva</i> Krammer * | 257-258 | C: 60,3; L: 11,9; E: 12 | X | X | X | Smith, 1853; Krammer e Lange-Bertalot, 1986. |
| <i>P. anglica</i> Krammer * | 255-256 | C: 45,8-47,5; L: 8,5-9,2; E: 11-13 | X | | | Krammer 1992, Krammer 2000. |
| <i>P. brauniana</i> (Gunow) Mills | 267 | C: 49,7; L: 9,6; E: 11 | | | X | Krammer, 1992. |
| <i>P. butantanum</i> (Krasske) Metzeltin | 263 | C: 87,8; L: 12,7; E: 15 | | | X | Lange-Bertalot <i>et al.</i> , 1996; Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998. |
| <i>P. decrescens</i> var. <i>ignorata</i> Krammer* | 259 | C: 82,0; L: 16,8; E: 10 | | X | | Krammer, 2000. |
| <i>P. denotata</i> Metzeltin & Krammer * | 266 | C: 51,7; L: 9,1; E: 10. | X | | | Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998; Metzeltin, Lange-Bertalot e García-Rodríguez, 2005. |
| <i>P. divergentissima</i> var. <i>minor</i> Krammer | 253 | C: 23,7-27,7; L: 4,8-5,1; E: 15 | | | X | Krammer, 2000. |
| <i>P. gibba</i> Ehrenberg | 260-262 | C: 69,0; L: 11,9; E: 10 | X | | X | Krammer 1992, 2000. |
| <i>P. graciloides</i> Hustedt * | 244 | C: 100,9; L: 19,1; E: 9 | X | | | Krammer e Lange-Bertalot, 1998. |
| <i>P. hudsonii</i> Metzeltin, Lange-Bertalot & García-Rodríguez * | 246 | C: 75,9; L: 10,7; E: 10 | X | | | Metzeltin, Lange-Bertalot e García-Rodríguez, 2005. |
| <i>P. latarea</i> Krammer | 272 | C: 61,7; L: 10,1; E: 10 | | | X | Krammer, 2000. |
| <i>P. latevittata</i> Cleve | 274 | C: 216,1; L: 33,7; E: 5 | | | X | Reichardt, 1995. |
| <i>P. rumrichae</i> Krammer * | 270-271 | C: 32,4-35,5; L: 6,3-6,4; E: 13 | X | | | Krammer 2000; Metzeltin, Lange-Bertalot e García Rodríguez, 2005. |
| <i>P. similiformis</i> Krammer | 268 | C: 38,9; L: 5,0; E: 13 | | | X | Krammer, 2000. |
| <i>P. subbrevistriata</i> Krammer | 249 | C: 48,4; L: 9,2; E: 11 | | | X | Krammer, 2000. |
| <i>P. subgibba</i> var. <i>undulata</i> Krammer | 245 | C: 84,1; L: 8,7; E: 12 | | | X | Krammer, 1992. |
| <i>P. stauroptera</i> var. <i>interrupta</i> Cleve * | 247 | C: 68,9; L: 9,9; E: 10 | X | | | Metzeltin, Lange-Bertalot e García-Rodríguez, 2005. |
| <i>P. trivialiformis</i> Lange-Bertalot & Metzeltin * | 250 | C: 18,9; L: 4,5; E: 12 | X | | | Lange-Bertalot <i>et al.</i> , 2003, |
| <i>Pinnularia stoermeri</i> Metzeltin & Lange-Bertalot | 273 | C: 157,6; L: 26,6; E: 8 | | | X | Metzeltin e Lange-Bertalot, 2007. |
| <i>Pinnularia subcapitata</i> Gregory | 254 | C: 28,9; L: 4,8; E: 14 | | | X | Krammer, 1992; Rumrich, Lange-Bertalot e Rumrich, 2000. |
| <i>Pinnularia</i> sp. 1 | 248 | C: 60,2; L: 8,0; E: 10 | X | | | Krammer, 2000. |
| <i>Pinnularia</i> sp. 2 | 269 | C: 37,1; L: 7,0; E: 11 | X | | | Krammer, 2000. |
| <i>Pinnularia</i> sp. 3 | 252 | C: 47,2; L: 7,5; E: 14 | X | | | Krammer, 1992, 2000. |
| <i>Pinnularia</i> sp. 4 | 264-265 | C: 47,0-64,9; L: 9,1-10,4; E: 9 | X | | | Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998. |
| Diploneidaceae | | | | | | |
| <i>Diploneis subovalis</i> Cleve | 274 | C: 23,9; L: 14,0; E: 11 | X | | | Krammer e Lange-Bertalot, 1986. |

Naviculaceae

| | | | | | | | | |
|--|---------|------------------------------------|---|---|---|---|--|---|
| <i>Capartogramma crucicula</i> (Grunow) Ross | 276 | C: 32,5; L: 9,7; E: 23 | | | | X | Patrick e Reimer, 1966; Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998. | |
| <i>Geissleria lateropunctata</i> (Wallace) Potapova & Winter * | 279 | C: 20,8-25,4; L: 6,3-6,6; E: 17 | X | | X | | Torgan e Oliveira, 2001, Potapova e Winter, 2006. | |
| <i>G. modica</i> (Hustedt) Wetzel, Novais & Ector* | 281-282 | C: 14,5; L: 6,0; E: 20 | | X | | | Novais <i>et al.</i> , 2013. | |
| <i>G. punctifera</i> (Hustedt) Metzeltin, Lange-Bertalot & García-Rodríguez * | 280 | C: 20,5-21,8; L: 7,1-7,7; E: 18-19 | | | X | X | Torgan e Oliveira, 2001, Metzeltin, Lange-Bertalot e García-Rodríguez, 2005. | |
| <i>Hippodonta capitata</i> ssp. <i>iberoamericana</i> Metzeltin, Lange-Bertalot & García-Rodríguez | 283 | C: 20,6; L: 4,9; E: 10 | | | | X | X | Rumrich, Lange-Bertalot e Rumrich, 2000; Metzeltin, Lange-Bertalot e García-Rodríguez, 2005. |
| <i>Mayamaea atomus</i> (Kützing) Lange-Bertalot * | 284 | C: 9,2; L: 3,1 | | X | X | | | Krammer e Lange-Bertalot, 1986; Lange-Bertalot, 2001. |
| <i>Mayamaea permitis</i> (Hustedt) Bruder & Medlin | 285 | C: 11,1; L: 3,5 | | | | | X | Krammer e Lange-Bertalot, 1986; Lange-Bertalot <i>et al.</i> , 2003. |
| <i>Navicula angusta</i> Grunow* | 297-298 | C: 40,5-45,0; L: 6,1-6,4; E: 12 | | | X | | X | Krammer e Lange-Bertalot, 1986; Rumrich, Lange-Bertalot e Rumrich, 2000. |
| <i>N. cryptocephala</i> Kützing | 286 | C: 21,7-29,3; L: 5,1-5,8; E: 18 | X | | X | | | Patrick e Reimer, 1966; Rumrich, Lange-Bertalot e Rumrich, 2000. |
| <i>N. cryptotenella</i> Lange-Bertalot | 287-290 | C: 23,5-26,2; L: 5,3-5,3; E: 16 | X | X | X | X | X | Krammer e Lange-Bertalot, 1986; Lange-Bertalot, 2001. |
| <i>N. notha</i> Wallace * | 293 | C: 23,7-26,6; L: 4,5-4,7; E: 16 | X | | | X | | Patrick e Reimer, 1966; Rumrich, Lange-Bertalot e Rumrich, 2000. |
| <i>N. rostellata</i> Kützing | 291 | C: 36,3; L: 8,3; E: 13 | | X | | | | Krammer e Lange-Bertalot, 1986. |
| <i>N. symmetrica</i> Patrick * | 292 | C: 31,4; L: 6,9; E: 14 | | X | X | | | Patrick, 1944. |
| <i>N. tridentula</i> Krasske | 294-295 | C: 17,5; L: 3,7 | | | | | X | Krammer e Lange-Bertalot, 1986. |
| <i>N. veneta</i> Kützing | 296 | C: 18,8; L: 5,4; E: 17 | | | | X | X | Krammer e Lange-Bertalot, 1986; Rumrich, Lange-Bertalot e Rumrich, 2000. |
| <i>N. viridulacalcis</i> Lange-Bertalot & Rumrich | 303 | C: 44,2-75,6; L: 10,5-11,3; E: 9 | | | | X | | Rumrich, Lange-Bertalot e Rumrich, 2000. |
| <i>Naviculadicta sassiana</i> Metzeltin & Lange-Bertalot | 277-278 | C: 15,0; L: 4,4; E: 24 | | | | | X | Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998. |
| <i>N. ventraloconfusa</i> var. <i>chilensis</i> (Krasske) Lange-Bertalot | 301-302 | C: 15,9-19,2; L: 5,2-5,4; E: 21 | | | | X | | Krammer e Lange-Bertalot, 1986; Lange-Bertalot <i>et al.</i> , 1996; Rumrich, Lange-Bertalot e Rumrich, 2000. |

| | | | | | | | |
|---|---------|------------------------------------|---|---|---|-----|--|
| <i>Nupela</i> sp. | 299-300 | C: 13,8-10,9; L: 5,0-4,1 | X | X | X | | Reichardt, 1988; Metzeltin e Lange-Bertalot, 2007. |
| Stauroneidaceae | | | | | | | |
| <i>Craticula riparia</i> (Hustedt) Lange-Bertalot | 304-305 | C: 37,6-38,4; L: 7,2-8,1; E: 22 | | | | X | Krammer e Lange 1986. |
| <i>C. submolesta</i> (Hustedt) Lange-Bertalot | 306-307 | C: 17,0; L: 3,8; E: 23 | | | | X X | Krammer e Lange-Bertalot, 1986; Rumrich, Lange-Bertalot e Rumrich, 2000. |
| <i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg | 310 | C: 56,5-59,2; L: 9,9-10,7; E: 20 | | | | X | Krammer e Lange-Bertalot, 1986. |
| <i>S. gracilis</i> Ehrenberg | 309 | C: 88,7; L: 15,9; E: 19 | | | | X | Reichardt, 1995. |
| <i>S. phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg | 308 | C: 115,5; L: 19,1; E: 18 | X | | | | Krammer e Lange-Bertalot, 1986. |
| Bacillariaceae | | | | | | | |
| <i>Nitzschia. amphibia</i> Grunow * | 315-316 | C: 14,8; L: 4,2; E: 17; F: 8 | X | X | | | Krammer e Lange-Bertalot, 1988. |
| <i>N. clausii</i> Hantzsch | 319-320 | C: 28,2-41,1; L: 4,3-5,3 F: 10-11 | X | | | X | Krammer e Lange-Bertalot, 1988. |
| <i>N. gracilis</i> Hantzsch* | 311-312 | C: 43,1-63; L: 2,6-3,6; F: 14 | X | | | X | Krammer e Lange-Bertalot, 1988. |
| <i>N. intermedia</i> Hantzsch ex Cleve & Grunow * | 313-314 | C: 42,7-64,7; L:4,0-4,3; F: 11-12 | X | X | X | X | Krammer e Lange-Bertalot, 1988; Novelo, Tavera e Ibarra, 2007. |
| <i>N. palea</i> (Kützing) Smith | 321-322 | C: 16,1-41,0; L:3,4-4,5; F: 9-14 | X | X | X | X | Rumrich, Lange-Bertalot e Rumrich, 2000; Trobajo e Cox, 2006. |
| <i>N. perminuta</i> (Grunow) Peragallo | 317-318 | C: 11,2-22,1; L: 2,4-2,8; F: 10-13 | | | | X | Krammer e Lange-Bertalot, 1988. |
| <i>N. terrestris</i> (Petersen) Hustedt * | 323 | C: 43,2; LO: 4,7; F: 7. | X | | | | Lange-Bertalot e Simonsen, 1978 |
| <i>N. vermiculares</i> (Kützing) Hantzsch | 324 | C: 106,3; L: 4,9; F: 10 | | | | X | Krammer e Lange-Bertalot, 1988; Rumrich, Lange-Bertalot e Rumrich, 2000. |
| Rhopalodiaceae | | | | | | | |
| <i>Rhopalodia gibberula</i> (Ehrenberg) Muller | 325 | C: 36,1; L: 8,6; E: 19; A: 9 | | | | X | Krammer e Lange-Bertalot, 1988. |
| Surirellaceae | | | | | | | |
| <i>Stenopterobia. curvula</i> (W. Smith) Krammer | 328 | C: 127,7-156,4; L: 5,2; CA: 7 | | | | X | Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998. |
| <i>Stenopterobia delicatissima</i> (Lewis) Van Heurck | 330 | C: 60,4-75,6; L: 5,3-6,0; CA: 7 | X | | | X | Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998. |
| <i>S. planctonica</i> Metzeltin * | 329 | C: 80,0-156,4; L: 2,3-5,1; CA: 7 | X | | | | Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998. |
| <i>Surirella angusta</i> Kutzing | 331 | C: 26,1; L: 6,8; CA: 7 | | | | X | Krammer e Lange-Bertalot, 1988. |
| <i>S. lineares</i> Smith var. <i>helvetica</i> | 332 | C: 49,9; L: 14,5; CA: 3 | | | | X | Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998; Krammer e Lange-Bertalot, 1988. |

| | | | | | |
|--|---------|--------------------------|---|---|---|
| <i>S. splendida</i> (Ehrenberg) Kützing | 334-335 | C: 66,9; L: 22,1 CA:4 | X | X | Krammer e Lange-Bertalot, 1988 |
| <i>S. tenera</i> Gregory * | 332 | C: 76,9; L: 21,6; CA: 3 | X | | Krammer e Lange-Bertalot, 1988. |
| <i>S. tenuissima</i> Hustedt * | 333-334 | C: 26,7; L: 6,9; CA: 7 | X | X | Huber-Pestalozzi, 1942; Simonsen, 1987. |
| <i>Surirella biseriata</i> var. <i>constricta</i> (Grunow) Hustedt* | 336 | C: 190,4; L: 17,6; CA: 2 | | X | Huber-Pestalozzi, 1942. |
| <i>Surirella</i> sp 1 | 333 | C: 57,2; L: 9,5; CA: 4 | | X | Krammer e Lange-Bertalot, 1988. |
| <i>Surirella</i> sp 2 | 337 | C: 17,8; L: 6,4; CA: 11 | X | | Krammer e Lange-Bertalot, 1988. |
| <i>Surirella</i> sp 3 | 338 | C: 14,7; L: 6,1; CA: 6 | X | | Krammer e Lange-Bertalot, 1988. |

Aulacoseiraceae

Aulacoseira sp. 1. Fig. 23.

Frústula cilíndrica, presença de pequenos espinhos irregulares na superfície valvar, estrias evidentes e retas. Eixo perivalvar 2,9-3,5, diâmetro: 8,5-8,8 e 22 estrias em 10 μm .

Comentário: *Aulacoseira* sp. 1 possui formato valvar e estriação muito semelhante à *Aulacoseira laevissima* (Grunow) Krammer (Eixo perivalvar 5-10 μm , diâmetro 6-17 μm e 22-27 estrias em 10 μm) (KRAMMER; LANGE-BERTALOT, 1991a) porém as medidas são maiores que as encontradas em *Aulacoseira* sp. 1.

Aulacoseira sp. 2. Figs. 29-31.

Frústulas cilíndricas; valvas circulares diminutas; *ringleiste* raso; fileira perivalvar de aréolas e espinhos inconspícuos. Eixo perivalvar: 1,1-1,8 μm , diâmetro: 4,5 -4,9 μm .

Comentário: *Aulacoseira* sp. 2 apresenta dimensões valvares semelhantes à *A. simoniae* Tremarin, Torgan & Ludwig e *A. tenella* (Nygaard) Simonsen, porém diferencia-se pelas ornamentações inconspícuas (TREMARIN; LUDWIG; TORGAN, 2014). Raros indivíduos foram encontrados nas amostras, impossibilitando a análise mais detalhada das frústulas, inclusive em microscopia eletrônica.

Eunotiaceae

Desmogonium ossiculum Metzeltin & Lange-Bertalot, Tropical diatoms of South America II, p.71, fig. 1-3, pl. 97, 2007. Figs. 64-65.

Valvas isopolares, sutilmente incurvada, ápices cuneados fortemente triangulares, estrias paralelas à levemente radiadas nos ápices. Compr. 114,1-186,9 μm , larg. 8,7 μm , e 14-15 estrias em 10 μm .

Comentário: O formato valvar do exemplar encontrado nesse estudo é similar ao *Desmogonium ossiculum* (METZELTIN; LANGE-BERTALOT 2007), entretanto as medidas (Compr. 120-185 μm , larg. 10-17,5 μm e 14-15 estrias em 10 μm) não se enquadram com a espécie mencionada, apresentando valvas mais estreitas e eixo apical levemente maior. O mesmo se aplica na

comparação com *Desmogonium transfugum* (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998) (Compr. 150-225, larg. 6-8 e 14,5-16 estrias em 10 μm), que além das medidas não se adequarem com as métricas mencionadas pelo autor, o formato do ápice valvar é diferente do *Desmogonium ossiculum*.

Eunotia areniverma Furey, Lowe & Johansen, Bibliotheca Diatomologica, 2011. Fig. 103.

Valvas com margem dorsal convexa e ventral levemente côncavo, extremidades cuneadas, destacadas do corpo, mais estreita que a largura mediana da valva, nódulo da rafe próximo à extremidade dos ápices, estrias paralelas e aréolas conspícuas. Compr. 36,62 μm , larg. 8,75 μm e 9 estrias em 10 μm .

Eunotia formicina Lange-Bertalot in Lange-Bertalot, Bak & Witkowski, Diatoms of Europe: *Eunotia* and some related genera, v. 6, p. 105, pl. 222, figs 1-7, pl. 223, 2011. Figs. 78-79.

Valvas com margem dorsal convexa e margem ventral côncava; extremidades arredondadas, não destacadas do corpo valvar; nódulos terminais nas extremidades; estrias retas na região mediana da valva a levemente radiadas nos ápices. Compr.: 46,2-49,8 μm , larg.: 6-6,3 μm , 13-15 estrias em 10 μm .

Comentário: *Eunotia formicina* foi recentemente proposta para abrigar exemplares semelhantes à *E. formica* Ehrenberg, mas que apresentam ápices arredondados, valvas mais estreitas (largura 6-8 μm) e maior densidade de aréolas (25-28 em 10 μm). Enquanto que *E. formica* possui ápices cuneado-arredondados, 13-14 μm de largura valvar e 23-25 aréolas em 10 μm (LANGE-BERTALOT; BAK; WITKOWSKI, 2011). Os exemplares analisados no presente estudo apresentaram densidade de estrias pouco maior a registrada para *E. formicina* (8-12 em 10 μm), no entanto, as demais características foram condizentes com a diagnose da espécie.

E. metamonodon Lange-Bertalot in Lange-Bertalot, Bak & Witkowski, Diatoms of Europe: *Eunotia* and some related genera v. 6, p. 747, pl. 217, 218, 2011. Fig. 77.

Valvas com margem dorsal convexa e margem ventral levemente côncava; extremidades arredondadas, destacadas do corpo valvar; nódulos terminais nas extremidades; estrias espaçadas e retas. Compr.: 69,2 μm , larg.: 9,5 μm ; 10 estrias em 10 μm ; 16 aréolas em 10 μm .

Comentário: *Eunotia metamonodon* assemelha-se à *E. monodon* W. Smith na forma da valva, mas abriga indivíduos de dimensões menores. *Eunotia monodon* apresenta 150,7 μm de comprimento, 10,7-12 μm de largura e 10-12 estrias em 10 μm (LANGE-BERTALOT; BAK; WITKOWSKI, 2011). A espécie *E. major* (W. Smith) Rabenhorst var. *major* também possui formato valvar semelhante à *E. metamonodon*, porém apresenta uma dilatação na região mediana valvar (METZELTIN; LANGE-BERTALOT; GARCÍA-RODRÍGUEZ, 2005).

Eunotia cf. veneris (Kützing) De Toni, Sylloge algarum omnium hucusque cognitarum, v. 2, p. 794, 1892. Fig. 93.

Valvas com margem dorsal convexa com a porção mediana reta, margem ventral reta, extremidades afiladas, com nódulos terminais muito próximos ao ápice. Compr. 33,48 μm , larg. 3,78 μm , 17 estrias em 10 μm .

Comentário: A espécie *E. veneris* (Compr. 28-77, Larg. 4,5-6,0, estrias em 10 μm : 10-14) (FUREY; LOWE; JOHANSEN, 2011), possui medidas maiores que o exemplar encontrado.

Eunotia sp. 1. Fig. 105.

Valvas com margem dorsal fortemente convexa e ventral fortemente côncava, extremidades arredondadas sem interrupção na margem valvar, estrias paralelas e aréolas delicadas. Compr. 80,9 μm , larg. 4,7 μm , 18 estrias em 10 μm .

Comentário: *Eunotia julma* Lange-Bertalot possui forma valvar muito similar à espécie encontrada, porém as medidas (compr. 90,7-137,3 μm , larg. 4,7 μm , estrias em 10 μm : 15-17) não conferem com o exemplar (KULIKOVSKIY, *et al.*, 2010). *Eunotia frickei* Hustedt (compr. 90-120 μm , 12-15 estrias em 10 μm) é muito similar também a *Eunotia* sp. 2 porém a quantidade de estrias não confere. (SIMONSEN, 1987). *Eunotia pseudopectinalis* Hustedt (SIMONSEN,

1987) apresenta formato valvar semelhante à *Eunotia* sp. 2, com exceção de a valva ser mais linear e os ápices serem levemente subcapitados, características, não encontrada neste exemplar.

Cymbellaceae

Encyonema incurvatum Krammer, Bibliotheca Diatomologica, v. 36, p. 161, pl. 21, figs 17-23, 1997. Figs. 117-119.

Valvas fortemente dorsiventrais, margem dorsal convexa, margem ventral reta com intumescência mediana; ápices afilados, levemente curvados para a margem ventral; esterno da rafe linear e estreito; área central reduzida; rafe reta com as extremidades proximais curvadas dorsalmente, extremidades distais curvadas ventralmente; estigmóide presente na estria mediana dorsal; estrias retas a radiadas do lado dorsal e radiadas a convergentes próximos as extremidades do lado ventral da valva; aréolas inconspícuas. Compr.: 27,2-32,2 μm , larg.: 7,5-8,1 μm , 10-11 estrias em 10 μm .

Comentário: Extremidades apicais fletidas para o lado ventral é uma característica morfológica marcante da espécie e que facilita a identificação da mesma.

Gomphonemataceae

Gomphonema guaraniarum Metzeltin & Lange-Bertalot in Lange-Bertalot, Iconographia Diatomologica, v. 18, p. 147, pl. 212, 2007. Figs. 155-158.

Valvas rombo-lanceoladas, levemente heteropolares; ápices atenuados; esterno da rafe linear e estreito; área central unilateralmente expandida, com estigma no lado oposto; rafe reta, com extremidades proximais dilatadas e levemente fletidas para a mesma direção; estrias retas a radiadas próximas as extremidades da valva; aréolas arredondadas. Compr.: 65,0-69,7 μm , larg.: 10,5-10,6 μm , 10 estrias em 10 μm .

Gomphonema sp.1. Figs. 166-167.

Valvas estreitamente lanceoladas, heteropolares; ápices e bases arredondadas; ápices e bases arredondadas; esterno da rafe linear e estreito; área central unilateralmente expandida com estigma do lado oposto; rafe reta

com extremidades proximais fletidas para o mesmo lado; estrias radiadas; aréolas inconspícuas. Compr.: 23,5-33,2 μm , larg.: 3,8-4,1 μm , 14 estrias em 10 μm .

Comentário: O formato valvar de *Gomphonema* sp. 1 é muito semelhante à *G. geisslerae* Reichardt e Lange-Bertalot, porém as dimensões desta última espécie são levemente menores (compr. 18-27,5 μm , larg. 2,6-3,8 μm) do que a população analisada (REICHARDT, 1997). O *Gomphonema exilissimum* (Grunow) Lange-Bertalot e Reichardt diferem no formato valvar em que este é mais lanceolado que o exemplar encontrado neste estudo, assim como *Gomphonema parvulus* Lange-Bertalot e Reichardt que ainda possui medidas inferiores (compr. 16,6-18 μm , larg. 8-8,6 μm e 14 estrias em 10 μm) ao *Gomphonema* sp. 1 (LANGE-BERTALOT; METZELTIN, 1996).

Gomphonema sp. 2. Figs. 168-169.

Valvas lanceoladas, com ápices subrostrados e extremidade basal arredondadas, esterno da rafe linear, área central unilateralmente expandida devido encurtamento irregular de estrias da área mediana e estigma presente ao lado oposto da expansão central. Rafe reta com extremidades proximais dilatadas e fletidas para o mesmo lado, estrias levemente radiadas e estria central reta com espaçamento maior em relação a outras estrias. Compr. 31,9-42,3 μm , larg. 7,14-7,44 μm e 14-15 estrias em 10 μm

Comentário: Formato valvar semelhante à espécie *Gomphonema angustum* (Kützing) Rabenhorst (compr. 16-48 μm , larg. 5,3-6,7 μm e 10-14 estrias em 10 μm) descrita por Reichardt (1999). Apesar da semelhança, as medidas do eixo transapical do *Gomphonema* sp. 2 não condizem com a espécie descrita pelo autor. Assim como, a espécie *Gomphonema bipunctatum* Krasske (compr. 18-26 μm , larg. 4,5-6 μm e 12 estrias em 10 μm) (LANGE-BERTALOT; METZELTIN, 1996), que além do eixo transapical, todas as outras medidas não se enquadram com o exemplar encontrado neste estudo. O mesmo se aplica a espécie *Gomphonema exilissimum* (Grunow) Lange-Bertalot e Reichardt (compr. 26-38 μm , larg. 5-6 μm e 12-14 estrias em 10 μm) (LANGE-BERTALOT; METZELTIN, 1996).

Achnanthidiaceae

Achnanthidium lineare Smith Annals and Magazine of Natural History, v. 15, p. 1-9, pl.1, 1985. Fig. 180.

Valvas lineares, ápices rostrados, esterno da rafe linear e estreito, área central sem estrias com fascia em formato retangular, estrias inconspícuas. Compr.: 9,3- 10,5 µm larg.:3 µm.

Achnanthidium macrocephalum (Hustedt) Round & Bukhtiyarova, Diatom Research v. 11, p. 349, 1996. Figs. 192-194.

Valvas lanceoladas; ápices capitados; esterno da rafe linear e estreito; área central pouco expandida; rafe reta; estrias inconspícuas. Compr.: 9,2-11,6 µm, larg.: 2,6-2,7µm.

Comentário: Os exemplares encontrados concordam a descrição e medidas da espécie (compr. 6-14 µm, larg. 2,5-3 µm) apresentadas por Krammer e Lange-Bertalot (1991b). A espécie possui formato valvar muito similar de *A. reimeri* (Camburn) Ponader & Potapova (compr. 9,4-13,5 µm, larg. 2,9-3,2 µm) (PONADER; POTAPOVA, 2007), porém esta espécie apresenta ápices mais arredondados e as medidas são maiores que as métricas de *A. macrocephalum*. *Achnanthidium latecephalum* Kobayasique (compr. 12,4-8,9µm, larg. 2,7-2,9 µm), possui formato valvar semelhante ao exemplar encontrado neste estudo, porém os ápices apresentam se mais capitados, além da área central com estrias mais evidentes e paralelas (PONADER; POTAPOVA, 2007).

Amphipleuraceae

Frustulia quadrisinuata Lange-Bertalot & Metzeltin in Lange-Bertalot, Iconographia Diatomologica, v. 2, p. 59-60, pl. 38, figs 10-12, pl. 119, figs 1-1, 1996. Fig. 215.

Valvas lanceoladas com margens levemente trionduladas; ápices rostrados; esterno da rafe linear e estreito; área central indistinta; costelas longitudinais margeando a rafe e levemente constrictas na região do nódulo central; rafe reta; estrias e aréolas inconspícuas. Comp.: 58,1-58,9 µm, larg.: 14,5-15, 2 µm.

Neidiaceae

Neidium sp. Fig. 234.

Valvas elípticas-lanceoladas, ápices subrostrados, esterno da rafe linear, rafe reta com extremidades proximais curvada para lados opostos, área central elíptica delimitada pelo encurtamento de algumas estrias na área mediana, estrias levemente radiadas com áreolas conspícuas. Compr. 40,8 μm , larg. 10,7 μm e 25 estrias em 10 μm .

Comentário: O formato valvar do exemplar encontrado é semelhante ao *Neidium ampliatum* (Ehrenberg) Krammer (compr. 40-100 μm , larg. 14-24 μm e 16-20 estrias em 10 μm), porém as medidas não conferem com *Neidium* sp. (KRAMMER; LANGE-BERTALOT, 1986).

Sellaphoraceae

Sellaphora densistriata (Lange-Bertalot & Metzeltin) Lange-Bertalot & Metzeltin, in Lange-Bertalot, Diatoms from "Island Continent" Madagascar, v. 11, 2002. Fig. 225.

Valvas linear-lanceoladas, ápices subcapitados, esterno da rafe linear e estreito. Rafe reta com extremidades proximais expandida em poro, estrias encurtadas irregularmente na área central, estrais radiadas para a área central. Compr.: 24,8 μm , larg.: 6,7 μm , 20 estrias em 10 μm .

Comentário: assemelha-se a *S. laevissima* (Kützing) D. G. Mann (Compr. 16-38,7 μm , Larg. 6-9,3 μm , estrias em 10 μm : 15-19) porém, a quantidade de estrias são inferiores a *S. densistriata* (ZIMMERMAN; POULIN; PIENITZ, 2010).

Sellaphora sardiniensis Lange-Bertalot, Cavacini, Tagliaventi & Alfinito in Lange-Bertalot, Iconographia Diatomologica, v. 12, p. 122, pl. 19, fig. 1-9, pl. 20, fig. 1-5, 2003. Figs. 228-229.

Valvas elípticas; ápices subcapitados; esterno da rafe linear e estreito; área central elíptica delimitada pelo encurtamento irregular das estrias medianas; rafe reta; estrias radiadas. Compr.: 9,2-12,7 μm , larg.: 4,2-4,5 μm , 24 estrias em 10 μm .

Comentário: *S. sardinensis* é muito similar a *S. subpupula* Levkov & Nakov, porém está última se diferencia pela região central da valva que é lateralmente expandida e pela maior densidade de estrias (27-30/10 μm) (LEVKOV *et al.*, 2007; KULIKOVSKIY *et al.*, 2010).

Sellaphora sp. 1. Figs. 235-237.

Valvas lanceoladas, com a porção mediana da margem valvar reta; ápices subcapitados à rostrados, estrias inconspícuas, rafe reta . Compr. 9,4 μm , larg. 3,2 μm .

Comentário: *Sellaphora* sp. 1 possui formato valvar semelhante à *Navicula tridentula* Krasske (compr. 11-19 μm , larg. 3,5-4 μm) (KRAMMER; LANGE-BERTALOT, 1986), porém o eixo apical e transapical não se enquadram a espécie citada.

Sellaphora sp. 2. Fig. 238.

Valvas linear-lanceoladas; ápices subcapitados; esterno da rafe linear e estreito; área central elíptica delimitada pelo encurtamento irregular das estrias medianas; rafe reta, com extremidades proximais levemente fletidas para o mesmo lado; estrias radiadas. Compr.: 15,9 μm , larg.: 5,6 μm , 23 estrias em 10 μm .

Comentário: similar a *S. rhombicareia* Metzeltin, Lange-Bertalot & García-Rodríguez, mas esta última possui dimensões maiores (comp. 24-50 μm , larg. 9,5-11 μm , 17-19 estrias em 10 μm) (METZELTIN; LANGE-BERTALOT; GARCÍA-RODRÍGUEZ, 2005). A forma valvar também é muito semelhante à espécie *S. laevissima* (Kützing) Mann, porém esta possui valvas mais largas e menor densidade de estrias (larg.6-9,3 μm e 15-19 estrias em 10 μm) (ZIMMERMAN; POULIN; PIENITZ, 2010).

Pinnulariaceae

Pinnularia stauroptera var. *interrupta* Cleve, Synopsis of the Naviculoid, p. 83, v. 3, 1895. Fig. 247.

Valva lanceolada com porção mediana intumescida, ápices arredondados, esterno da rafe linear, levemente expandido em direção ao centro. Área central

expandida em direção à margem valvar extremidades proximais em forma de gota e levemente fletidas para o mesmo lado, estrias radiadas a convergentes em direção às extremidades. Compr. 68,89 μm , larg. 9,89 μm e 10 estrias em 10 μm .

Comentário: Esta espécie possui formato valvar semelhante à espécie *Pinnularia tabellaria* Ehrenberg (METZELTIN; LANGE-BERTALOT; GARCÍA-RODRÍGUEZ, 2005), porém se diferencia da espécie observada neste trabalho por apresentar estrias na região central.

Pinnularia sp. 1. Fig. 248.

Valva lanceolada, extremidades cuneadas, esterno levemente lanceolado, área central rômbrica até a margem valvar. Rafe filiforme, extremidades proximais levemente fletidas para o mesmo lado, estrias levemente radiadas à convergentes em direção aos ápices. Compr. 60,24 μm , larg. 8,02 μm e 10 estrias em 10 μm .

Comentário: Similar à espécie *Pinnularia subgibba* var. *undulata* (compr. 52-84 μm , larg. 8-10 μm , 9-10 estrias em 10 μm) (KRAMMER, 2000), mas o formato valvar diferencia-se por ser mais linear, enquanto a espécie encontrada neste estudo possui formato valvar mais lanceolado.

Pinnularia sp. 2. Fig. 269.

Valvas lanceoladas, ápices rostrado a cuneados, esterno da rafe lanceolada, área central expandida até a margem valvar, rafe complexa com extremidades proximais em forma de gota, fletidas na mesma direção. Estrias levemente radiadas a convergentes em direção aos ápices. Comp. 37,13 μm , larg. 6,96 μm e 11 estrias em 10 μm .

Comentário: similar a *Pinnularia subbrevistriata* (comp. 46-54 μm , larg. 10-11 μm e 8-10 μm estrias em 10 μm) (KRAMMER, 2000), com medidas maiores que a espécie *Pinnularia* sp. 2.

Pinnularia sp. 3. Fig. 250.

Valvas lanceoladas com extremidades cuneadas, esterno da rafe linear levemente expandido em direção ao centro, área central fortemente rômbrica,

extremidades proximais da rafe em forma de gota levemente fletidas para o mesmo lado. Estrias fortemente radiada na região central à convergente em direção às extremidades. Compr. 47,20 μm , larg. 7,49 μm e 14 estrias em 10 μm .

Comentário: similar à espécie *Pinnularia brebissoni* (Kützing) Rabenhorst (C: 15-87. L: 5,6-12 e 9,13 estrias em μm 10) (KRAMMER, 2000), porém as estrias próximas a área central são encurtadas, e a quantidade de estrias é inferior a encontrada na *Pinnularia* sp. 3. *Pinnularia similis* Hustedt, também é similar ao exemplar encontrado neste estudo, mas em suas medidas (compr. 50-75 μm , larg. 7,5-9 μm e 10-12 estrias em 10 μm) (KRAMMER, 1992) não se enquadra as dimensões da *Pinnularia* sp. 3.

Pinnularia sp. 4. Figs. 264-265.

Valvas linear a levemente lanceolada, extremidades cuneadas, esterno da rafe linear pouco expandido, área central rômbrica expandindo-se até a margem valvar, rafe complexa com extremidade proximais fletidas para o mesmo lado, estrias radiadas a convergentes em direção à extremidades. Compr. 47,05-64,88 μm , larg. 9,13-10,36 μm e 9 estrias em 10 μm .

Comentário: Este exemplar apresenta formato valvar semelhante a espécie *Pinnularia denotata* Metzeltin e Krammer (compr. 37-59 μm , larg. 9,4-11,4 μm e 9-11 estrias em 10 μm) (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998), mas possui um formato mais elíptico e ápices subcapitado á acuminado, enquanto que *Pinnularia* sp. 4 apresenta ápices subcapitados à arredondados e valvas sutilmente elípticas.

Naviculaceae

Nupela sp. Figs. 299-300.

Valvas lanceoladas; extremidade apical subrostrado, extremidade basal cuneada, estrias inconspícuas, esterno linear, área central circular. Compr. 13,8-10,9 μm , larg. 4,1-5,0 μm .

Comentário: Em razão da impossibilidade de visualizar estruturas morfológicas em microscopia ótica, como estrias e fissura da rafe, não foi possível identificar a espécie de *Nupela* sp. Para tal, faz-se necessário, microscopia eletrônica de

varredura para visualização das estruturas inconspícuas, auxiliando na identificação da espécie.

Surirellaceae

Surirella sp. 1. Fig. 333.

Valvas isopolares, linear a lanceolada, com uma leve constrição mediana, ápices cuneados-arredondados. Canais aliformes paralelos, levemente radiados em direção a extremidades, estrias inconspícuas. Compr. 57,2µm, larg. 9,5 µm, 4 canais aliformes em 10 µm.

Comentário: As medidas do eixo apical do exemplar encontrado neste estudo conferem com a medida da espécie *Surirella angusta* Kützing (compr. 18-70 µm, larg. 18-20 µm e 4 canais aliformes em 10 µm) (KRAMMER; LANGE-BERTALOT, 1988) porém o eixo transapical não se enquadra a *Surirella angusta*.

Surirella sp. 2. Fig. 337.

Valvas heteropolares, elípticas, extremidade basal rostrada, extremidade apical arredondado, esterno linear. Canais aliformes paralelos a radiados em direção aos ápices, estendendo-se até o centro valvar. Compr. 17,8µm, larg. 6,4 µm e 11 canais aliformes em 10 µm.

Comentário: *Surirella* sp. 2 possui formato similar a *Surirella dubraviocensis* Hustedt, porém as medidas são menores que a espécie citada por Krammer e Lange-Bertalot (1988).

Surirella sp. 3. Fig. 338.

Valva levemente heteropolar, elíptica, extremidade basal cuneada-arredondada, apical arredondada, esterno linear, canais aliformes estendendo até o centro da valva. Compr. 14,71µm, larg. 6,1µm e 6 canais aliformes em 10 µm.

Comentário: Exemplos menores da espécie *Surirella angusta* Kützing (comp. 18-70 µm, larg. 6-15 µm e 5-8 canais aliformes em 10 µm) Krammer e Lange-Bertalot (1988), são semelhantes a espécie *Surirella* sp. 3, porém a

característica marcante dos ápices rostrados em *S. angusta*, não está presente em *Surirella* sp. 3.

No outono e na primavera os táxons mais representativos pertenciam às espécies que se fixam de forma frouxamente ao epifíton, com 61% e 45% da flora total, respectivamente, incluindo os táxons do gênero *Pinnularia* que como comentado acima foi um gênero representativo na flora do Iraí, assim como os gêneros *Eunotia* e *Navicula*. A menor porcentagem na primavera pode ser explicada pelo menor número de espécies encontrado na flora neste período de amostragem.

O reservatório Piraquara II apresentou maior variação de riqueza quando comparados os períodos outono e primavera e foi possível observar um aumento de espécies do gênero *Eunotia* no período do Outono. De fato, foi observado que no outono a maioria das espécies encontradas foram predominantemente aderidas frouxamente ao biofilme epifítico, como as espécies do gênero *Eunotia*, que formam fitas que se aderem ao substrato pelas bandas. A frequência de táxons encontrados, aderidos firmemente ao substrato, nos dois períodos de coleta, foram principalmente dos gêneros *Gomphonema*, seguido de *Fragilaria* e *Achnantheidium*.

Porém, na primavera as formas predominantes de fixação no substrato foram equivalentes entre as espécies que ficam frouxamente aderidas (ex: *Encyonema* sp.) e as espécies que ficam firmemente aderidas (ex: *Psammothidium subatomoides*) no substrato, o que não foi observado no Outono. Já as espécies de diatomáceas que se encontravam de forma livre no epifíton, que possuem hábitos planctônicos, como o gênero *Aulacoseira*, apresentou número menos relevante nos dois períodos, quando comparado com as outras formas de fixação.

Em suma, neste estudo taxonômico, além da maior ocorrência de espécies com fixação frouxamente aderida ao substrato em ambos os reservatórios, houve também baixa ocorrência de espécies “livres” no epifíton, não ultrapassando a margem de 11% em ambos os reservatórios. No reservatório Piraquara II a frequência de táxons nas amostras foi de 39% de táxons esporádicos no Outono e 37% na Primavera, seguidas de 39% táxons

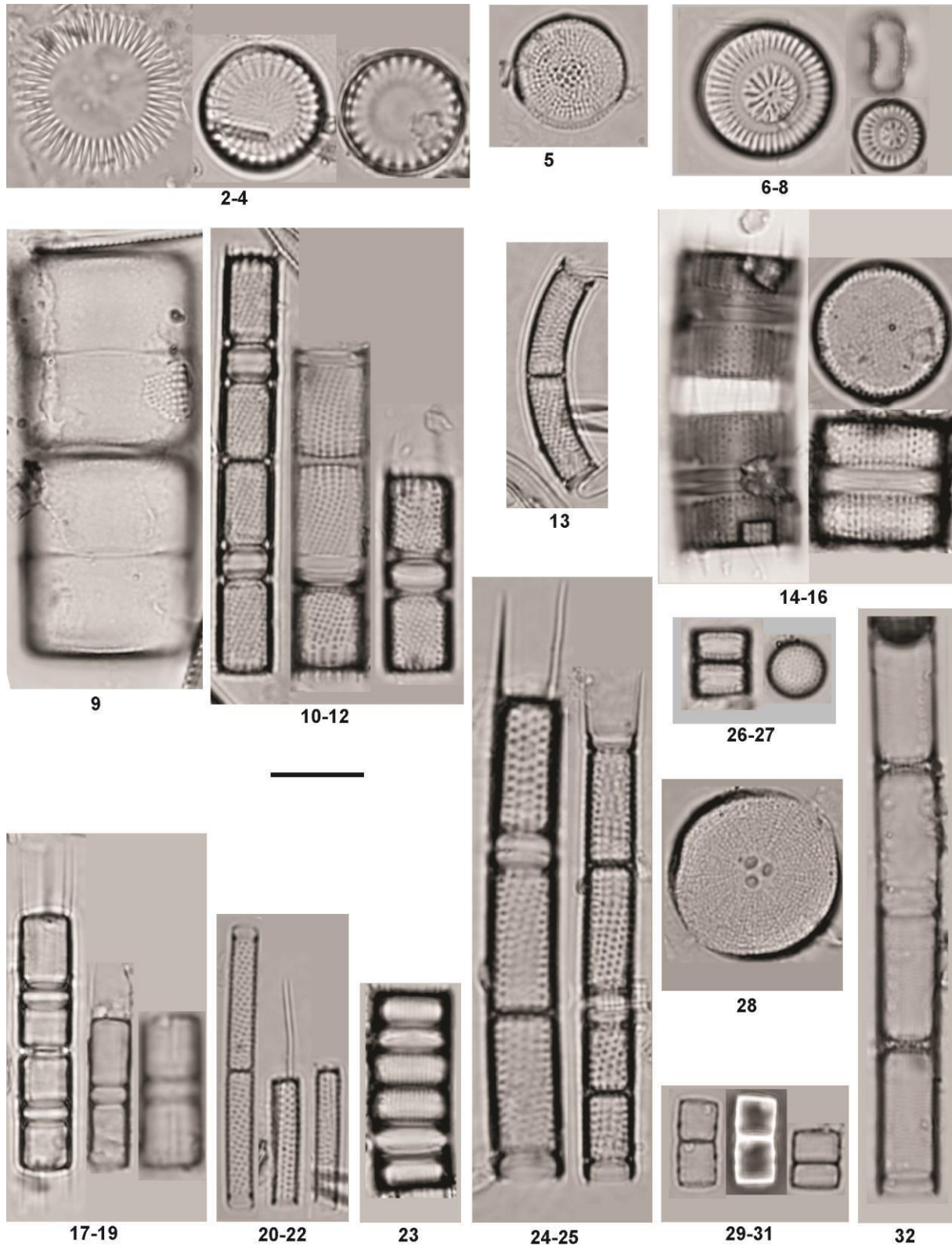
pouco frequentes no Outono e 35% na Primavera, táxons frequentes 8% no Outono e 24% na Primavera e muito frequente 15% no Outono e 4% na Primavera. Para o reservatório Iraí em cada período a frequência de ocorrência de táxons nas amostras foram de 49% de táxons esporádicos no Outono e 15% na Primavera, seguidas 35% pouco frequentes no Outono e 32% na Primavera, 14% de táxons frequentes no Outono e 11% na Primavera e 2% de táxons muito frequente no Outono e 2% na Primavera.

2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

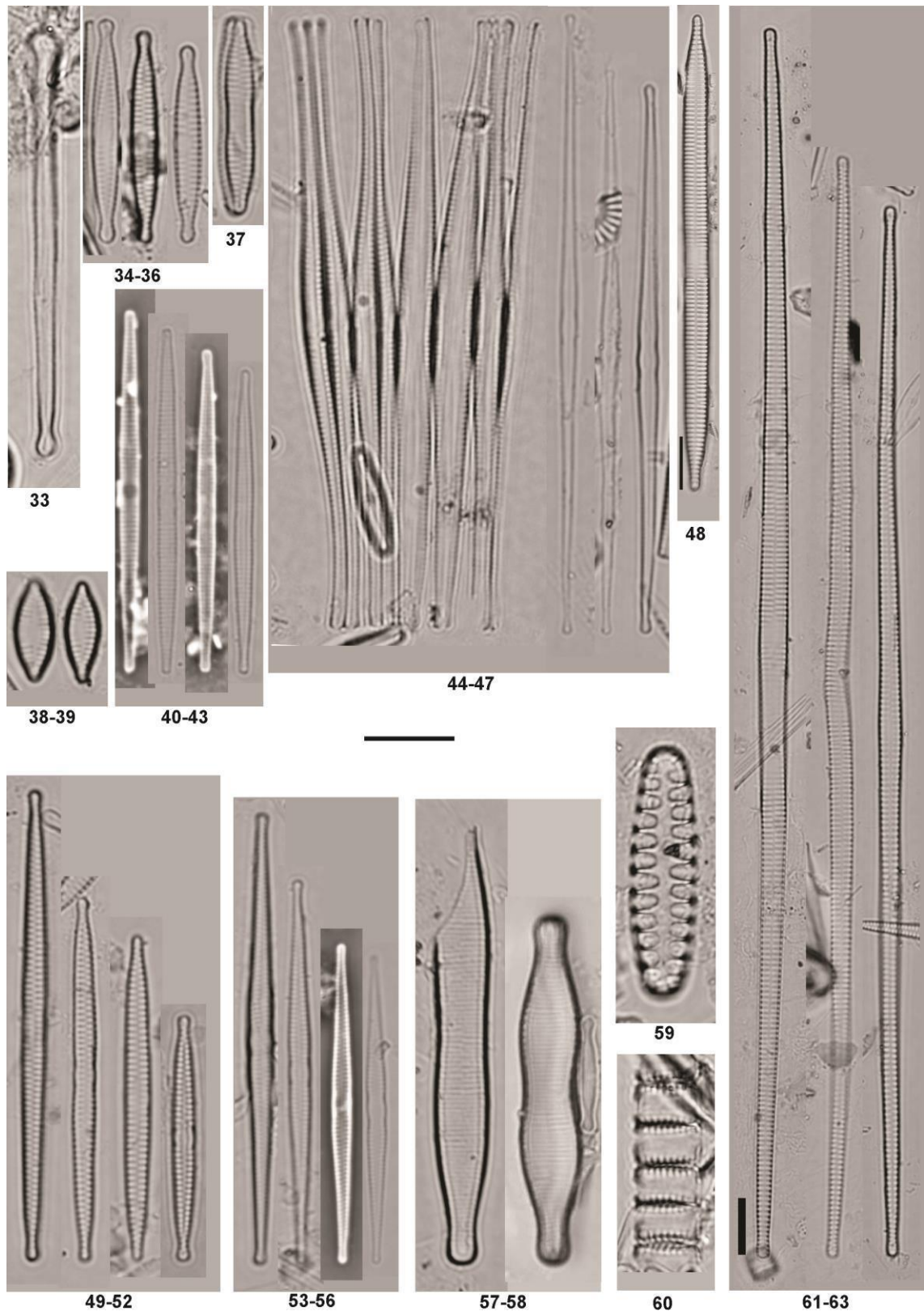
O reservatório Iraí apresentou maior número de espécies do que outros trabalhos realizados na mesma área estudo. Foram inventariadas 53 táxons em 17 famílias que não foram encontrados em Silva *et al.* (2010) e 74 táxons infra genéricos em 18 famílias, que não foram mencionadas por Cetto *et al.* (2004) (TABELA 4). Porém a metodologia, como o substrato e períodos das coletas utilizada por Silva *et al.*, (2010) e Cetto *et al.*, (2004), foram diferentes ao desenho amostral apresentadas neste estudo.

Dos táxons apresentados por Silva *et al.* (2010) que foram as mesmas inventariadas neste estudo, a espécie *Pinnularia gibba*, apresentou morfologia diferente do exemplar encontrado nesse trabalho, exibindo maior expansão da área central e da largura do esterno da rafe, assim como ápices capitados. *Pinnularia gibba* citada neste estudo apresentou esterno da rafe mais estreito e o formato do ápice valvar arredondado. *Achnanthes minutissimum* também apresentou morfologia distinta entre os dois estudos, entretanto não há um consenso sobre a descrição morfológica dessa espécie. Observou-se também que no presente estudo houve maior número de espécies do gênero *Pinnularia*, quando comparado aos trabalhos de Cetto *et al.* (2004) e Silva *et al.* (2010). De modo geral, a flora apresentada nesse trabalho foi similar ao apresentado pelos dois autores citados acima para a mesma área de estudo, porém no presente estudo a riqueza de espécies foi superior, o que talvez tenha tido influência da metodologia utilizada. Quando comparado a flora de diatomáceas do reservatório Iraí com a flora de outros reservatórios

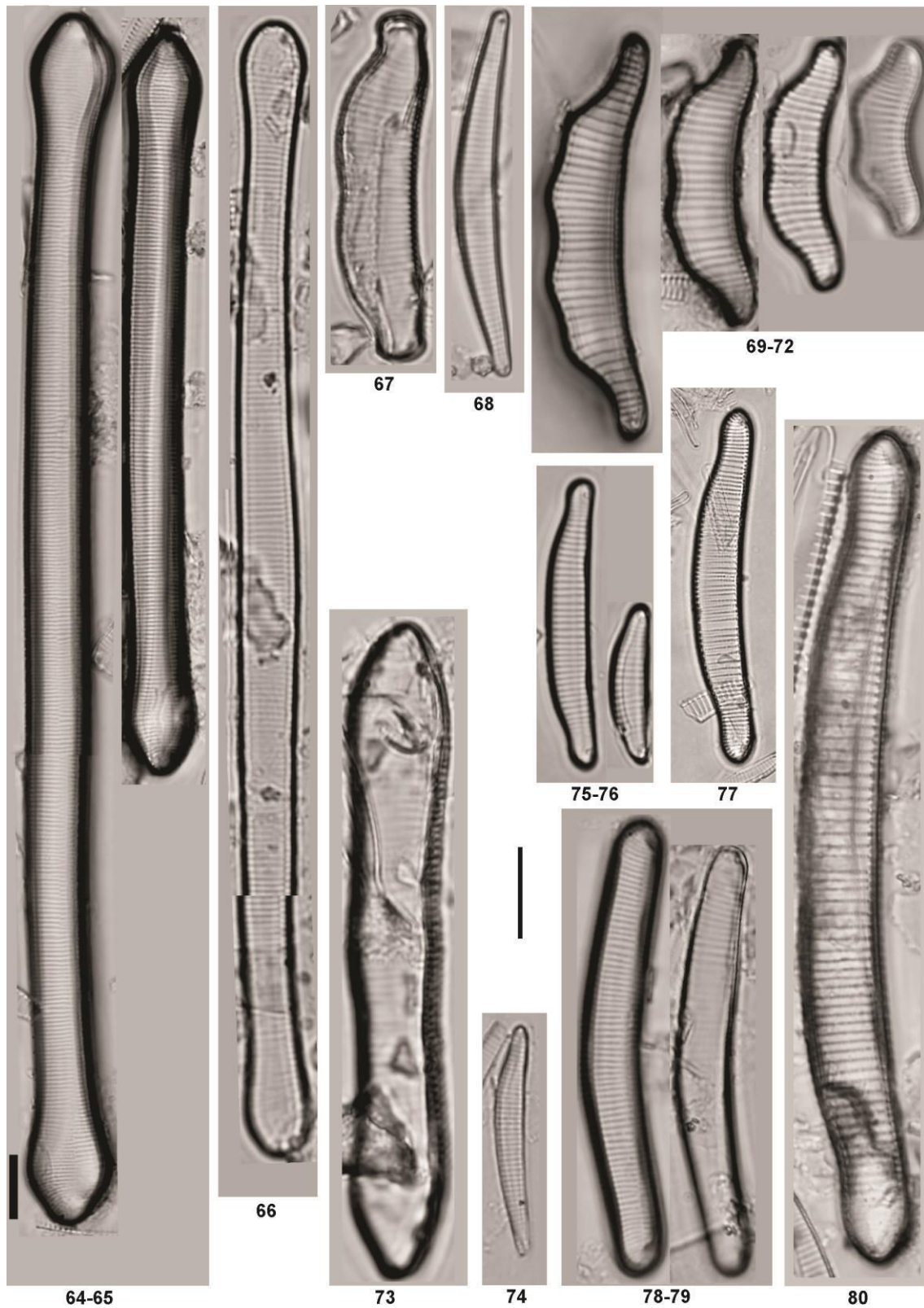
paranaenses, é possível verificar uma diferença na composição de espécies entre os estudos, como por exemplo o estudo realizado por Bertolli, Tremarin e Ludwig (2010), em que apesar de alguns gêneros serem iguais, a maioria das espécies foram distintas.



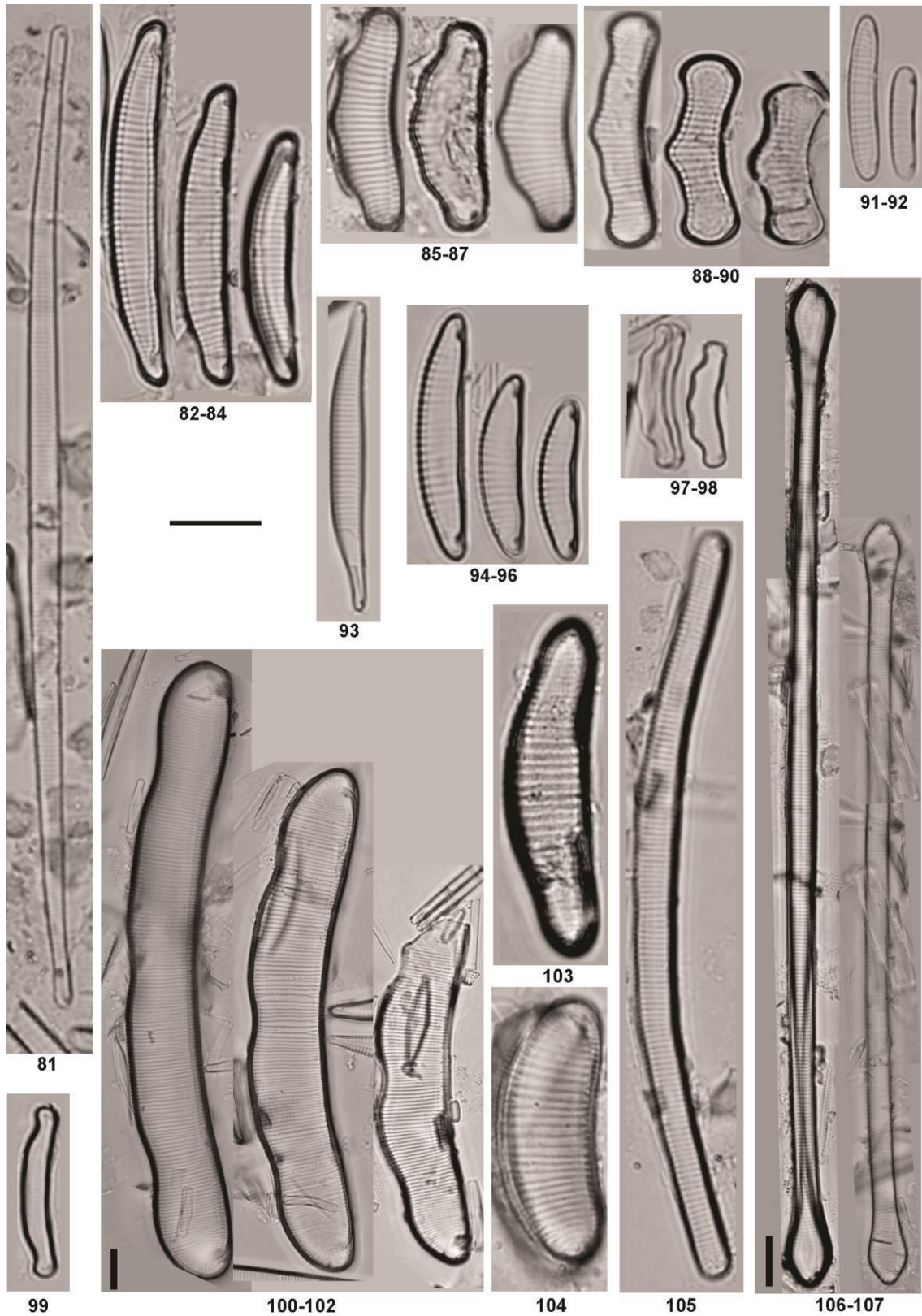
2-4 - *Cyclotella meneghiniana*; 5 - *Spicaticribra rudis*; 6-8 - *Discostella stelligera*; 9 - *Melosira varians*; 10-12 - *Aulacoseira ambigua*; 13 - *A. ambigua* var. *ambigua* f. *spiralis*; 14-16 - *A. brasiliensis*; 17-19 - *A. herzogii*; 20-22 - *A. granulata* var. *angustissima*; 23 - *Aulacoseira* sp.1; 24-25 - *A. granulata* var. *granulata*; 26-27 - *A. tenella*; 28 - *Orthoseira roseana*; 29-31 - *Aulacoseira* sp. 2; 32 - *A. italica*



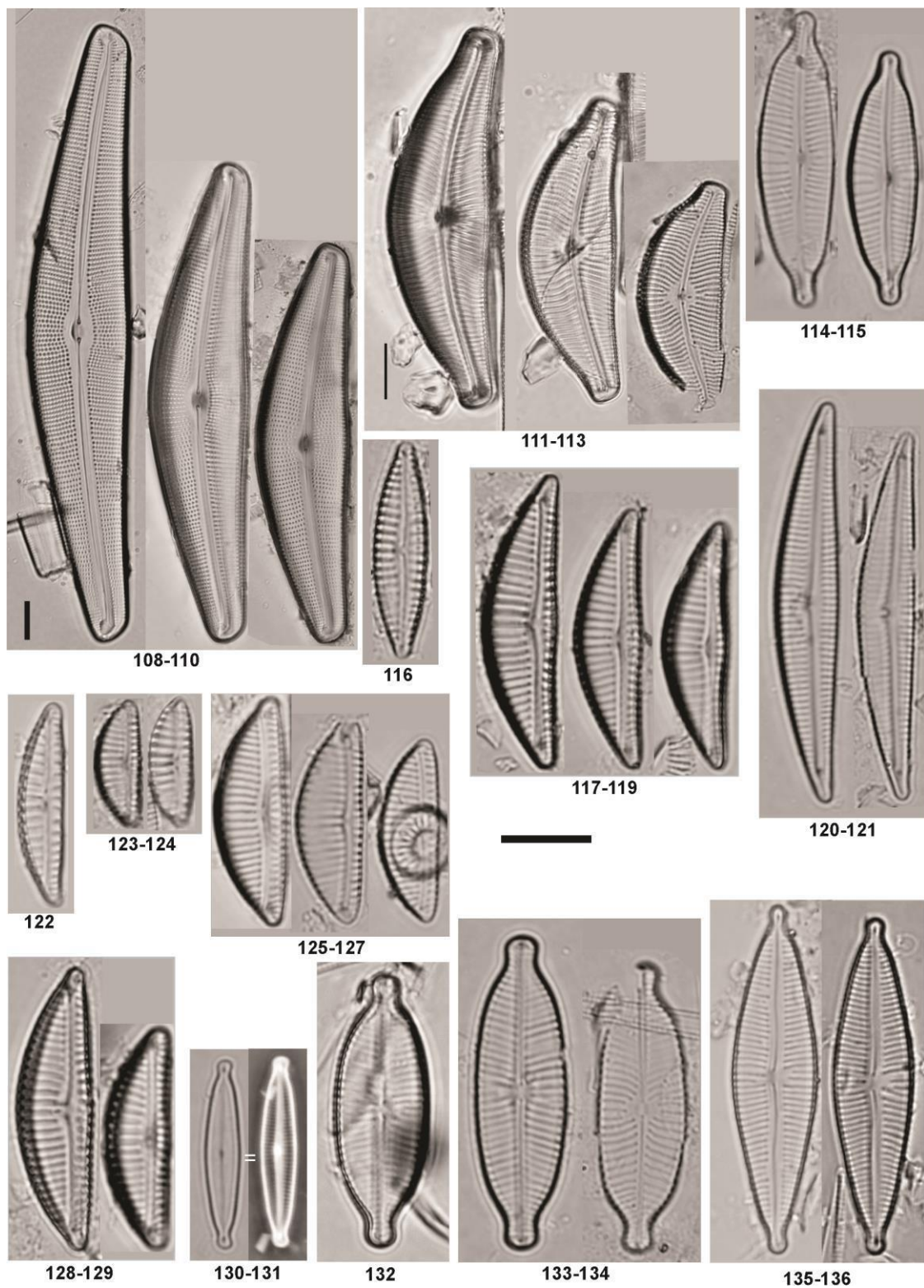
33 - *Asterionella formosa*; 34-36 - *Fragilaria recapitellata*; 37 - *F. capucina* var. *mesolepta*; 38-39 - *F. vauchariaea*; 40-43 - *F. gracilis*; 44-47 - *F. crotonensis*; 48 - *Ulnaria ulna*; 49-52 - *F. parva*; 53-56 - *F. tenera*; 57-58 - *Fragilariforma javanica*; 59 - *Stausosirella martyi*; 60 - *Stausosira* sp.; 61-63 *Ulnaria acus*.



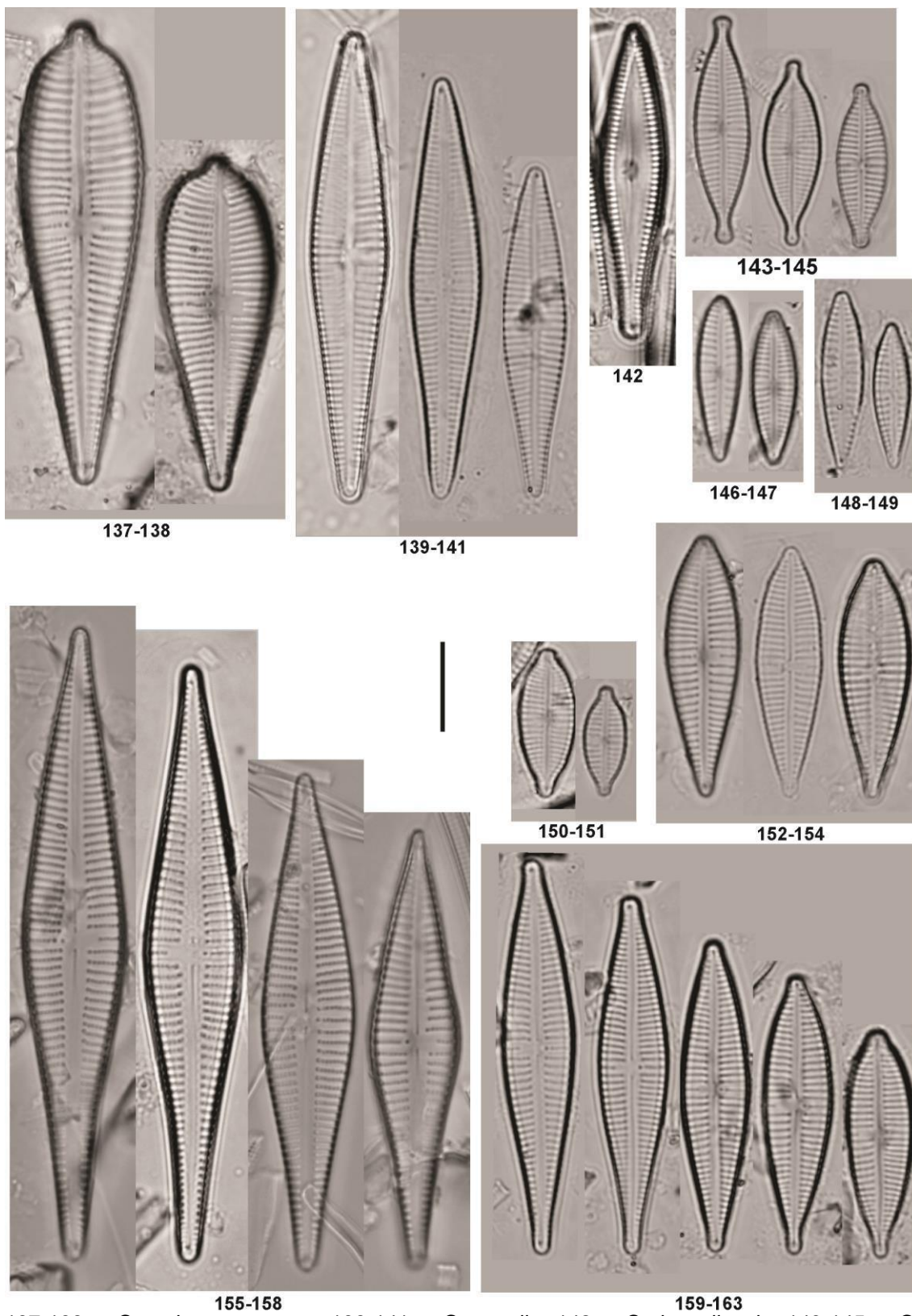
64-65 *Desmogonium ossiculum*; 66 - *D. rabenhorstianum*; 67 - *Eunotia bidens*; 68 - *E. bilunaris*;
 69-72 - *E. camelus*; 73 - *E. formica*; 74 - *Actinella leontopithecus-rosalia*; 75-76 - *E. minor*; 77 -
E. metamonodon; 78-79 - *E. formicina*; 80 - *E. maior*



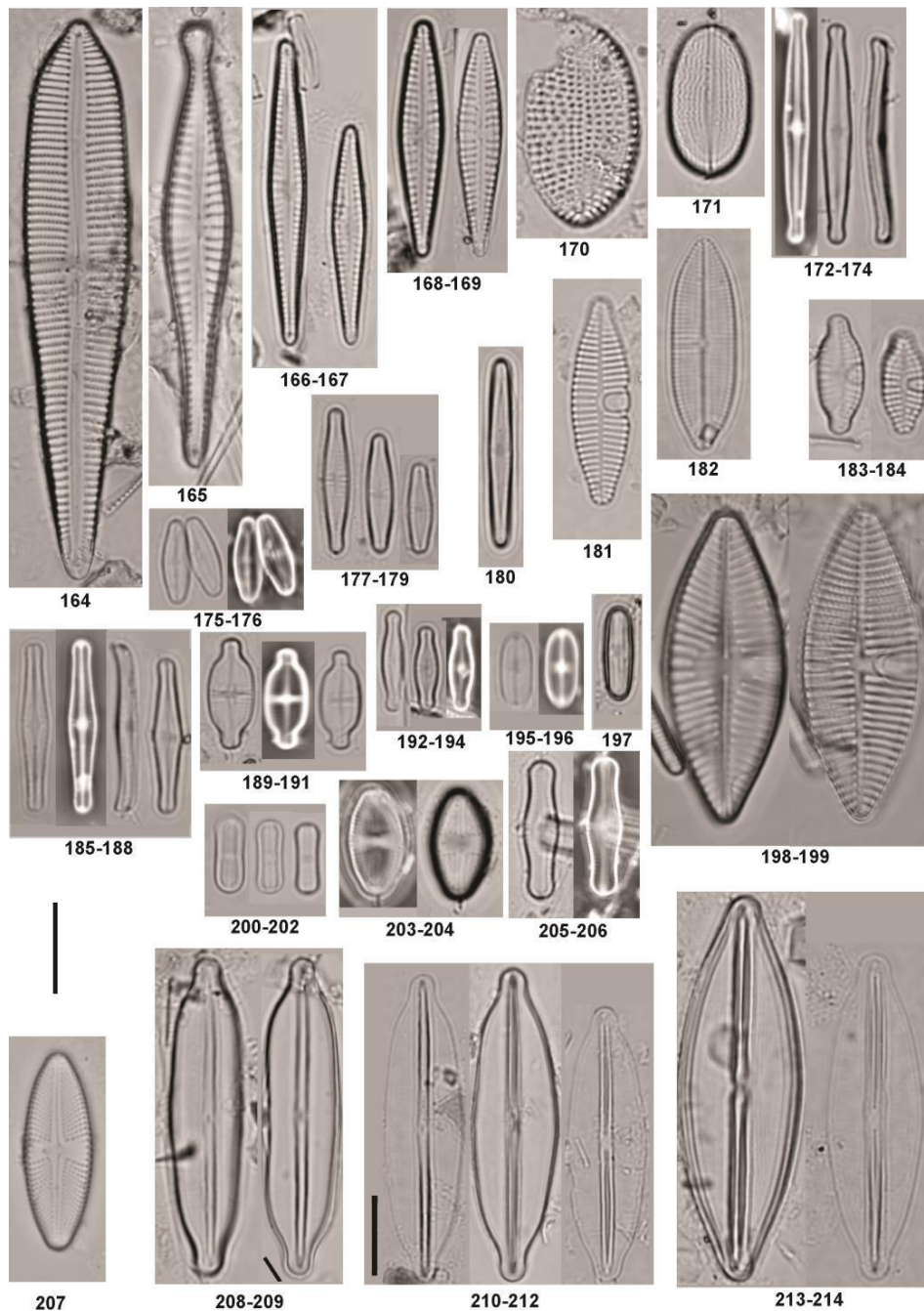
81 - *Eunotia naegelli*; 82-84 - *E. pseudosudetica*; 85-87 - *E. pyramidata* var. *pyramidata*; 88-90 - *E. rabenhorstii*; 91-92 - *E. intermedia*; 93 - *Eunotia* cf. *veneris*; 94-96 - *E. meridiana*; 97-98 - *E. paratridentula*; 99 - *E. neocompacta*; 100-102 - *E. yanomami*; 103 - *E. areniverma*; 104 - *E. luna* var. *trapezica*; 105 - *Eunotia* sp.; 106-107 - *Desmogonium transfugum*



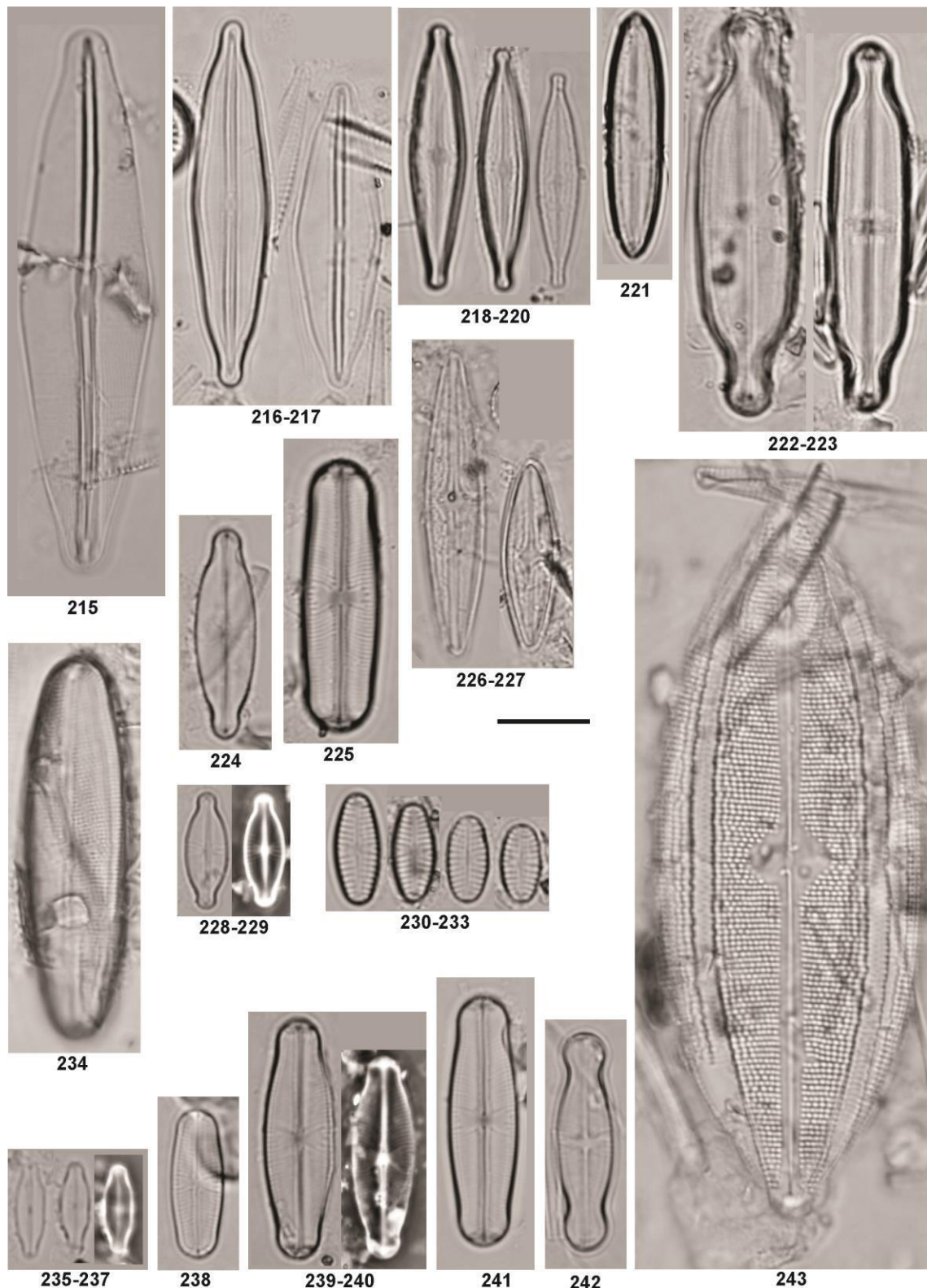
108-110 - *Cymbella aspera*; 111-113 - *C. tumida*; 114-115 - *Cymbopleura naviculiformis* var. *naviculiformis*; 116 - *Cymbopleura kuelbsii* var. *nonfasciata*; 117-119 - *Encyonema incurvatum*; 120-121 - *E. neogratile*; 122 - *Encyonopsis obtusum*; 123-124 - *Encyonema minutum*; 125-127 - *E. silesiacum*; 128-129 - *E. vulgare* var. *vulgare*; 130-131 - *Encyonopsis microcephala*; 132 - *Placoneis symmetrica*; 133-134 - *Placoneis elginensis*; 135-136 - *Encyonopsis frequentiformis*.



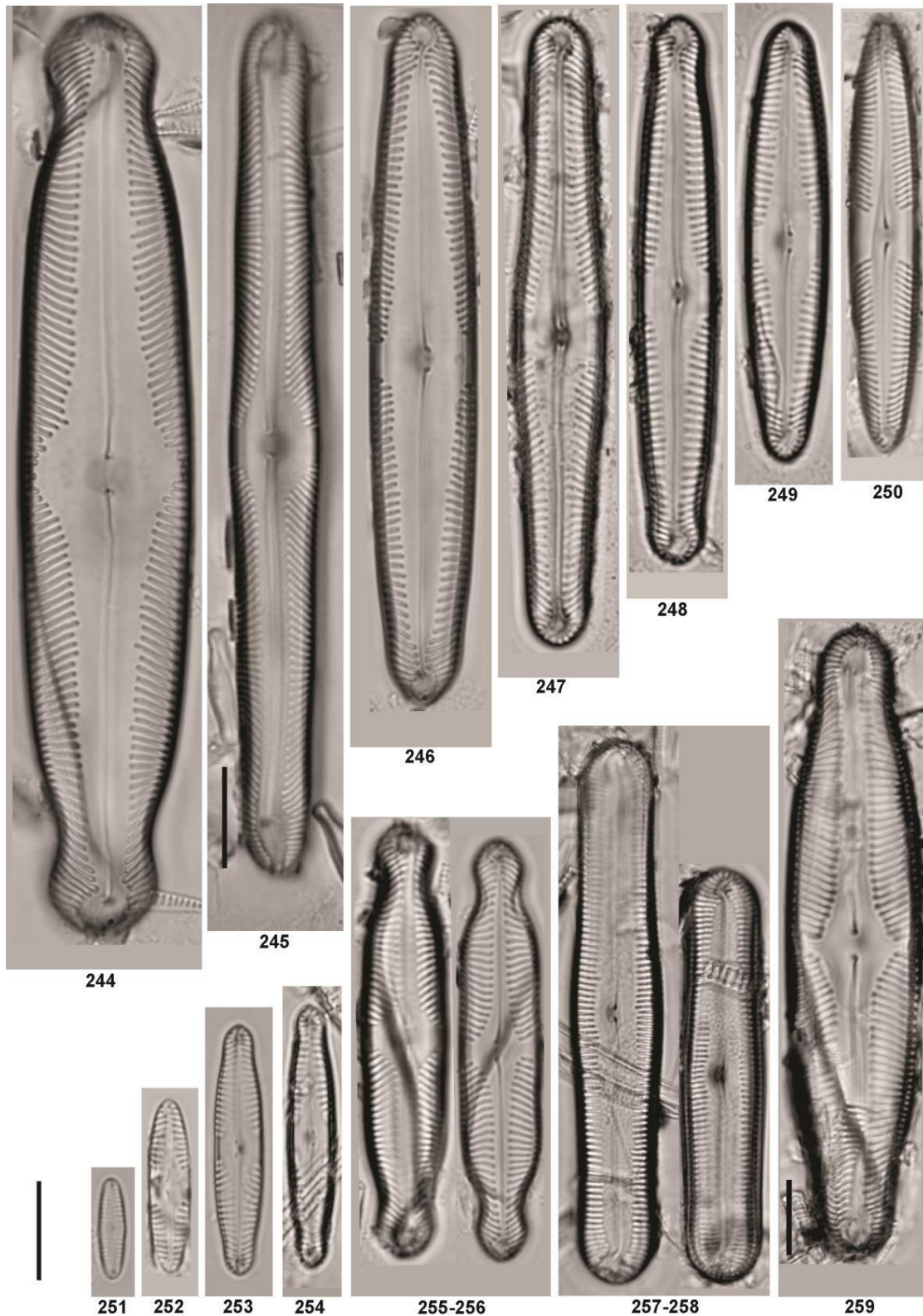
137-138 - *Gomphonema argur*; 139-141 - *G. gracile*; 142 - *G. hawaiiensis*; 143-145 - *G. lagenula*; 146-147 - *G. parvulum* var. *parvulum*; 148-149 - *G. parvulum* var. *subcapitata*; 150-151 - *G. parvulum* var. *saprophilum*; 152-154 - *G. pseudoargur*; 155-158 - *G. guaraniarum*; 159-163 - *G. lippertii*.



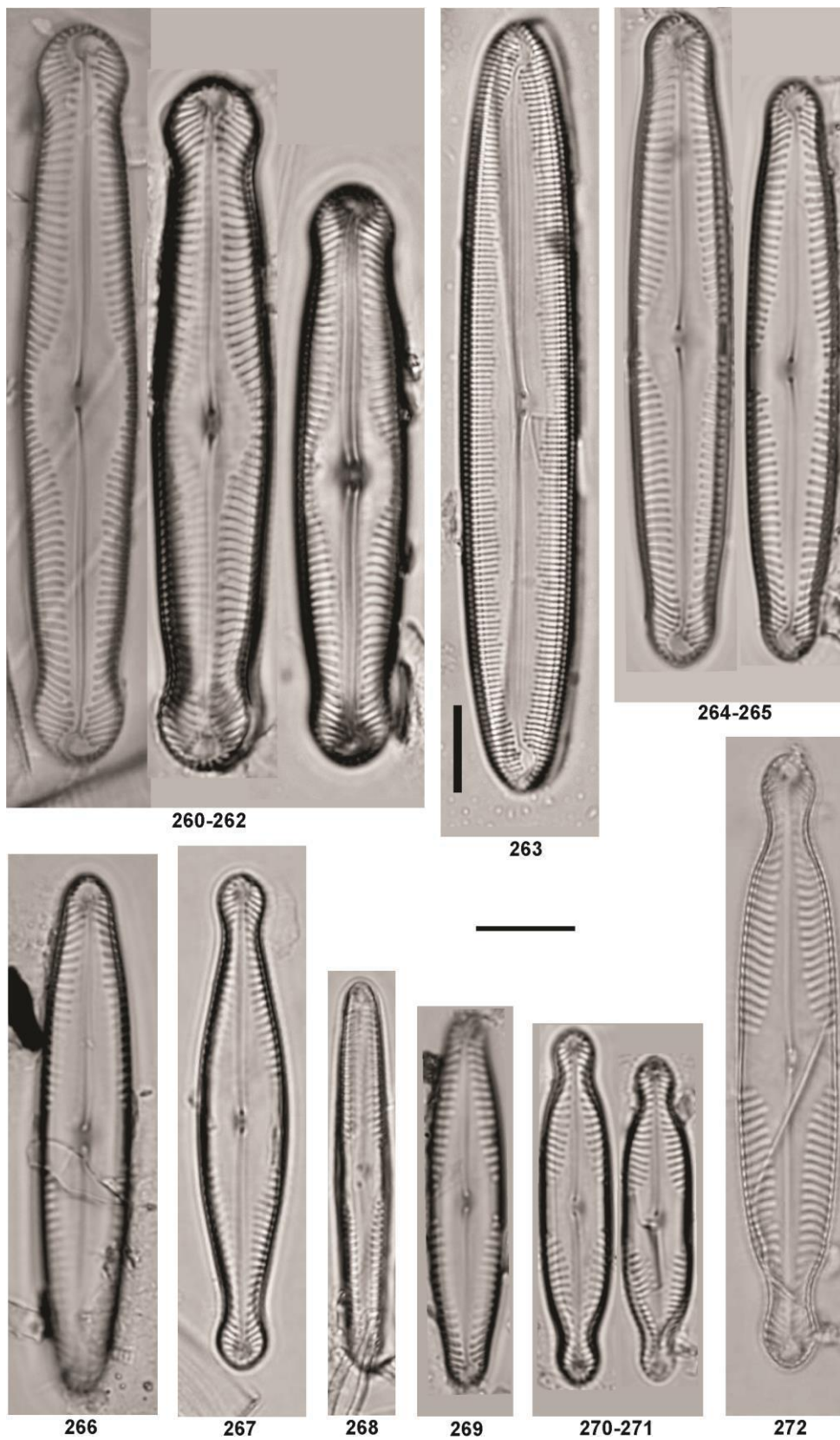
164 - *Gomphonema turris* var. *coarctata*; 165 - *G. subtile*; 166-167 - *Gomphonema* sp. 1; 168-169 - *Gomphonema* sp. 2; 170 - *Cocconeis fluviatilis*; 171 - *C. placentula*; 172-174 - *Achnanthisdium caledonicum*; 175-176 - *A. eutrophilum*; 177-179 - *A. minutissimum*; 180 - *A. lineare*; 181 - *Planothidium biporum*; 182 - *Lemnicola hungarica*; 183-184 - *P. rostratum*; 185-188 - *A. catenatum*; 189-191 - *A. exiguum*; 192-194 - *A. macrocephalum*; 195-196 - *Psammothidium subatomoides*; 197 - *Humidophila implicata*; 198-199 - *Planothidium heteromorphum*; 200-202 - *H. contenta*; 203-204 - *Luticola mutica*; 205-206 - *Diadesmis arcuata*; 207 - *Luticola goepertianna*; 208-209 - *Frustulia guayanensis*; 210-212 - *F. crassinervia*; 213-214 - *F. acidofilissima*.



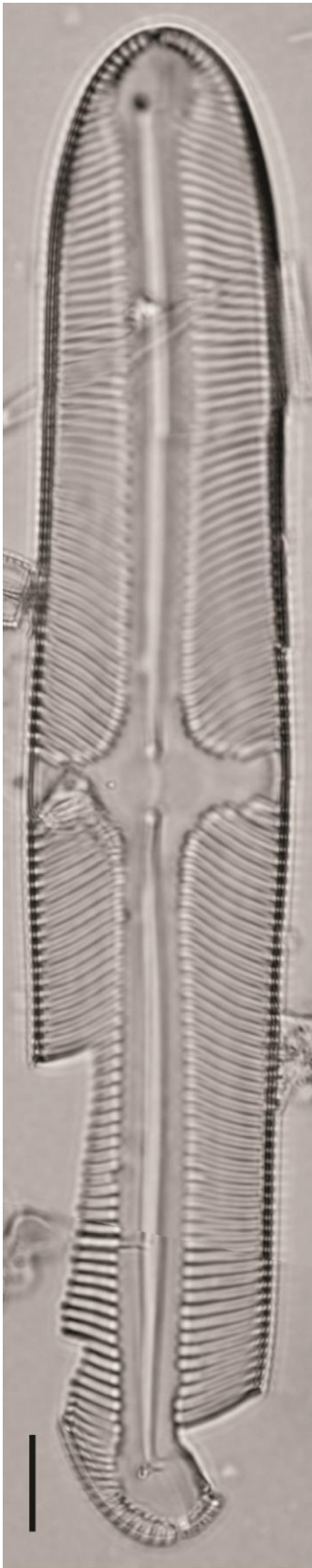
215 - *Frustulia quadrisinuata*; 216-217 - *F. undosa*; 218-220 - *Brachysira neoexilis*; 221 - *Neidium alpinum*; 222-223 - *N. affine*; 224 - *Sellaphora auldrieekie*; 225 - *S. densistriata*; 226-227 - *Brachysira brebissonii*; 228-229 - *Sellaphora sardinensis*; 230-233 - *S. seminulum*; 234 - *Neidium* sp.; 235-237 - *Sellaphora* sp. 1; 238 - *Sellaphora* sp. 2; 239-240 - *S. pupula*; 241 - *S. pupula* var *subcapitata*; 242 - *S. ventraloconfusa*; 243 - *N. iridis*.



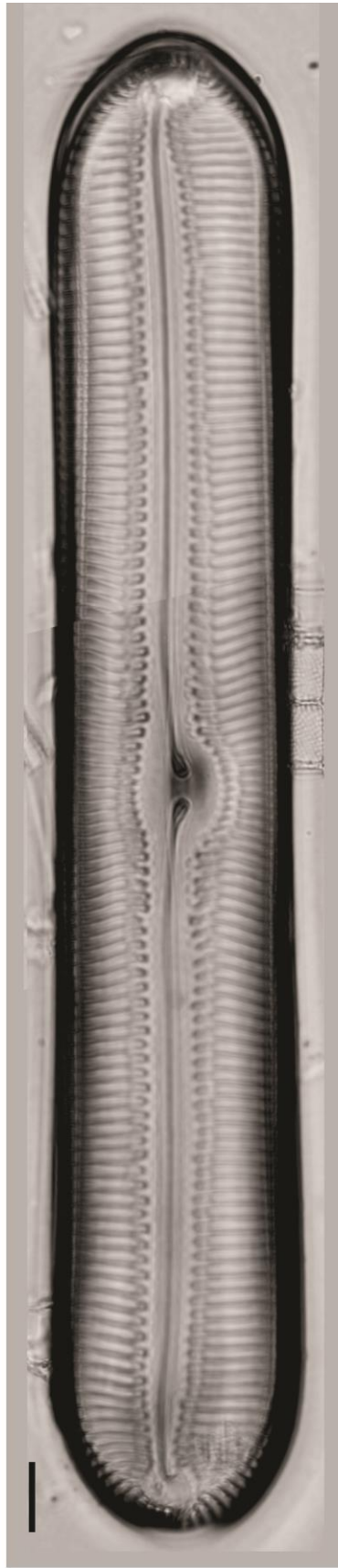
244 - *Pinnularia graciloides*; 245 - *P. subgibba* var. *undulata*; 246 - *P. hudsonii*; 247 - *P. stauroptera* var. *interrupta*; 248 - *Pinnularia* sp. 1; 249 - *P. subbrevistriata*; 250 - *Pinnularia* sp.3; 251 - *Chamaepinnularia mediocris*; 252- *Pinnularia trivialiformis*; 253 - *P. divergentissima* var. *minor*; 254 - *P. subcapitata*; 255-256 - *P. anglica*; 257-258 - *P. acrosphaeria* var. *parva*; 259 - *P. decrescens* var. *ignorata*



260-262 - *Pinnularia gibba*; 263 - *P. butantanum*; 264-265 - *Pinnularia* sp. 4; 266 - *P. denotata*;
 267 - *P. brauniana*; 268 - *P. similiformis*; 269 - *Pinnularia* sp. 2; 270-271 - *P. rumrichae*; 272 - *P.*
latarea

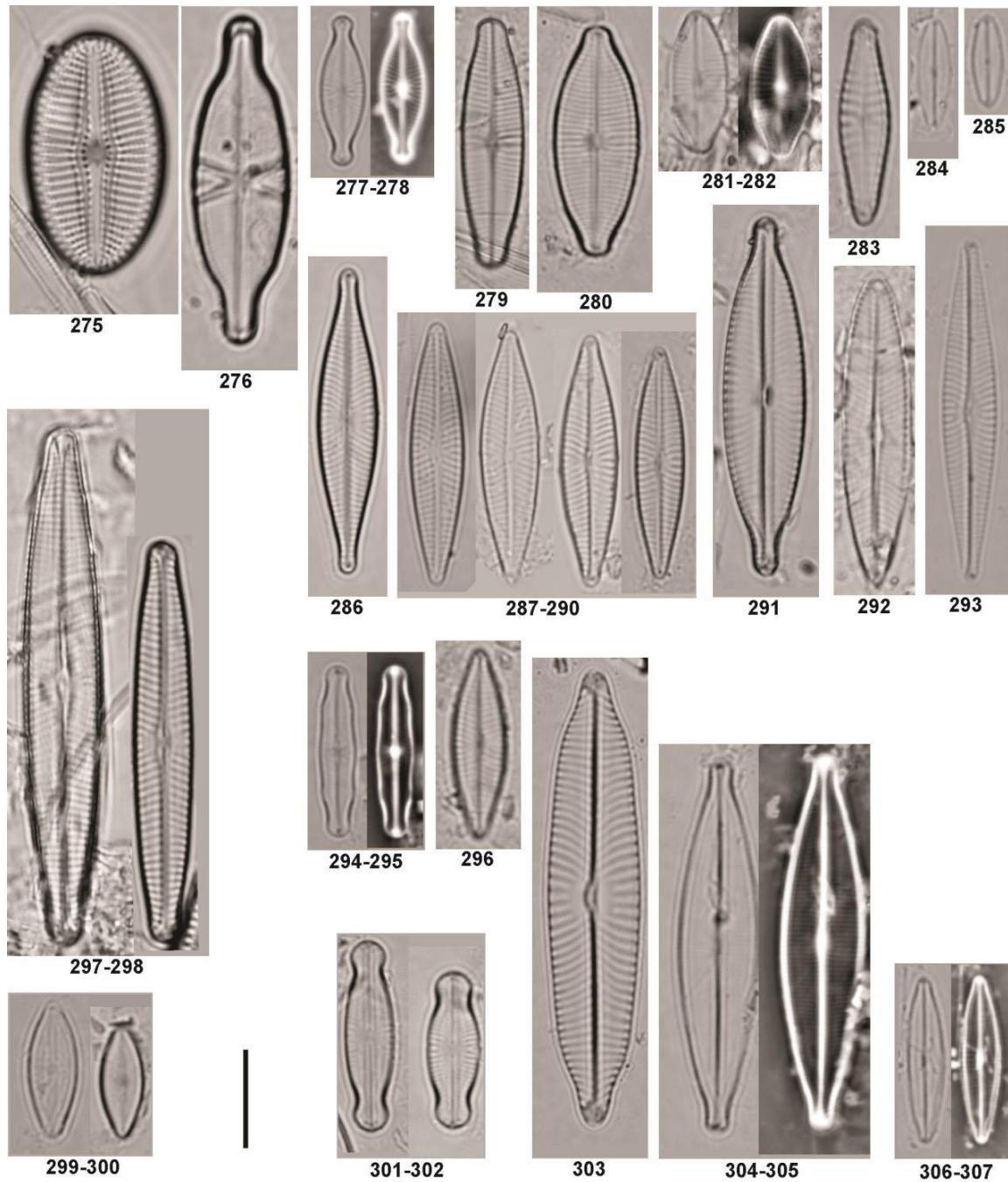


273

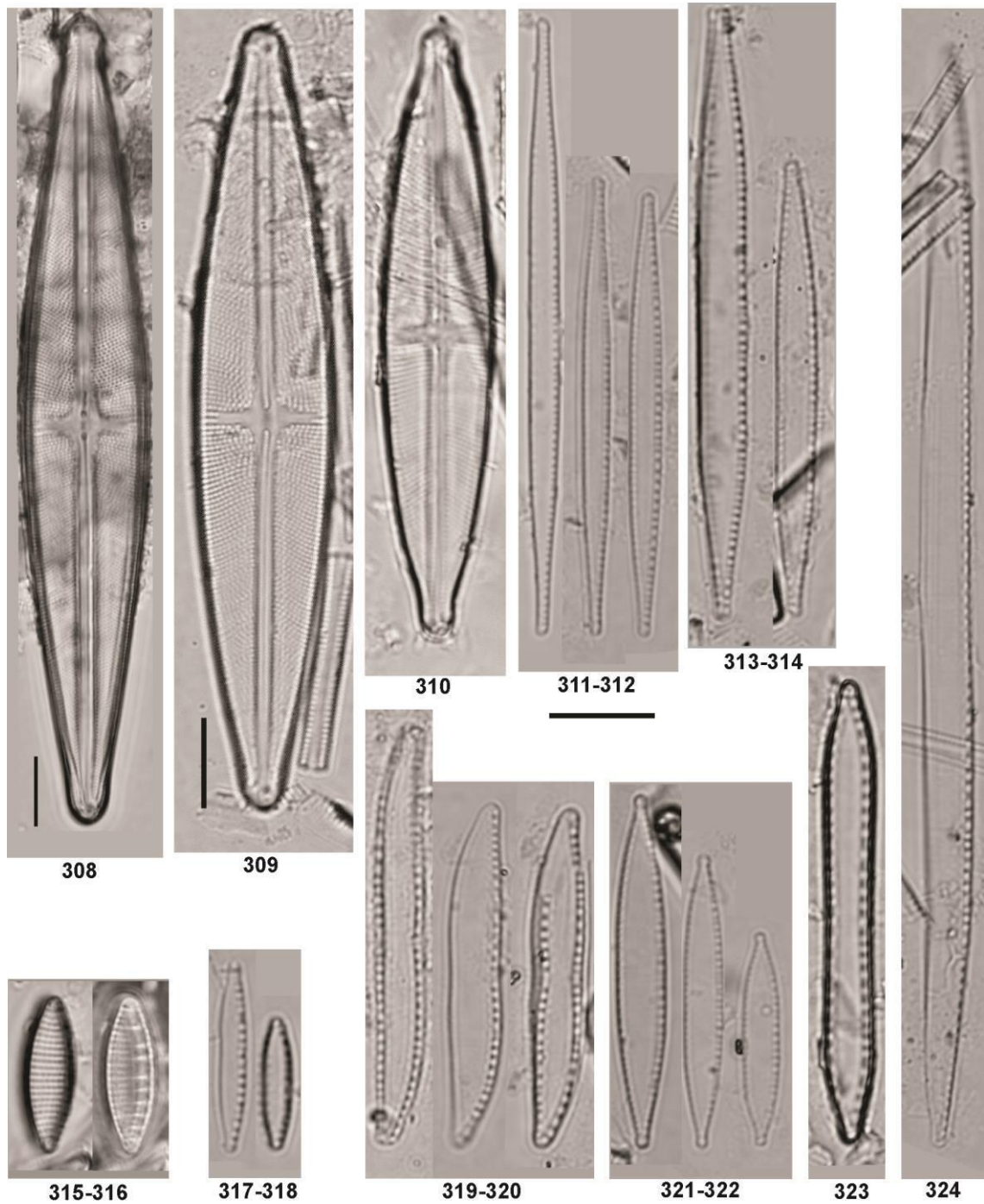


274

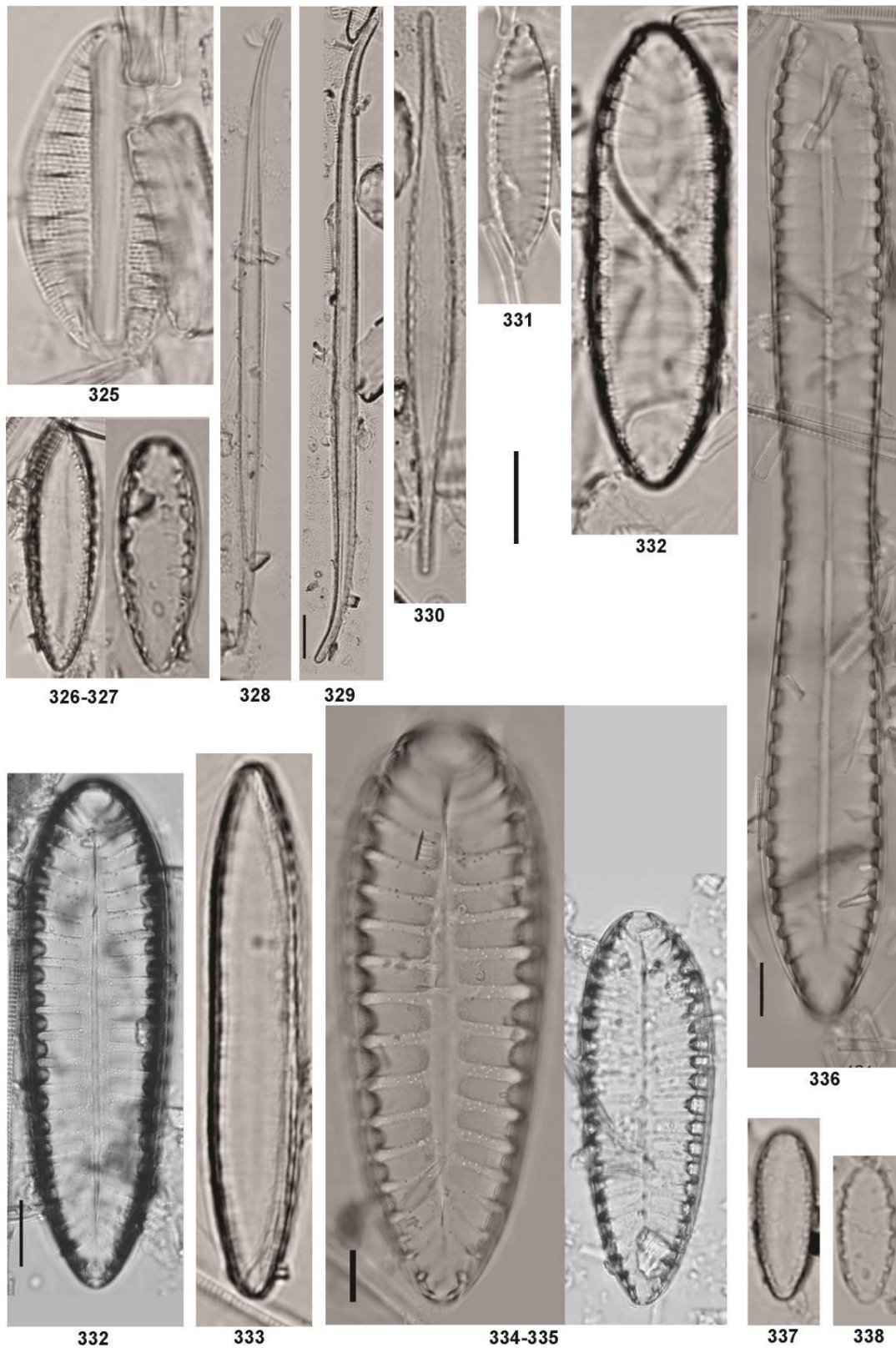
273 - *Pinnularia stoermeri*; 274 - *P. latevittata*



275 - *Diploneis subovalis*; 276 - *Capartogramma crucicola*; 277-278 - *Naviculadicta sassiana*; 279 - *Geissleria lateropunctata*; 280 - *G. punctifera*; 281-282 - *G. modica*; 283 - *Hippodonta capitata* ssp. *ibero-americana*; 284 - *Mayamaea atomus*; 285 - *M. permitis*; 286 - *Navicula cryptocephala*; 287-290 - *N. cryptotenella*; 291 - *N. rostellata*; 292 - *N. symmetrica*; 293 - *N. notha*; 294-295 - *N. tridentula*; 296 - *N. veneta*; 297-298 - *N. angusta*; 299-300 - *Nupela* sp.; 301-302 - *Naviculadicta ventraloconfusa* var. *chilensis*; 303 - *Navicula viridulacalcis*; 304-305 - *Craticula riparia*; 306-307 - *C. submolesta*



308 - *Stauroneis phoenicenteron*; 309 - *S. gracilis*; 310 - *S. anceps*; 311-312 - *Nitzschia gracilis*;
 313-314 - *N. intermedia*; 315-316 - *N. amphibia*; 317-318 - *N. perminuta*; 319-320 - *N. clausii*;
 321-322 - *N. palea*; 323 - *N. terrestres*; 324 - *N. vermiculares*.



325 - *Rhopalodia gibberula*; 326-327 - *Surirella tenuissima*; 328 - *Stenopterobia curvula*; 329 - *S. planctonica*; 330 - *S. delicatissima*; 331 - *Surirella angusta*; 332 - *S. lineares* var. *helvetica*; 332 - *S. tenera*; 333 - *Surirella* sp. 1; 334-335 - *S. splendida*; 336 - *S. biseriata* var. *heteropolis*; 337 - *Surirella* sp. 2; 338 - *Surirella* sp. 3.

3. Biodiversidade de diatomáceas epifíticas nos reservatórios Piraquara II e Iraí, Curitiba, PR.

O objetivo principal em Ecologia de Comunidades é explicar as razões pelas quais a biodiversidade varia ao longo do espaço e do tempo. De fato, ecólogos têm dedicado mais atenção na avaliação da variação da biodiversidade em detrimento da biodiversidade local, garantindo um melhor conhecimento sobre o funcionamento dos ecossistemas (MELO *et al.*, 2011). A variação da biodiversidade é frequentemente uma consequência da heterogeneidade ambiental nos ecossistemas aquáticos, especialmente nas características físicas e químicas das águas (BINI *et al.*, 2014).

No caso de barramento de rios, ocorrem modificações ambientais relacionadas ao aporte de nitrogênio e fósforo dos tributários e devido ao carreamento de nutrientes pela lixiviação do solo das áreas adjacentes, afetando a qualidade da água e interferindo na condição trófica do sistema (ROLAND; CESAR; MARINHO, 2005). Conseqüentemente, respostas biológicas são geradas por diversos organismos aquáticos, como por exemplo, a variação na estrutura das comunidades de diatomáceas perifíticas em relação à eutrofização (MATTILA; RÄISÄNEN, 1998; TANIWAKI *et al.*, 2013).

Em recentes estudos, os padrões espaciais e/ou temporais das comunidades de algas perifíticas em ambientes aquáticos urbanos, como em reservatórios, foram avaliados (VERCELLINO; BICUDO, 2006; SILVA *et al.*, 2010; PELLEGRINI; FERRAGUT, 2012; TANIWAKI, *et al.*, 2013). A expectativa geral observada nesses estudos é que a eutrofização seja o principal determinante da diversidade biológica (PELLEGRINI; FERRAGUT, 2012; TANIWAKI *et al.*, 2013; VILAR *et al.*, 2014). Entretanto, em ambientes estáveis como lagos dos reservatórios urbanos de abastecimento e geração de energia, as comunidades podem não variar em virtude do espaço e do tempo pela estabilidade destes ambientes controlados (PAPASTERGIADOU *et al.*, 2010). Além disso, dentro de reservatórios pode haver variações naturais das comunidades. Por exemplo, é conhecido que quanto mais próximo da barragem, ou quanto mais distante de tributários, há maior transparência da água e menor quantidade de nutrientes dissolvidos, o que proporciona variação

das comunidades biológicas (KENNEDY; WALKER, 1990; STRASKRABA; TUNDISI; DUNCAN, 1993).

Nesse sentido, a variação das comunidades em reservatórios urbanos ocorre em diferentes escalas espaciais. Quando o interesse é avaliar a biodiversidade em diferentes escalas espaciais e/ou temporais, considera-se a diversidade biológica de uma região (diversidade gama) que pode ser particionada em um componente referente à diversidade local de uma unidade amostral (diversidade alfa) e em um componente de variação da diversidade entre localidades (diversidade beta), de acordo com Whittaker (1960, 1972).

A metodologia mais utilizada para particionar a diversidade gama em componentes locais e componentes de variação da diversidade é a Partição Aditiva proposta por McArthur, Recher e Cody (1966) e mais tarde por Allan (1975). Apesar de ser criticado por gerar componentes alfa e beta estatisticamente não independentes (BASELGA, 2010), o método alternativo de Partição Multiplicativa da diversidade (WHITTAKER, 1960) também tem sido criticado por razões similares (VEECH; CRIST 2010). A Partição aditiva pode apontar as fontes de variação das comunidades biológicas, revelando a influência dos fatores espaciais e temporais em ambientes aquáticos (FLACH; OZORIO; MELO, 2012).

A diversidade beta também pode ser consequência de dois fenômenos: o *turnover* - ou variação real - e o aninhamento (BASELGA, 2010). O *turnover* espacial refere-se à substituição de espécies por outras em uma comunidade e o aninhamento ocorre quando a diferença entre comunidades se dá pelo fato de comunidades menos biodiversas serem subconjuntos das mais biodiversas (BASELGA, 2010). Entretanto, as comunidades variam devido a ambos os fenômenos simultaneamente e a investigação do principal componente pode indicar os mecanismos ecológicos explicando as variações espaciais e temporais das comunidades biológicas em ecossistemas aquáticos (SCHNECK; SCHWARZBOLD; MELO 2011). Por exemplo, a alta especificidade de habitat e a baixa capacidade de dispersão são características que favorecem o *turnover* nas comunidades (BARTON *et al.*, 2013). Por outro lado, o progressivo aumento de impactos ambientais deve favorecer aninhamento nas comunidades (KARTHICK; MAHESH; RAMACHANDRA,

2011). Dessa forma, investigar as facetas da diversidade beta auxilia na identificação e na compreensão de padrões e processos que determinam a diversidade em escalas locais e regionais (SOININEN; LENNON; HILLEBRAND, 2007).

É conhecido que algas perifíticas primariamente respondem à heterogeneidade ambiental, resultando em alterações na estrutura desta comunidade (VERCELLINO; BICUDO, 2006; COSTA; MACHADO; FERNANDES 2007; STENGER-KOVACS *et al.*, 2007; FERRAGUT; BICUDO, 2009; MURAKAMI; RODRIGUES, 2009; PELLEGRINI; FERRAGUT, 2012). Conseqüentemente, o processo de colonização e sucessão da comunidade também responde a variações ambientais (FELISBERTO; RODRIGUES, 2012). Particularmente, as diatomáceas epifíticas destacam-se por constituírem um componente intrínseco da região litorânea, onde se desenvolvem abundantemente sobre superfícies submersas de macrófitas aquáticas (WETZEL, 1983). São importantes fontes de carbono e excelentes indicadoras de alterações ambientais (POTAPOVA; CHARLES 2007; STENGER-KOVACS, *et al.*, 2007), devido ao curto ciclo de vida e sua restrita mobilidade (ROUND; CRAWFORD; MANN, 1990) que permitem respostas imediatas as variações ambientais. O resultado é a alteração da riqueza, composição e estrutura das assembleias, tanto em ambientes aquáticos lóticos (SMOL; STOERMER, 2010; POTAPOVA; CHARLES, 2007; GÖTHE *et al.*, 2013), quanto em ambientes lênticos (STENGER-KOVACS *et al.*, 2007; PELLEGRINI; FERRAGUT, 2012; FARIA; GUIMARÃES; LUDWIG, 2013). Dessa forma, diatomáceas epifíticas podem auxiliar na caracterização da qualidade da água, uma vez que, estes organismos são utilizados há décadas como bioindicadores ambientais (DESCY; COSTE, 1991; KELLY; WHITTON, 1995; LOBO *et al.*, 2004; HERMANY *et al.*, 2006; LaHÉE; GAISER, 2012; RIMET; BOUCHEZ; MONTUELLE, 2015).

Recentemente, estudos têm avaliado a relação entre diversidade beta das assembleias de diatomáceas e as variações espaciais e ambientais (WETZEL *et al.*, 2012; BARTON, *et al.*, 2013; VILAR, *et al.*, 2014). No Brasil, estudos que buscaram investigar as variações espaciais e temporais na diversidade de assembleia diatomáceas ainda são incipientes, destacando-se

os estudos realizados por Nogueira *et al.* (2010), que avaliaram o fitoplâncton total em planície de inundação amazônica, por Silva, Torgan e Cardoso (2010) que avaliaram diversidade beta de diatomáceas de marismas e Wetzel *et al.* (2012), que relacionaram o decréscimo da similaridade com o *turnover* e o aninhamento de espécies. Além destes, Schneck, Schwarzbald e Melo (2011) avaliaram a influência da heterogeneidade do substrato sobre a composição das assembleias algais bentônicas. Porém, estes e outros estudos foram, na grande maioria, realizados em ambientes lóticos. No estado do Paraná, também existem poucos estudos com algas epifíticas em ambientes lênticos, como reservatórios (CETTO *et al.*, 2004; BERTOLLI, TREMARIN E LUDWIG, 2010).

Assim, propõe-se investigar a variação espacial e temporal da biodiversidade das assembleias de diatomáceas epifíticas em reservatórios de abastecimento da sub-bacia do rio Iguaçu, na região metropolitana da cidade de Curitiba, Paraná. Esta proposta baseia-se na hipótese de que há variação espacial e temporal significativa na composição de diatomáceas epifíticas entre os reservatórios, heterogêneos principalmente em relação ao estado trófico. Além disso, a variação entre reservatórios (diversidade beta) deve ser o principal componente da diversidade gama, quando comparado com a variação dentro do reservatório e com a diversidade local da unidade amostral. Ainda, a importância do *turnover* e do aninhamento dentro e entre reservatórios pode variar. Por um lado, pode haver maior importância de aninhamento na diversidade beta dentro e entre reservatórios, se os impactos ambientais relacionados à trofia sobrepujam às respostas das espécies às condições ambientais. Porém, as diferenças ambientais não relacionadas ao impacto de eutrofização também podem ser importantes para explicar a diversidade beta dentro e entre reservatórios; conseqüentemente, a variação entre comunidades seria explicada por *turnover*.

3.1 OBJETIVOS

3.1.1 Objetivo Geral

Descrever e explicar a variação na biodiversidade de espécies de diatomáceas epifíticas em dois reservatórios em diferentes escalas espaciais e temporais.

3.1.2 Objetivos específicos

- Verificar se há variação significativa das comunidades entre reservatórios e períodos de amostragem.
- Particionar a diversidade gama, em diferentes períodos de amostragem, entre componentes de diversidade local (alfa), variação dentro de reservatórios (beta 1 e 2) e variação entre reservatórios (beta 3).
- Determinar se a variação nas assembleias de diatomáceas dentro e entre reservatórios é gerada por *turnover* e/ou aninhamento.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Área de estudo

O reservatório do Piraquara II foi formado pelo barramento do rio Piraquara e está localizado no município de Piraquara, estado do Paraná (FIGURA 1) (SILVA, 2009). É caracterizado por apresentar área de 5,64 km², profundidade média de 3,28 m, tempo de residência 75 dias, área de drenagem de 58 km² e cerca de 21 milhões de metros cúbicos de água (BITTENCOURT; GOBBI, 2006). Segundo EIA/Rima (2000), o rio Piraquara encontra-se em processo moderado de eutrofização, provavelmente pela contaminação de ambientes adjacentes. Está localizado em uma área predominantemente rural, podendo ocorrer interferência no corpo hídrico por poluição difusa (BITTENCOURT; GOBBI, 2006).

O reservatório do Iraí, formado pelo barramento do rio Iraí, está localizado entre os municípios de Pinhais-PR, Quatro Barras e Piraquara (FIGURA 1) e foi inundado em 2000. Apresenta uma área de 113km², área inundada de 15 km², com tempo de residência médio de 312 dias e profundidade média de 4,7 (BOLLMANN; CARNEIRO; PEGORINI, 2005). Recebe contribuição de quatro rios, Curralinho, Cerrado, Timbú e Canguiri, além do próprio rio Iraí, e ocorre uma alta carga de efluentes domésticos, industriais e agropecuários, sendo o reservatório considerado eutrófico (COBRAPE, 2000; CETTO *et al.*, 2004, RODRIGUES, *et al.*, 2005).

De acordo com o relatório da Qualidade das Águas de rios realizado pelo IAP (2009b) no período de 2005 a 2009, os rios que deságuam no reservatório do Iraí são classificados como: i) poluído (Classe III-IV) - Rio Curralinho, com histórico de declínio progressivo da qualidade d'água; ii) Poluído (Classe IV) - Rio Timbú e Rio Canguiri.

O rio Timbú é classificado como a principal fonte de lançamentos de esgotos domésticos e outros materiais orgânicos, contribuindo para a alta degradação do reservatório. Segundo Andreoli e Carneiro (2005), o rio Timbú contribui em 80% a 90% do total de compostos nitrogenados e fosfatados transportados para o reservatório. Após este, há maior contribuição para degradação do rio Curralinho, seguido pelo rio Canguiri e pelo rio Cercado.

As Diatomáceas epifíticas foram coletadas em diferentes pontos de amostragem dos reservatórios Piraquara II e do Iraí (FIGURA 1). Estes reservatórios estão inseridos em áreas de proteção ambiental (APA) na bacia hidrográfica do Iguaçu, localizados na região metropolitana de Curitiba, Paraná. Os reservatórios diferem principalmente em relação ao seu estado de degradação: o complexo de reservatórios (Piraquara I e II) onde está inserido o reservatório Piraquara II é considerado “Moderadamente Degradado” e o reservatório do Iraí é considerado “Criticamente Degradado a Poluído” segundo a classificação do Índice de Qualidade da Água dos reservatórios (IQAr 1999 - 2008), realizado pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP, 2009a). Segundo dados não publicados (2013 - 2014), cedidos pela Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar), dentro do reservatório Piraquara II há áreas com diferentes condições tróficas variando desde oligotróficas à

mesotróficas. Há também variação espacial dentro do reservatório do Iraí, no qual o nível de trofia varia de oligotrófico a eutrófico dependendo da região (TABELA 3). De forma geral, no entanto, o reservatório do Iraí pode ser considerado com maior nível de trofia em relação ao reservatório Piraquara II (SILVA *et al.*, 2014).

TABELA 3. ÍNDICE DO ESTADO TRÓFICO (IET) DOS RESERVATÓRIOS DO IRAÍ E PIRAQUARA II NO OUTONO (ABRIL\2013 E JUNHO\2013) E PRIMAVERA (NOVEMBRO\2013).

| | Timbú | Iraí - Canguiri | Iraí - Curral | Iraí - Reservatório | Piraquara II P302 | Piraquara II P120 | Piraquara II P300 |
|-----------|-------|-----------------|---------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Outono | Meso | Eut | Olig | Meso | Olig | Meso | Meso |
| Primavera | Eut | Meso | Olig | Meso | Olig | Meso | Meso |

Fonte: Sanepar (2014).

Curral = Rio Curralinho/ P302, P120 e P300 = Pontos definidos pela Sanepar dentro do Reservatório Piraquara II.

Meso= Mesotróficos; Eut = Eutrófico; Olig = Oligotrófico

3.2.2 Amostragem das Macrófitas, Diatomáceas e Variáveis Abióticas.

Caules de macrófitas aquáticas emergentes (*Polygonum hydropiperoides* Michaux, Polygonaceae e *Ludwigia peruviana* (L.) H. Hara, Onagraceae) e anfíbia (*Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb., Amaranthaceae) foram coletados de acordo com a incidência e disponibilidade dos substratos nos dois reservatórios (TABELA 2), semestralmente durante o ano de 2013 (outono e primavera). No reservatório Iraí, as comunidades foram sempre amostradas da macrófita *A. philoxeroides*, (TABELA 2). Porém, no reservatório Piraquara II três espécies de macrófitas aquáticas foram amostradas (TABELA 2).

Não foi possível padronizar a coleta de um mesmo substrato em diferentes regiões dos dois reservatórios nos períodos amostrados. Dessa forma, não se pode excluir um possível efeito do substrato nas diferenças espaciais e temporais nas comunidades de diatomáceas epifíticas. Optou-se por assumir essa limitação, pois era a única estratégia viável para comparar as variações das comunidades dentro e entre reservatórios nos períodos amostrados, considerando também que este fato pode ocorrer em ambientes com diferentes estados tróficos (SILVA *et al.*, 2014).

Com o objetivo de abranger a região da barragem e locais à montante, que sofrem influência dos rios que deságuam no reservatório, seis unidades

amostrais (réplicas) foram selecionadas em cada reservatório e as coletas realizadas em tréplica (pseudoréplicas) totalizando 18 amostras em cada reservatório no outono e na primavera (FIGURA 1).

Macrófitas em estágio adulto com folhas não senescentes foram amostradas, de maneira que a parte do caule coletada estivesse cerca de 20 centímetros de profundidade da superfície da água. Foram cortados de nove a 12 fragmentos, entre os entrenós, medindo aproximadamente sete centímetros de comprimento cada um, sendo diretamente acondicionados em frascos contendo solução de Transeau (BICUDO; MENEZES, 2006).

A transparência da coluna da água (m, disco de Secchi) e o pH (medidor de pH CONSORT C535) e a temperatura da água (°C, termômetro Incoterm), foram estimadas em campo, unicamente com o objetivo de caracterizar os locais de amostragem (FIGURA 1). Alíquotas de água (1000 mL), para a determinação da clorofila *a* (APÊNDICE 1), também foram obtidas em réplicas próximas às estações de coleta para caracterização ambiental dos locais de amostragem. As alíquotas permaneceram acondicionadas em frascos escuros e opacos mantidas em gelo até serem filtradas em filtros de fibra de vidro com auxílio de bomba a vácuo. As amostras filtradas foram mantidas congeladas, durante dois dias, até o procedimento da extração da clorofila *a*. Para a extração da clorofila-*a*, os filtros foram macerados e deixados sob refrigeração por 24 horas com acetona 90% em tubos individuais. Posteriormente, as amostras foram centrifugadas a 4000 rpm durante 15 minutos, o sobrenadante foi reservado e a absorbância foi medida em espectrofotômetro Hitachi 2001. As concentrações de clorofila-*a*, foram calculadas segundo Jeffrey e Humphrey (1975).

Foram utilizadas estimativas de nitrogênio total (mg/L), fósforo total (mg/L), pH, turbidez (NTU), DQO (mg/L), oxigênio dissolvido (mg/L), sólidos dissolvidos (mg/L), fornecidas pela Sanepar para caracterização dos ambientes, assim como o Índice de Estado Trófico (Lamparelli, 2004), para alguns pontos dentro de cada reservatório (TABELAS 3, 4 e APÊNDICE 1).

TABELA 4. VALORES MÉDIOS DOS DADOS ABIÓTICOS DOS RESERVATÓRIOS DO IRAÍ E PIRAQUARA II FORNECIDOS PELA SANEPAR

| Varáveis Abióticas | Iraí (Outono) | Iraí (Primavera) | Piraquara II (Outono) | Piraquara II (Primavera) |
|-----------------------|------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------------|
| OD (mg/L) | 6,3 | 6,04 | 6,7 | 7,2 |
| *Secchi (m) | 0,8 | 1,2 | 2,7 | 1,4 |
| *pH | 7,3 | 7,27 | 6,8 | 7,0 |
| *Temperatura (°C) | 21 | 25 | 20 | 23 |
| DQO (mg/L) | 12,0 | 8,25 | 12,8 | 12,7 |
| N total (mg/L) | 2,5 | 2,2 | 1,4 | 0,05 |
| P total (mg/L) | 0,1 | 0,08 | 0,025 | 0,025 |
| Sol. Diss (mg/L) | 74,7 | 69,33 | 46 | 35 |
| Turbidez (NTU) | 11,1 | 11,23 | 2,95 | 3,6 |

* Dados abióticos coletados no momento da amostragem.

Fonte: Sanepar (2014).

3.2.3 Preparação das amostras de diatomáceas epifíticas

As amostras com diatomáceas epifíticas foram obtidas através da raspagem dos caules das macrófitas aquáticas com lâminas de aço envolvidas por papel alumínio e jatos da solução Transeau da própria amostra. Subamostras de 10 mL foram tratadas pela técnica de Simonsen (1974), modificada por Moreira-Filho e Valente-Moreira (1981), utilizando-se KMnO_4 (permanganato de potássio) e HCl (ácido clorídrico) no processo de oxidação da matéria orgânica. Lâminas permanentes foram montadas com volume conhecido (0,5 mL) das subamostras oxidadas, utilizando Naphrax® como meio de inclusão. Para a identificação das espécies e contagem das valvas foi utilizado microscópio de luz Olympus CH-2.

3.2.4 Análise quantitativa das comunidades de diatomáceas

A identificação das espécies de diatomáceas foi baseada em literatura clássica e recente como, Patrick e Reimer (1966), Krammer e Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b), Metzeltin e Lange-Bertalot (1998, 2007), Metzeltin, Lange-Bertalot e García-Rodríguez (2005), Lange-Bertalot, Bak e Witkowski

(2011) e Siver e Hamilton (2011). Amostras e lâminas permanentes foram depositadas no Herbário da Universidade Federal do Paraná (UPCB).

A contagem das valvas nas lâminas permanentes foi realizada utilizando como base o índice de rarefação de espécies (SANDERS, 1968), no qual o critério de parada foi determinado em 20 campos sem que nenhuma espécie nova fosse registrada. A utilização desse índice foi necessário, para padronizar o tamanho das amostras com base no número de indivíduos, indicando o número espécies observado nas amostras.

As valvas quebradas com mais 50% de sua superfície e passível de identificação foram quantificadas. Para estimar uma eficiência não inferior a 80% de confiabilidade de contagem, baseou-se em Pappas e Stoermer (1996). As densidades (APÊNDICE 2) dos táxons por cm^2 foram calculadas segundo Battarbee (1986) como segue:

$$D = Nv * A1/Nc * Ac * Va/Vs * Vf/-Vo * 1/Ar$$

Onde:

D = Densidade (valvas/ cm^2)

Nv = número de valvas contadas

A1 = área da lamínula (cm^2)

Nc = número de campos contados

Ac = área do campo (cm^2)

Va = volume total da amostra (ml)

Vs = volume da subamostra utilizada na oxidação (ml)

Vf = volume da subamostra após a oxidação (ml)

Vo = volume de amostra oxidada utilizado para cobrir a lamínula (ml)

Ar = área do substrato raspado (cm^2)

3.2.5 Análise dos dados

Foram utilizados testes *t* pareados para verificar as variações temporais (entre outono e primavera) em cada reservatório; e testes *t* não pareados para avaliar diferenças entre reservatórios (Piraquara II e Iraí) e em cada período de amostragem, na riqueza e densidade de espécies das comunidades de diatomáceas. Nesse caso, as três pseudoréplicas de cada

ponto de amostragem (veja amostragem acima) foram sumarizadas em um único valor por ponto de amostragem (réplicas).

A análise de variância permutacional multivariada (PERMANOVA, ANDERSON, 2001) foi utilizada para verificar se houve diferença nas composições de diatomáceas dentro dos reservatórios, entre reservatórios e entre períodos. Para isso, uma matriz de densidade relativa de espécies com as pseudoréplicas foi utilizada, com os dados log transformados [$\log(x+1)$], e testada com 999 permutações. O fator unidade amostral foi aninhado dentro dos fatores reservatórios e períodos para avaliar se houve variação significativa das composições dentro dos reservatórios. Os fatores reservatórios e períodos foram cruzados para verificar se a diferença entre reservatórios foi dependente do período e vice-versa. Foi aplicado a Análise de Coordenadas Principais (PCoA), utilizando o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis (BRAY; CURTIS, 1957) para visualizar as diferenças indicadas na PERMANOVA.

A identificação de espécies indicadoras de cada reservatório, em cada período, foi realizada pela análise de espécies indicadoras (*IndVal*, DUFRENE; LEGENDRE, 1997) para caracterizar as diferenças indicadas na PERMANOVA. Baseado nos dados de densidade e frequência de ocorrência, o *Indval* fornece um valor indicador que é composto pela fidelidade e especificidade de cada espécie para cada reservatório (DUFRENE; LEGENDRE, 1997). Tal valor indicador tem uma significância calculada a partir de 999 permutações, na qual as espécies podem ocorrerem em qualquer um dos pontos de amostragem. Assim, espécies que ocorrem comumente em um reservatório e em todos os pontos desse reservatório são consideradas bioindicadoras do ambiente em um determinado período (DUFRENE; LEGENDRE, 1997).

A diversidade gama, referente à diversidade total das diatomáceas dos dois reservatórios em um período, foi particionada em componentes em diferentes escalas espaciais hierárquicas através da Partição Aditiva (McARTHUR; RECHER; CODY, 1966; ALLAN, 1975; CRIST *et al.*, 2003). Nesse caso, a riqueza média das espécies entre pseudoréplicas de cada ponto de amostragem foi considerada como a diversidade alfa. A variação da diversidade entre pseudoréplicas de um ponto de amostragem foi consideradas

como a diversidade beta1, um componente que se refere à variação local das diatomáceas em um mesmo ponto de amostragem. A variação da diversidade entre pontos de amostragem de um mesmo reservatório foi considerada o componente beta 2, que indica variação em uma escala espacial maior, mas ainda restrita a variação espacial dentro de um reservatório. Por fim, a variação entre reservatórios foi considerada o componente beta 3, que significa a variação em maior escala espacial, supostamente o componente mais importante da diversidade gama (FIGURA 347). Essa partição foi realizada para cada período de amostragem, com objetivo de avaliar se houve variação temporal na importância dos componentes da diversidade gama.

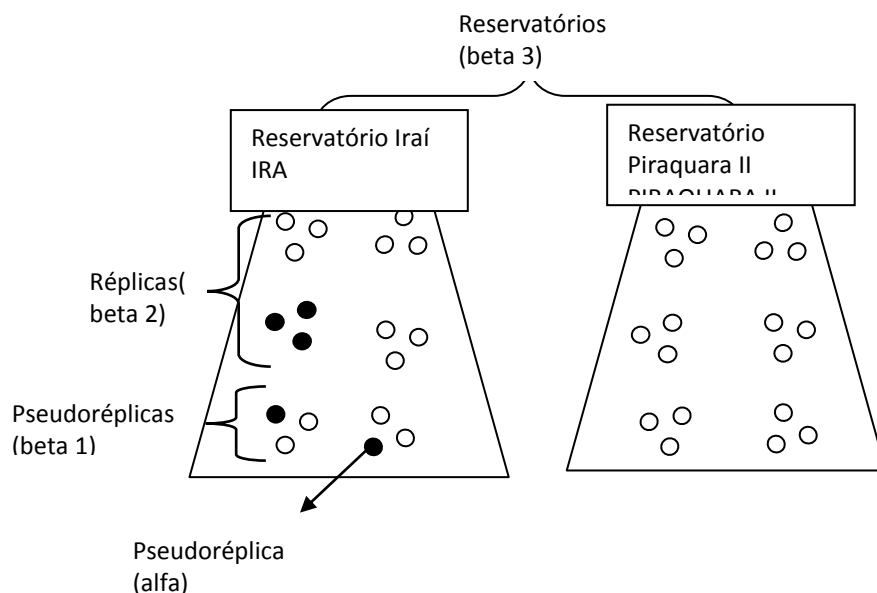


FIGURA 347. ESQUEMA DA PARTIÇÃO DA DIVERSIDADE GAMA.

Os valores dos componentes alfa e beta observados são dependentes do número de espécies e do tamanho da unidade amostral, da distância entre eles e da dissimilaridade das condições ambientais (SCHMERA; ERÕS, 2008). Portanto, um modelo nulo foi utilizado, que pressupõem uma distribuição estocástica das espécies em cada local, para obter uma avaliação adequada e a importância de cada componente avaliado. Por exemplo, um determinado componente pode ser maior, em termos absolutos do que outro, mas não diferir do que já seria esperado pelo modelo nulo (FLACH; OZORIO, MELO, 2012). O modelo nulo utilizado para Partição Aditiva foi proposto por Crist *et al.* (2003) e consiste na distribuição randômica dos indivíduos entre todas as unidades

amostrais anulando a obiquidade da agregação intraespecífica observada em comunidades. Com os resultados das randomizações em uma perspectiva nula, calculam-se quantas vezes o valor do componente observado nos dados originais é maior do que os valores obtidos nas randomizações. Se poucas randomizações geraram valores maiores do que o esperado, conclui-se que o valor do componente observado é significativamente maior do que seria esperado. Por outro lado, se muitas randomizações geraram valores maiores do que o esperado, conclui-se que o valor do componente observado é significativamente menor do que seria esperado. Assim, para cada componente, foi indicada a proporção (p) na qual os valores observados são menores do que seria esperado pelo modelo nulo. Se $p < 0,001$, por exemplo, indica que menos do que uma randomização gera um valor maior do que o observado com os dados originais; e se $p > 0,999$, em mais de 999 de 1000 permutações há valores gerados aleatoriamente maiores do que o observado com dados originais.

Por fim, a diversidade beta foi dividida em componentes de *turnover* e aninhamento, através do índice de similaridade de Sorensen de acordo com a metodologia apresentada em Baselga (2010). Nesse caso, β_{sor} (diversidade total) é dividido em β_{sim} (*turnover*) e β_{nes} (aninhamento) e foi aplicado para a diversidade beta entre pseudoréplicas, entre os pontos de amostragem e entre os reservatórios. No primeiro caso, foram geradas 24 divisões (seis divisões para cada reservatório em cada período) e no segundo, quatro (uma divisão por reservatório por período). Nesses dois casos, foi aplicado um teste t pareado para avaliar se há maior importância do *turnover* ou aninhamento para compor a diversidade beta entre pseudoréplicas e réplicas, respectivamente. No terceiro caso, há somente duas divisões (uma divisão por período), o que impede aplicar algum teste, e apenas uma interpretação individual foi realizada.

Todas as análises foram realizadas em ambiente R (CORE TEAM, 2010) a partir dos pacotes "*vegan*" (OKSANEN *et al.*, 2011; função *adonis* e *adipart*), "*labdsv*" (ROBERTS, 2012; função *Indval*) e "*betapart*" (BASELGA *et al.*, 2013; função *beta.multi*), para a obtenção dos resultados da PERMANOVA e da partição aditiva da diversidade, da análise de espécie indicadora e divisão da diversidade beta em *turnover* e aninhamento, respectivamente.

3.3 RESULTADOS

3.3.1 Riqueza de espécies

Um total de 174 táxons infra-genéricos de diatomáceas foi registrado nos reservatórios. A riqueza de espécies foi equivalente nos dois reservatórios, Piraquara II (134 espécies) e Iraí (134 espécies). No entanto, diferença significativa na riqueza entre reservatórios não foi constatada nos distintos períodos analisados (TABELA 5 e APÊNDICE 3). Variação sazonal foi detectada no reservatório Piraquara II, em que na primavera ocorreu a maior riqueza de espécies (TABELA 5, FIGURA 348).

TABELA 5. RESULTADO DO TESTE *t* PARA A RIQUEZA DE ESPÉCIES EM CADA RESERVATÓRIO ENTRE PERÍODOS E EM CADA PERÍODO SAZONAL ENTRE RESERVATÓRIOS.

| RIQUEZA | <i>t</i> | <i>g.l</i> | <i>P</i> |
|---------|----------|------------|----------|
| RITs | -1,69 | 5 | 0,150 |
| RPTs | 6,17 | 5 | 0,002 |
| RsTO | 2,11 | 10 | 0,061 |
| RsTP | -0,06 | 10 | 0,949 |

RITs: Reservatório Iraí entre Outono e Primavera; RPTs: Reservatório Piraquara II entre Outono e Primavera; RsTO: Reservatório Iraí e Piraquara II no Outono; RsTP: Reservatório Iraí e Piraquara II na Primavera.

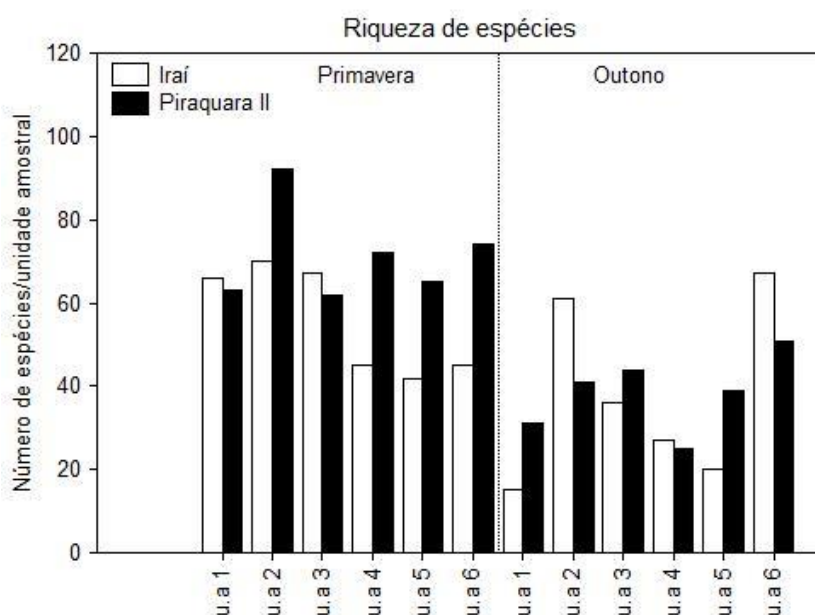


FIGURA 348. NÚMERO DE ESPÉCIES POR UNIDADE AMOSTRAL NO RESERVATÓRIO DO IRAÍ E PIRAQUARA II NOS DOIS PERÍODOS.

3.3.2 Densidade de espécies

O reservatório de Iraí apresentou grande variação dos valores de densidade entre as unidades amostrais nos diferentes períodos sazonais em relação ao reservatório de Piraquara II, que possuiu na primavera os maiores valores de densidade (FIGURA 349 e APÊNDICE 2). O teste *t* pareado, para a diferença na densidade de espécies de diatomáceas epifíticas entre períodos em cada reservatório, foi significativo somente para o reservatório Piraquara II, onde houve maior densidade na primavera (TABELA 6). Os testes *t*, considerando possíveis diferenças entre reservatórios para cada período não foram significativos, indicando que as densidades de diatomáceas não diferem entre reservatórios nos distintos períodos (TABELA 6).

TABELA 6. RESULTADO DO TESTE *t* PARA A DENSIDADE EM CADA RESERVATÓRIOS ENTRE PERÍODOS E EM CADA PERÍODO AMOSTRAL ENTRE RESERVATÓRIOS.

| DENSIDADE | <i>t</i> | <i>g.l.</i> | <i>P</i> |
|-----------|----------|-------------|----------|
| RITs | -0,81 | 5 | 0,455 |
| RPTs | 6,83 | 5 | 0,001 |
| RsTO | -1,34 | 10 | 0,234 |
| RsTP | -2,10 | 10 | 0,089 |

RITs: Reservatório Iraí entre Outono e Primavera; RPTs: Reservatório Piraquara II entre Outono e Primavera; RsTO: Reservatório Iraí e Piraquara II no Outono; RsTP: Reservatório Iraí e Piraquara II na Primavera.

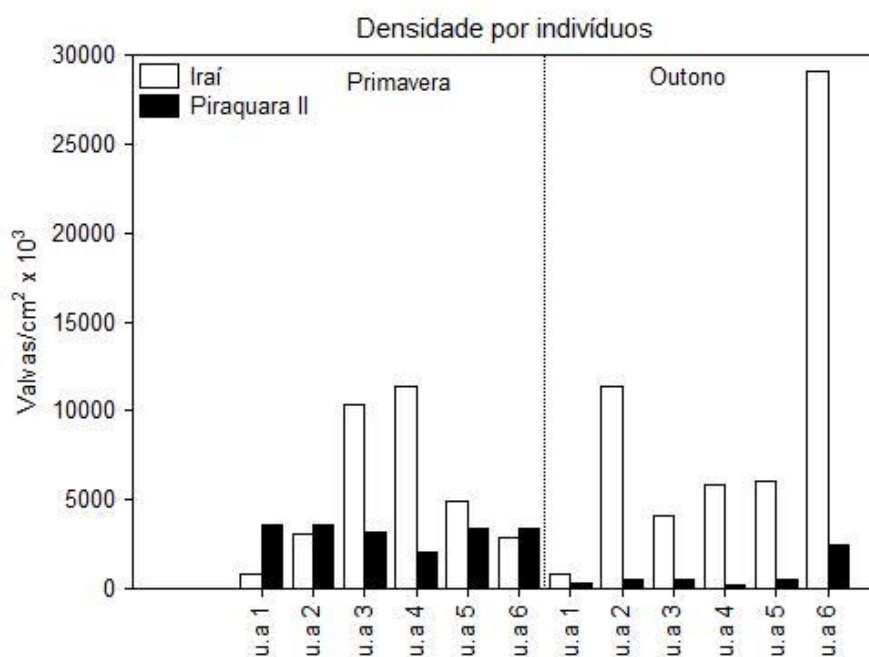


FIGURA 349. DENSIDADE DE INDIVÍDUOS (VALVAS POR CM²) NOS RESERVATÓRIOS DO IRAÍ E DO PIRAQUARA II, POR UNIDADE AMOSTRAL, DURANTE DIFERENTES PERÍODOS SAZONAIS EM 2013.

3.3.3 Diversidade da comunidade de diatomáceas epifíticas.

O resultado da análise da Permanova demonstrou variação na flora de diatomáceas dentro e entre reservatórios dependendo do período amostral (TABELA 7). Além disso, ocorreu variação entre as unidades amostrais de cada reservatório, visto que o efeito da unidade amostral aninhado nos dois outros fatores também foi significativo. Assim, esses resultados indicam que a flora de diatomáceas epifíticas possui elevada variabilidade espacial e, para cada reservatório, elevada variação temporal. O diagrama da análise de coordenadas principais (PCoA) evidencia que a diferença mais evidente ocorreu na Primavera entre os reservatórios (FIGURA 350). Esse período apresentou maior variação na composição de espécies nos dois reservatórios, como sugerido pela maior dispersão de pontos no espaço multivariado. A variação entre períodos na composição de espécies, apesar de existir nos dois reservatórios, foi mais conspícua no reservatório do Iraí. Este reservatório apresentou a maior variação na composição em ambos os períodos.

TABELA 7. RESULTADOS DA PERMANOVA ENTRE OS RESERVATÓRIOS DURANTE OS PERÍODOS AMOSTRAIS.

| PSEUDORÉPLICAS | F | R2 | P (>F) |
|---------------------------|------|-------|--------|
| Reservatório | 9,74 | 0,102 | 0,001 |
| Período | 9,73 | 0,101 | 0,001 |
| Período: Reservatório | 4,91 | 0,051 | 0,001 |
| UA (Período:Reservatório) | 4,55 | 0,047 | 0,001 |
| Resíduos | | 0,698 | |

U.A = Unidades amostrais aninhadas dentro de cada reservatório e período.

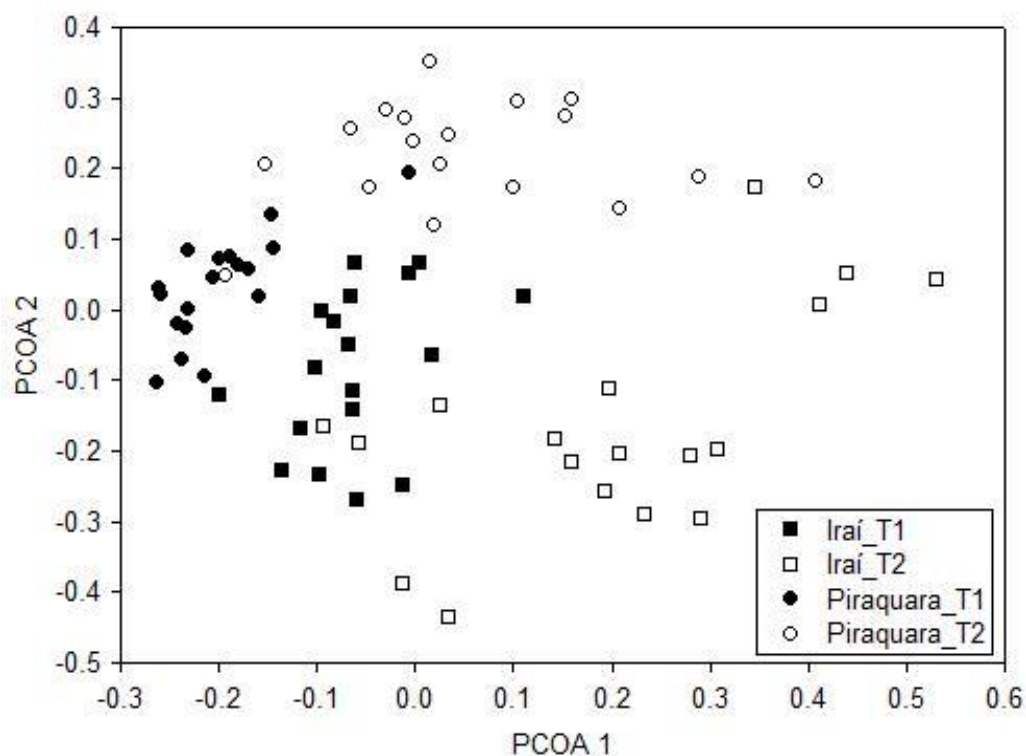


FIGURA 350. DIAGRAMA DE DISPERSÃO DA ANÁLISE DE COORDENADAS PRINCIPAIS (PCA) DOS RESERVATÓRIOS DE PIRAQUARA II E DO IRAÍ DURANTE O OUTONO (T1) E A PRIMAVERA (T2) EM RELAÇÃO A COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES DE DIATOMÁCEAS.

Possíveis espécies indicadoras das condições ambientais de cada reservatório foram apontadas pelo resultado da análise de espécies indicadoras (*IndVal*). No reservatório do Iraí, cinco espécies apresentaram valores indicadores elevados, sendo duas espécies no outono e três na primavera. No reservatório Piraquara II, nove espécies apresentaram elevados valores indicadores, sendo oito no outono e uma na primavera (TABELA 8).

TABELA 8. ESPÉCIES DE DIATOMÁCEAS INDICADORAS DO RESERVATÓRIO DO IRAÍ E PIRAQUARA II EM CADA PERÍODO SAZONAL. TODOS OS VALORES INDICADORES (VI) APRESENTADOS POSSUÍRAM NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA < 0,05.

| Reservatório-Período | Espécies | VI |
|-----------------------|--|------|
| Iraí – Outono | <i>Fragilaria parva</i> (Grunow) Tuji & Williams | 0,61 |
| Iraí – Outono | <i>Achnanthyidium caledonicum</i> (Lange-Bertalot) Slate & Stevenson | 0,56 |
| Iraí – Primavera | <i>Achnanthyidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki | 0,66 |
| Iraí – Primavera | <i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton | 0,60 |
| Iraí – Primavera | <i>Asterionella formosa</i> Hassal | 0,58 |
| Piraquara II – Outono | <i>Encyonema neogracile</i> Krammer | 0,52 |
| Piraquara II – Outono | <i>Achnanthyidium macrocephalum</i> (Hustedt) Round & Bkhtiyarova | 0,55 |
| Piraquara II – Outono | <i>Eunotia neocompacta</i> Mayama & Kawashima | 0,56 |
| Piraquara II – Outono | <i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen var. | 0,65 |

| | | |
|--------------------------|--|------|
| | <i>granulata</i> | |
| Piraquara II – Outono | <i>Fragilaria tenera</i> (W. Smith) Lange-Bertalot | 0,70 |
| Piraquara II – Outono | <i>Discostella stelligera</i> (Cleve et Grunow) Houk & Klee | 0,70 |
| Piraquara II – Outono | <i>Eunotia</i> sp. (pleurais) | 0,72 |
| Piraquara II – Outono | <i>Aulacoseira tenella</i> (Nygaard) Simonsen | 0,82 |
| Piraquara II – Primavera | <i>Achnanthisidium eutrophilum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot | 0,58 |

De acordo com os resultados da partição de diversidade gama nos componentes da diversidade, ambos os períodos apresentaram o mesmo padrão. Ocorreu maior diversidade alfa e beta 3, e menor diversidade beta 1 e beta 2 do que o esperado pelo modelo nulo (FIGURA 351). Em termos absolutos, a diversidade beta 2 foi o maior componente, apesar de esse maior valor ser menor do que o esperado se a ocorrência das espécies é aleatorizada.

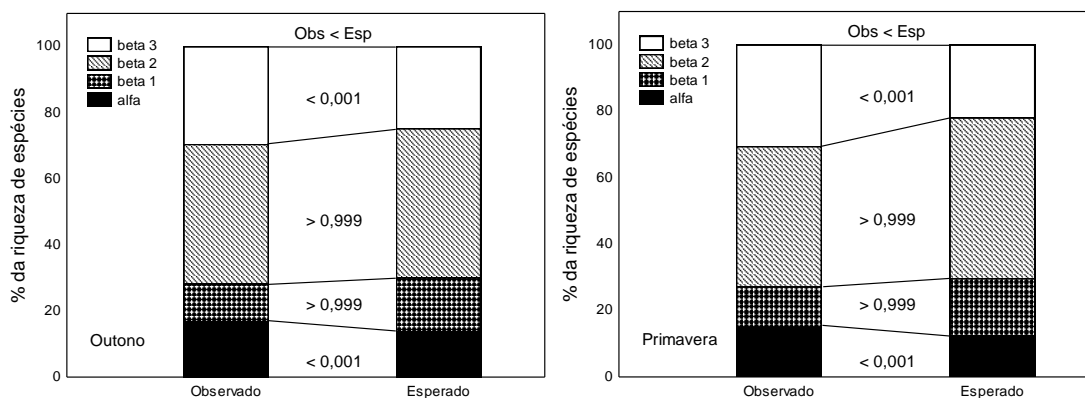


FIGURA 351. PARTIÇÃO ADITIVA DA DIVERSIDADE PARA OS DOIS PERÍODOS SAZONAIS MOSTRANDO A IMPORTÂNCIA DE CADA COMPONENTE DA DIVERSIDADE GAMA E A COMPARAÇÃO COM O MODELO NULO. A PROPORÇÃO MOSTRADA INDICA A PROBABILIDADE DE O COMPONENTE OBSERVADO SER MENOR DO QUE O ESPERADO

No fracionamento da riqueza de espécies em *turnover* e aninhamento, observou-se significativamente maior contribuição de *turnover* em relação ao aninhamento entre pseudoréplicas e entre réplicas, segundo testes *t* pareados (FIGURA 352). Também foi possível notar maior *turnover* em relação ao aninhamento para a variação entre reservatórios em ambos os períodos amostrados (FIGURA 353, APÊNDICE 4). Entretanto, a importância de *turnover* em relação ao aninhamento diminuiu quando a variação temporal é considerada, principalmente no reservatório Piraquara II (FIGURA 353), porém não podemos descartar a influência do substrato nesse reservatório.

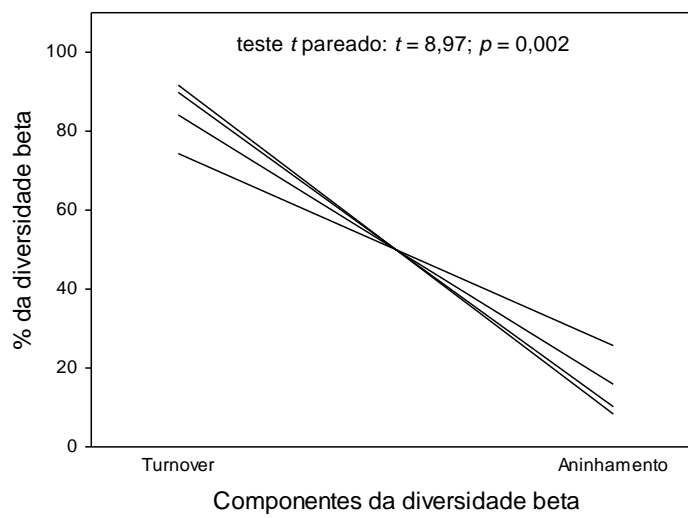
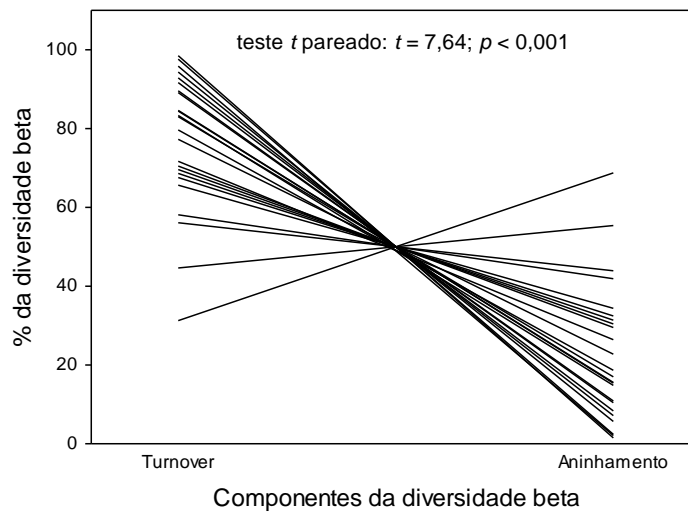


FIGURA 352. PORCENTAGEM DA DIVERSIDADE BETA ENTRE PSEUDORÉPLICAS (ACIMA) E ENTRE RÉPLICAS (ABAIXO) DEVIDO AO TURNOVER E ANINHAMENTO. RESULTADOS DO TESTE T PAREADO ESTÃO MOSTRADOS NO GRÁFICO.

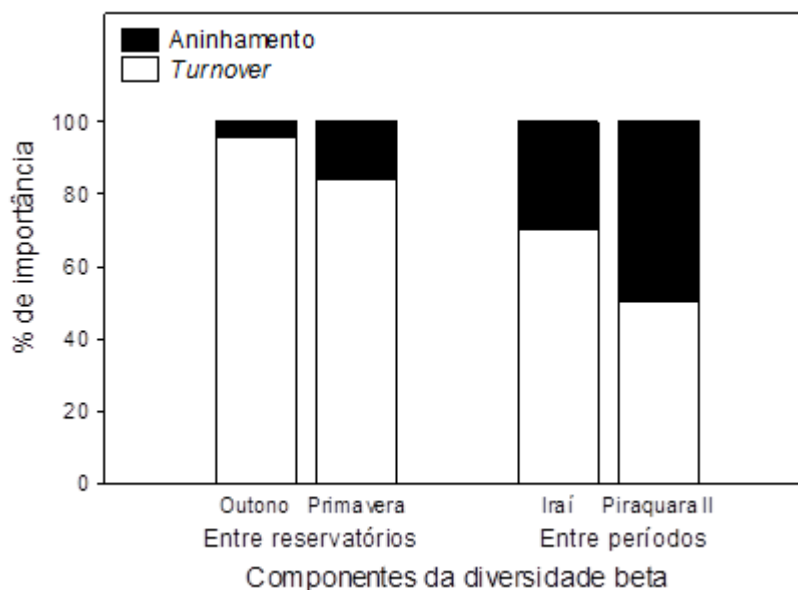


FIGURA 353. PORCENTAGEM DA DIVERSIDADE BETA ENTRE RESERVATÓRIO (PARA CADA PERÍODO) E ENTRE PERÍODOS (PARA CADA RESERVATÓRIO) DEVIDO AO TURNOVER E ANINHAMENTO.

3.4 DISCUSSÃO

Houve uma clara separação espacial, assim como também ocorreu variação temporal na composição de espécies em pelo menos um dos reservatórios, bem como em métricas de biodiversidade (como densidade total e riqueza de espécies de diatomáceas epifíticas). A variação espacial e temporal é comumente encontrada em comunidades de diatomáceas perifíticas, ressaltando-se a relevância desse grupo para investigações sobre a resposta das comunidades ecológicas aos gradientes ambientais (MATILLA; RÄISÄNEN, 1998; SOININEN; PAAVOLA; MUOTKA, 2004; HEINO; SOININEN, 2010; TANIWAKI *et al.*, 2013; RIMET; BOUCHEZ; MONTUELLE, 2015).

A despeito da variação espacial, foi possível notar que a composição de espécies no reservatório do Iraí apresentou-se muito mais variável em ambos os períodos quando comparada com a do reservatório Piraquara II. Visto que o reservatório de Iraí tem claramente maior nível de trofia em relação a este último, esse resultado pode ser explicado por uma possível relação

positiva entre produtividade e diversidade beta das comunidades (CHASE; RYBERG, 2004; CHASE, 2010; BINI *et al.*, 2014). De fato, segundo Moschini-Carlos (1999), em locais com alto nível de nutrientes pode ocorrer uma rápida e nova colonização, que ocasiona mudanças na composição de espécies das comunidades algais perifíticas. Nessas condições, há menor exclusão competitiva devido à baixa limitação de recursos, proporcionando maior heterogeneidade biótica (CARDINALE, 2011). É importante ressaltar que a maior variação na composição de espécies foi registrada justamente no reservatório do Iraí, onde o substrato amostrado foi uma única espécie de macrófita (*Althernanthera philoxeroides*). Essa circunstância sugere que, o efeito do substrato na composição de diatomáceas epifíticas é menos importante do que o efeito de outros processos ecológicos, como a eutrofização. Entretanto, ressalta-se que a contribuição relativa da identidade dos substratos e outros mecanismos ecológicos devem ser simultaneamente avaliados em estudos futuros.

Nesse contexto, os resultados indicam que a diferença florística de diatomáceas entre os dois reservatórios estudados, em ambos os períodos amostrais, provavelmente foi influenciada pelas diferenças ambientais existentes entre os reservatórios, principalmente aquelas relacionada ao estado trófico (SANEPAR, 2000; SILVA *et al.* 2014). Dessa forma, sugere-se fortemente que, em reservatórios urbanos, o nível de trofia da coluna da água seja um dos principais determinantes da composição de diatomáceas epifíticas. Em um estudo prévio nos mesmos reservatórios, também foi sugerido que o nível de trofia do corpo aquático determinou a composição de plantas aquáticas (SILVA *et al.*, 2014).

Para diatomáceas, as espécies indicadoras dos reservatórios também são tipicamente tolerantes a condições ambientais de alta e baixa trofia. No presente estudo, espécies de *Eunotia*, *Aulacoseira* e *Discostella stelligera* foram apontadas como indicadoras do reservatório Piraquara II, que comparativamente possuiu menor nível de trofia do que o Iraí. De fato, a maioria das espécies de diatomáceas do gênero *Eunotia* é típica de ambientes oligotróficos (HEINO; SOININEN, 2005; FARIA; TREMARIN; LUDWIG, 2010), assim como *Discostella stelligera* (VAM DAM; MERTENS; SINKELDAM, 1994).

Porém, algumas espécies como *Aulacoseira granulata* classificadas como indicadoras de ambientes eutróficos (VAM DAM; MERTENS; SINKELDAM, 1994; PONADER; CHARLES; BELTON, 2007), também são encontradas em ambientes oligotróficos (HEINO; SOININEN, 2005). Tais divergências podem estar relacionadas amplitude de tolerância ambiental ou ainda na falta de consenso nas identificações das diatomáceas. Nesse sentido, *Aulacoseira tenella* apresentou o maior valor de indicação ambiental para o reservatório com baixa trofia. Esta espécie é comumente encontrada em ambientes oligotróficos à mesotróficos, com pH ácido a básico, similar à condição apresentadas no reservatório Piraquara II (CAMBURN; KINGSTON, 1986; SIVER; KLING, 1997; TREMARIN, 2012). *Eunotia neocompacta*, outra espécie apontada como indicadora de baixa trofia no presente estudo, representa um caso especial devido ao fato de que foi encontrada em apenas uma réplica, o que matematicamente resulta em alta especificidade. Por outro lado, algumas espécies apontadas como indicadoras de baixa trofia no presente estudo apresentam incongruências com o descrito na literatura. Por exemplo, espécies do gênero *Achnanthisdium* são tipicamente apontadas como tolerantes a condições eutróficas (POTAPOVA; HAMILTON, 2007). Porém, *A. eutrophilum* e *A. macrocephalum* foram consideradas típicas do reservatório de baixa trofia no presente estudo. Isso pode ser explicado pelo fato de que algumas espécies desse gênero podem ocorrer ambientes pobres em nutriente e ligeiramente ácidos (POTAPOVA; HAMILTON, 2007). De fato, algumas espécies deste mesmo gênero podem ser encontradas em uma ampla gama de condições ambientais (POTAPOVA; HAMILTON, 2007).

No reservatório do Iraí, com alta trofia, *Fragilaria parva* e outras espécies do gênero *Achnanthisdium* (*A. caledonicum* e *A. minutissimum*) foram classificadas como indicadoras. Segundo Faria, Guimarães e Ludwig (2013), *F. parva* foi considerada altamente tolerante a níveis de eutrofização, em reservatório urbano do rio Itaquí, corroborando com o resultado aqui encontrado. Como dito anteriormente, espécies de *Achnanthisdium* também são tipicamente tolerantes a altos níveis de nutrientes (PONADER; POTAPOVA, 2007; POTAPOVA; CHARLES, 2007; STENGER-KOVACS *et al.*, 2007). O fato de que algumas espécies do gênero *Achnanthisdium* serem indicadoras de alto

e baixo nível trófico podem ser explicadas não só pela abrangência de habitats que as espécies deste gênero podem ocupar, como também pela dificuldade em identificá-las. Como consequência, uma cuidadosa determinação taxonômica das espécies deste gênero é essencial e deve ser o foco de futuros estudos taxonômico. Nesse caso, aliar um maior refinamento taxonômico com a autoecologia das espécies, é essencial na compreensão do padrão de distribuição das espécies de diatomáceas e dos determinantes da diversidade destas metacomunidades (SOININEN, 2006; VERLEYEN *et al.*, 2009).

De qualquer forma, as espécies apontadas como indicadoras no presente estudo não devem ser encaradas como indicadores biológicos de trofia, mas sim como ponto de partida para futuros estudos que visem identificar táxons de diatomáceas epifíticas indicadores de estado trófico da água. De fato, é interessante observar que espécies de diatomáceas comumente classificadas como bioindicadoras de certa condição ambiental em outros estudos, não o foram neste trabalho. Por exemplo, espécies do gênero *Gomphonema* que são consideradas indicadoras de diferentes condições tróficas, dependendo da espécie (LOBO *et al.*, 2004; BATHURST; ZORI ; BYOCK, 2010; SALOMONI *et al.*, 2011, La HÉE; GAISER, 2012). Espécies dos gêneros *Nitzschia* e algumas espécies do gênero *Navicula* são consideradas tolerantes à alta concentração de nutrientes (LANE; BROWN, 2006; SALOMONI *et al.*, 2011).

Os resultados do presente estudo vão muito além da discussão de tolerância de algumas espécies a condições de alta e baixa trofia. As análises de partição aditiva da diversidade reforçam a suspeita de que o nível trófico da água pode determinar a diversidade de diatomáceas epifíticas em reservatórios urbanos. A variação entre reservatórios foi maior do que seria esperado por um modelo nulo em ambos os períodos amostrados, indicando a influência da disponibilidade de nutrientes na diversidade beta (GAISER *et al.*, 2014). Por outro lado, a variação dentro dos reservatórios foi menor do que o esperado pelo modelo nulo, indicando que as variações ambientais em escala local, apesar de existirem significativamente (resultados da PERMANOVA), contribuem de forma menos evidente para a diversidade total do que a variação em escalas maiores.

Sabe-se que a diversidade biológica varia em diferentes escalas espaciais (HEINO; SOININEN, 2010; McGLINN; HURLBERT, 2012; WETZEL, *et al.*, 2012; BARTON *et al.*, 2013) e a identificação da principal escala de variação é central para subsidiar estudos que visem entender as razões pelas quais as comunidades variam (CRIST *et al.*, 2003; SOININEN, 2004; SOININEN *et al.*, 2009; FLACH; OZORIO; MELO, 2012; WETZEL *et al.*, 2012). Desse modo, os resultados sugerem que em esforços futuros para investigar os determinantes da diversidade beta de diatomáceas em reservatórios urbanos, os reservatórios devam ser considerados como unidade amostral, já que são ambientes controlados, sendo considerados menores e com características hidrológicas similares. Ou seja, a despeito da variação local existente, provavelmente a variação em escala maior é mais previsível do que em escala menor (SOININEN, 2004).

É importante notar que a diversidade de uma unidade amostral (alfa) foi maior do que seria esperado pelo modelo nulo. Isso indica alta coexistência de espécies e sugere que as diatomáceas são um grupo biológico formado por espécies com alta especificidade ao micro-habitat em reservatórios urbanos. Este grupo compartilha de forma eficiente os recursos em escala local, convergindo em uma maior coexistência e indicando uma menor amplitude de nicho por espécie, o que eleva a riqueza (SOININEN; HEINO, 2007). A dimensão do nicho para diatomáceas bentônicas está intimamente relacionada com o número de recursos e com o grau de disponibilidade destes (PASSY, 2008). De fato, é conhecido que as diatomáceas epifíticas podem manifestar tolerância à baixa disponibilidade de nutrientes em ambientes lênticos (BENNION *et al.*, 2014). Estudos em ambientes lóticos, em escalas locais, também indicaram maior influência de fatores ambientais na determinação da estrutura da comunidade local quando comparados com escalas espaciais maiores (SOININEN, 2004). Os resultados do presente estudo e os citados acima, sugere que fatores ambientais locais são centrais para comunidades de diatomáceas (BARTON *et al.*, 2013; HEINO; SOININEN, 2010). Além da dimensão do nicho e da disponibilidade de recursos, *trade-offs* relacionados com a tolerância à disponibilidade de nutrientes e a forma de crescimento e/ou tempo de colonização (PASSY, 2008) também podem explicar a alta

coexistência local. Em determinados períodos de tempo, as espécies podem tolerar ambientes com baixa qualidade para aumentar sua colonização. No entanto, o presente estudo ainda não é suficiente para especular sobre as causas da coexistência local. Para explicar a alta coexistência de espécies são necessários estudos que envolvem, não somente a variação ambiental e espacial, mas um conjunto de fatores que interferem na riqueza de diatomáceas epifíticas (SOININEN, 2006), tais como interações entre condições ambientais, herbívora, produtividade e dispersão (LIESS *et al.*, 2009; WETZEL *et al.*, 2012).

Além de investigar as escalas de variação da diversidade, os resultados sugerem que a natureza da diversidade beta em diferentes escalas espaciais (entre réplicas e pseudoréplicas de um mesmo reservatório) foi principalmente devido ao *turnover*, ou seja, devido à grande substituição de espécies. De fato, alto *turnover* foi observado até mesmo entre períodos em um mesmo ponto de amostragem, indicando uma segregação temporal na distribuição e ocupação das espécies (McGLINN; HURLBERT, 2012). Segundo Barton *et al.*, (2013), uma das possíveis causas para o alto *turnover* é a baixa capacidade de dispersão das diatomáceas epifíticas, pois quando comparadas com diatomáceas com outros hábitos (como as planctônicas), as bentônicas tendem a apresentar maior taxa de *turnover* do que aninhamento (WETZEL *et al.*, 2012). A maior ocorrência de *turnover* no reservatório do Iraí pode ser o resultado da substituição de espécies sensíveis de diatomáceas por outras mais tolerantes em pontos de amostragem ambientalmente diferentes em um mesmo local (MOSCHINI-CARLOS, 1999; SOININEN, 2008) ou pela maior estocasticidade em locais mais produtivos (CHASE, 2010; BINI *et al.*, 2014). A conectividade de efluentes adjacentes limnologicamente diferentes pode influenciar na diversidade beta, pois além de levar substâncias, como nutrientes, para o reservatório, pode também proporcionar o carreamento de propágulos algais, resultando no intercâmbio de espécies entre os locais (LOPES *et al.*, 2014). Implicando em maior taxa de substituição de espécies em um mesmo reservatório. Se espécies carreadas por diferentes efluentes adjacentes possuem características específicas, maior *turnover* deve ser observado. Nesse raciocínio, a ocorrência de *turnover* e aninhamento, seria

decorrente das diferenças da autoecologia e processo de dispersão das espécies (SOININEN, 2008; WETZEL *et al.*, 2012), assim como a ação das características do habitat em que se encontram. Por outro lado, idiosincrasias na dispersão e colonização também podem explicar alto *turnover*, e tais mecanismos são mais frequentes em ambientes mais produtivos (CHASE, 2010; BINI *et al.*, 2014).

De acordo com esse raciocínio, a contribuição de aninhamento foi mais evidente para o reservatório Piraquara II, com menor nível trófico, porém em substratos diferentes. Apesar de não existir uma discussão ampla sobre o assunto, alguns estudos sugerem que o aninhamento nas comunidades bentônicas pode sofrer a influência direta da homogeneidade hidrológica (TORNÉS; RUHÍ, 2013; PETSCH *et al.*, 2015) e da similaridade de alguns fatores ambientais do habitat (PETSCH *et al.*, 2015). Este fato pode ser observado no reservatório Piraquara II, já que este último apresenta menor influência de rios adjacentes e menor heterogeneidade ambiental decorrentes de seus efluentes. Por fim, é interessante notar que nesse reservatório, a coleta foi feita em diferentes substratos, e isso não resultou em maior *turnover* em relação ao reservatório Iraí. Mais uma vez, os resultados indicam que variação ambiental, pelo menos na amplitude estudada, é mais importante que a identidade do substrato na composição das comunidades de diatomáceas epifíticas.

Maior taxa de *turnover* do que aninhamento tem importantes implicações práticas na estratégia de amostragem. Com maior *turnover*, uma representação adequada da comunidade do reservatório somente é feita quando as amostragens contemplam diferentes setores dos reservatórios e quando os pontos de amostragem são amplamente amostrados (FERRAGUT; BICUDO; VERCELLINO, 2013). Se houvesse alto aninhamento, as pseudoréplicas e réplicas seriam altamente redundantes e o esforço amostral poderia ser reduzido. Porém, mesmo que a variação dentro do reservatório seja menor do que o esperado, há pouca redundância nas espécies, indicando que somente uma ampla amostragem pode ser representativa em um reservatório urbano.

Nesse mesmo sentido, o alto *turnover* entre reservatórios também sugere, assim como os resultados da PERMANOVA e da partição aditiva, que as variações na composição de espécies são relevantes nessa escala. A alta variação entre reservatórios troficamente diferentes é causada por uma alteração da comunidade e não uma depauperação da comunidade de ambientes mais tróficos. Ou seja, as comunidades de diatomáceas de um ambiente degradado pela eutrofização não necessariamente são um subconjunto das comunidades de ambientes preservados. Esse resultado também indica que diatomáceas possuem grande especificidade de hábitat e respondem fortemente aos efeitos dos fatores ambientais (HEINO; SOININEN, 2010; RIMET; BOUCHEZ; MONTUELLE, 2015).

O aninhamento tornou-se mais relevante quando a variação temporal foi avaliada, apesar de o *turnover* ter sido o principal componente da diversidade beta. Isso pode ser parcialmente explicado pela estabilidade dos ecossistemas controlados, como reservatórios urbanos de abastecimento (SILVA *et al.*, 2014; PAPASTERGIADOU *et al.*, 2010). A dependência temporal é comumente observada em comunidades ecológicas de diatomáceas (PELLEGRINI; FERRAGUT, 2012; SMOL; STOERMER, 2010; SOININEN, 2008), supondo-se que a composição de um período pode ter sido altamente dependente da composição do período anterior.

Reservatórios urbanos oferecem importantes serviços ambientais para a sociedade e apresentam relevante papel econômico, como por exemplo, a geração de energia. Assim, estudos que auxiliam na conservação dos mesmos são importantes, como estudos de comunidades, já que reservatórios em áreas urbanas podem sofrer maior influência de ações antrópicas levando a uma rápida degradação da água. Neste estudo, o conjunto de resultados sugere que a principal fonte de variação nas assembleias de diatomáceas epifíticas ocorre em decorrência da eutrofização. Em reservatórios urbanos, há variação temporal, mas a estabilidade dos ecossistemas resulta em maior aninhamento das comunidades. Por outro lado, a variação espacial devido à diferenças na trofia dos ambientes resultam em um alto *turnover*, sugerindo respostas específicas das espécies às condições ambientais. Também, ambientes com maior trofia apresentam também maior *turnover* local. Deste modo, uma maior

representatividade das comunidades de diatomáceas epifíticas nos reservatórios só é alcançada quando o esforço amostral abrange toda a área de estudo, principalmente em ambientes com maior nível trófico. Os resultados também sugerem que diatomáceas representam um grupo com baixa exclusão competitiva, principalmente em ambientes altamente produtivos. Dessa forma, os resultados do presente estudo sugerem que os filtros ambientais devem atuar em grandes escalas, estocasticidade na colonização em escalas intermediárias e interações locais em pequenas escalas. Esses devem ser os três principais determinantes da diversidade beta em reservatórios urbanos e estudos futuros que visem aumentar o poder de explicação da diversidade beta devem considerar que a importância relativa dos preditores depende da escala espacial.

REFERÊNCIAS

ALLAN, J. D. Components of diversity. **Oecologia**, v. 18, p. 359-367, 1975.

ANDERSON, M. J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral Ecology**, v. 26, p. 32-46, 2001.

ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C. **Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba, Editora Gráfica Capital. p. 500, 2005.

BARBER, H.G.; HAWORTH, E.Y. **A guide to the morphology of the diatom frustule**. The Freshwater Biological Association n. 44: p. 1-112, 1981.

BARTON, P. S.; CUNNINGHAM, S. A.; MANNING, A. D.; GIBB, H.; LINDENMAYER, D. B.; DIDHAM, R. K. The spatial scaling of beta diversity. **Global Ecology and Biogeography**, v. 22, p. 639-647, 2013.

BASELGA, A. Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. **Global Ecology and Biogeography**, v. 19, p. 134-143, 2010.

BASELGA, A; ORME, O.; VILLEGER, S.; DE BORTOLI, J.; LEPRIEUR, F. Betapart: partitioning beta diversity into turnover and nestedness components. **R package version 1.3**, 2013.

BATHURST, R. R.; ZORI, D.; BYOCK, J. Diatoms as bioindicators of site use: locating turf structures from the Viking Age. **Journal of Archaeological Science**, v. 37, p. 2920-2928, 2010.

BATTARBEE, R. W. Diatom analysis. *In*: BERGLUND, B. E. (Ed.). **Handbook of Holocene palaeohydrology**. New York, John Wiley & Sons, p. 527-570, 1986.

BENNION, H.; KELLY, M. G.; JUGGINS, S.; YALLOP, M. L.; BURGESS, A.; JAMIESON, J.; KROKOWSKI, J. Assessment of ecological status in UK lakes using benthic diatoms. **Freshwater Science**, v. 33, n. 2, p. 639-654, 2014.

BERTOLLI, L. M.; TREMARIN, P. I.; LUDWIG, T. A. V. Diatomáceas epifíticas em *Polygonum hydropiperoides* Michaux, reservatório do Passaúna, região

metropolitana de Curitiba, Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasileira**, v. 24, n. 4, p. 1065-1081, 2010.

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. **Gêneros de algas continentais do Brasil**. São Carlos, Rima, p. 508, 2006.

BIGGS, B. J. F.; STEVENSON, R. J.; LOWE, R. L. A habitat matrix conceptual model for stream periphyton. **Archiv für Hydrobiologie**, v. 143, p. 21-56, 1998.

BINI, L. M.; LANDEIRO, V. L.; PADIAL, A. A.; SIQUEIRA, T.; HEINO, J. Nutrient enrichment is related to two facets of beta diversity for stream invertebrates across the United States. **Ecology**, v. 95, p. 1569-1578, 2014.

BITTENCOURT, S.; GOBBI, E. F. Carga máxima de fósforo admissível ao reservatório Piraquara II, uma aplicação do processo TMDL. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 30, p. 595-603, 2006.

BOLLMANN, H. A.; CARNEIRO, C.; PEGORINI, E. S. **Qualidade da água e dinâmica de nutrientes**. In: ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C. (Eds.). Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados. Curitiba, Sanepar, 2005.

BRAY, J. R.; CURTIS, J. T. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. **Ecological Monographs**, v. 27, p. 325-349, 1957.

BURLIGA, A. L. M.; SCHWARZBOLD, A.; LOBO, E. A.; PILLAR, V. D. Functional types in epilithon algae communities of the Maquiné River, Rio Grande do Sul, Brazil. **Acta Limnologica Brasilica**, v. 16, n. 4, p. 369-380, 2004.

CAMBURN, K. E.; CHARLES, F. Diatoms of low alkalinity lakes in the northeastern United States. **Journal of Paleolimnology**, v. 25, p. 129-130, 2000.

CAMBURN, K. E.; KINGSTON, J. C. The genus *Melosira* from soft-water lakes with special reference to northern Michigan, Wisconsin and Minnesota. In: SMOL, R. W.; BATTARBEE, R. W.; DAVIS, R. B.; MERILÄINEN, J. (Eds.). **Diatoms and lake acidity**, Dordrecht, Dr. W. Junk Publishers, p 17-34, 1986.

CARDINALE, B. J. Biodiversity improves water quality through niche partitioning. **Nature**, v. 472, p. 86-91, 2011.

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

CHASE, J. M. Stochastic community assembly causes higher biodiversity in more productive environments. **Science**, v. 328, p. 1388-1391, 2010.

CHASE, J. M.; RYBERG, W. A. Connectivity, scale-dependence, and the productivity-diversity relationship. **Ecology**, v. 7, p. 676-683, 2004.

CLEVE-EULER, A. Die diatomeen Von schweden und Finnland. **Kungliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar**, v. 5, n. 4, 1955.

COMPÈRE, P. *Ulnaria* (Kützing) Compère, a new name for *Fragilaria* subgen. Alter a *Synedra* Lange-Bertalot with comments on the typification of *Synedra* Ehrenberg *In*: JAHN, R.; KOCIOLEK, J. P.; WITKOWSKI, A.; COMPÈRE P. (Eds). **Lange-Bertalot Festschrift: studies on diatoms**. Rugell, A. R. G. Gantnter, p. 97-101, 2001.

CONSÓRCIO PARANASAN - ENGEVIX-CKC-ETC-BVIETEP- ESTEIO-RDR. Estudo de impacto ambiental - Barragem Piraquara II. Curitiba, Projeto de Saneamento Ambiental do Paraná – PARANÁSAN/UGP PARANÁSAN – SANEPAR, 2000.

CONSÓRCIO SOGREAH/COBRAPE. **Relatório Final do Zoneamento Ecológico-Econômico da APA do Iraí**, 2000.

COSTA, J. C. F. Diatomáceas (Bacillariophyceae) da reserva biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica, v. 46, p. 57–143, 1995.

COSTA, A. G.; MACHADO, R. G.; FERNANDES, V. O. **Estrutura e dinâmica temporal da comunidade de algas epifíticas em substrato artificial na lagoa Maimbá, Guarapari – ES**. *In*: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, Minas Gerais. Anais. Caxambu Minas Gerais, VIII SEB, 2007.

COX, E. J. *Placoneis* Mereschkowsky (Bacillariophyta) revisited: resolution of several typification and nomenclatural problems, including the generitype. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 141, n.1, p. 53-83, 2003.

CRAWFORD, R. M.; LIKHOSHWAY, Y.; JAHN, R. Morphology and identity of *Aulacoseira italica* and typification of *Aulacoseira* (Bacillariophyta). **Diatom Research**, v. 18, n. 1, p. 1-19, 2003.

CRIST, T. O.; VEECH, J. A.; GERING, J. C.; SUMMerville, K. S. Partitioning species diversity across landscapes and regions: ahierarchical analysis of α , β , and γ diversity. **The American naturalist**, v. 162, n. 6, p. 734-743, 2003.

DESCY, J. P.; COSTE, M. A test os methods for assessing water quality based on diatoms. **Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie**, v. 24, p. 2112-2116, 1991.

DUFRENE M.; LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs**, v. 67, n. 3, p. 345-366, 1997.

FARIA, D. M.; GUIMARÃES, A. T. B.; LUDWIG, T. A. V. Responses of periphytic diatoms to mechanical removal of *Pistiastratiotes* L. in a hypereutrophic subtropical reservoir: dynamics and tolerance. **Brazilian Journal of Biology**, v. 73, n. 4, p. 681-689, 2013.

FARIA, D. M.; TREMARIN, P. I.; LUDWIG, T. A. V. Diatomáceas perifíticas da represa Itaqui, São José dos Pinhais, Paraná: Fragilariales, Eunotiales, Achnanthes e *Gomphonema* Ehrenberg. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 3, p. 415-427, 2010.

FLACH, P. Z. S.; OZORIO, C. P.; MELO, A. S. Alpha and beta componentes of diversity of fresh water nematodes at different spatial scales in subtropical coastal lakes. **Fundamental and Applied Limnology**, v. 180, n. 3, p. 249-258, 2012.

FELISBERTO, S. A.; RODRIGUES, L. Dinâmica sucessional de comunidade de algas perifíticas em um ecossistema lótico subtropical. **Rodriguésia**, v. 63, n. 2, 2012.

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. 3, p. 571-585, 2009.

FERRAGUT, C.; BICUDO, D. C.; VERCELLINO, I. S. Amostragem e medidas de estrutura da comunidade perifítica. *In*: BURLIGA, A. L.; SCHWARZBOLD, A.; TORGAN, L. C. (Org). **Ecologia do Perifiton**. São Carlos, Rima, p. 157-177, 2013.

FRENGUELLI, J. Diatomeas de la región de los esteros el Yberá. **Anales del Museo Nacional de Historia Natural de Buenos Aires**, v. 37, p. 365-476, 1933.

FRENGUELLI, J. Contribuciones al conocimiento de las Diatomeas Argentinas. XVI. **Diatomeas del Rio de La Plata**. Extrato de la Revista del Museo de La Plata, p. 213-334, 1941.

FUREY, P. C.; LOWE, R., L.; JOHANSEN, J., R. *Eunotia* Ehrenberg (Bacillariophyta) of the great Smoky Mountains National Park, USA. **Bibliotheca Diatomológica**, Band. 56, 2011.

GAISER, E. E.; SULLIVAN, P.; TOBIAS, F. A. C.; BRAMBURGER, A. J.; TREXLER, J. C. Boundary effects on benthic microbial phosphorus concentrations and diatom beta diversity in a hidrologically-modified, nutrient-limited wetland. **Hydrologic Restoration**, v. 34, p. 55-64, 2014.

GERMAIN, H. **Flore des Diatomées (Diatomophycées): Eaux douces et saumâtres du Massif Armoricaïn et des contrées voisines d'Europe occidentale**(Collection Faunes et Flores Actuelles). Paris, Société nouvelle des editions Boubée, p. 148, 1981.

GÖTHE, E.; ANGELER, D. G.; GOTTSCHALK, S.; LÖFGREN, S.; SANDIN, L. The influence of environmental, biotic and spatial factors on diatom metacommunity structure in Swedish Headwater streams. **Plos One**, v. 8, 2013.

HEINO, J.; SOININEN, J. Assembly rules and community models for unicellular organisms: patterns in diatoms of boreal streams. **Freshwater Biology**, v. 50, n. 4, p. 567-577, 2005.

HEINO, J.; SOININEN, J. Are common species sufficient in describing *turnover* in aquatic metacommunities along environmental and spatial gradients? **Limnology and Oceanography**, v. 55, n. 6, p. 2397-2402, 2010.

HERMANY, G.; LOBO, E. A.; SCHWARZBOLD, A.; OLIVEIRA, M. A. Ecology of the epilithic diatom community in a low-order stream system of the Guaíba hidrographical region: subsidies to the environmental monitoring of southern Brazilian aquatic systems. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 18, n. 1, p. 9-27, 2006.

HICKEL, B.; HÄKANSSON, H. The freshwater diatom *Aulacoseira herzogii*. **Diatom Research**, v. 6, n. 2, p. 299-305, 1991.

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

HOUK, V.; KLEE, R. The stelligeroid taxa of the genus *Cyclotella* (Kützing) Brébisson (Bacillariophyceae) and their transfer into the new genus *Discostella* Gen. Nov. **Diatom Research**, v. 19, n. 2, p. 203-228, 2004.

HLÚBIKOVÁ, D.; ECTOR, L.; HOFFMANN, L. Examination of the type material of some diatom species related to *Achnantheidium minutissimum* (Kütz.) Czarn. (Bacillariophyceae). **Algological Studies**, v. 136/137, n. 1, p. 19–43, 2011.

HUBER-PESTALOZZI, G. Das Phytoplankton des Süßwassers Systematik und Biologie (Diatomeen). *In*: THIENEMANN, A (Ed). **Die Binnengewässer**. Stuttgart, E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, v. 16, n. 2, p. 1- 549, 1942.

HUSTEDT F. Bacillariophyta (Diatomeae) Zweite Auflage. *In*: PASCHER, A. (Ed.). **Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas**. Jena, Gustav Fischer Verlag, v. 10, p. 1-466, 1930.

HUSTEDT, F. Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. *In*: RABENHORST, L. (Ed.). **Kryptogamenflora von Deutschland. Österreich und der Schweiz**. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig, Band 7, Teil 3, 1961/66.

JEFFREY, S. W.; HUMPHREY, G. F. New spectrometric equations for determining chlorophylls a, b, c, and c2 in higher plants, algal and natural phytoplankton. **Biochemistry and Physiology**, Pflanzen Bd., v. 167, p. 191-194, 1975.

KARTHICK, B.; MAHESH, M. K.; RAMACHANDRA, T. V. Nestedness pattern in stream diatom assemblages of central Western Ghats. **Current Sciencen**, v. 100, n. 4, 2011.

KELLY, M. G.; WHITTON, B. A. The trophic diatom index: a new index for monitoring eutrophication rivers. **Journal of Applied Phycology**, v. 7, n. 4, p. 433-444, 1995.

KENNEDY, R. H.; WALKER, W. W. Reservoir nutrient dynamics. *In*: THORNTON K. W; KIMMEL, B. L.; PAYNE, F. E. (Eds.). **Reservoir limnology: ecological perspectives**. New York, John Wiley & Sons, p. 109-131, 1990.

KRAMMER, K. *Pinnularia*: eine Monographie der europäischen Taxa. **Bibliotheca Diatomologica**, v. 26, p. 1-353, 1992.

KRAMMER, K. Die cymbelloidean Diatomeen: Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil I Allgemeines und *Encyonema* Part. **Bibliotheca Diatomologica**, v. 1, 1997.

KRAMMER, K. The genus *Pinnularia*. *In*: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). **Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland waters and comparable habitats**, Ruggell, A.R.G. Gantner Verlag, v. 1, 2000.

KRAMMER, K. Diatoms of the european inland waters and comparable habitats -*Cymbella*. **Diatoms of Europe**, v. 3, 2002.

KRAMMER, K. *Cymbopleura*, *Delicata*, *Navicymbula*, *Gomphocymbellopsis*, *Afrocymbella*. *In*: LANGE-BERTALOT, H (Ed.). **Diatoms of the Europe**. Diatoms of the european inland waters and comparable habitats. Ruggell, A.R.G. Gantner Verlag, v. 4, 2003.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. Bacillariophyceae: Naviculaceae. *In*: EETL, H.; GERLOFF, J.; HEYNIG, H.; MOLLENHAUER, D (Eds.). **Süßwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, v. 2, 1986.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. Bacillariophyceae: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. *In*: EETL, H.; GERLOFF, J.; HEYNIG, H.; MOLLENHAUER, D. (Eds.). **Sübwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart: Gustav Fisher Verlag, v. 2, parte 2, p. 1-596, 1988.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. Bacillariophyceae: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. *In*: EETL, H.; GERLOFF, J.; HEYNIG, H.; MOLLENHAUER, D. (Eds.). **Sübwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart: Gustav Fisher Verlag, v. 2, parte 3, p. 1-576, 1991a.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. Bacillariophyceae: Achnantheaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) and *Gomphonema*. *In*: EETL, H.; GERLOFF, J.; HEYNIG, H.; MOLLENHAUER, D. (Eds.). **Sübwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart: Gustav Fisher Verlag, v. 2, parte 4, p. 1-437, 1991b.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. **Sübwasserflora von Mitteleuropa**, v. 2, 1998.

KULIKOVSKIY, M. S.; LANGE-BERTALOT, H.; WITKOWSKI, A.; DOROFYUK, N. I.; GENKAL, S. I. Diatom assemblages from *Sphagnum* bogs of the world. **Bibliotheca Diatomologica**, v. 55, 2010.

LaHÉE, J. M.; GAISER, E. E. Benthic diatom assemblages as indicators of water quality in the Everglades and three tropical karstic wetlands. **Freshwater Science**, v. 31, n. 1, p. 205-221, 2012.

LAMPARELLI, M. C. **Graus de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento** – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2004.

LANE, C. R.; BROWN, M. T. Diatoms as indicators of isolated herbaceous wetland condition in Florida, USA. **Ecological Indicators**, v. 7, n. 3, p. 521-540, 2006.

LANGE-BERTALOT, H. *Navicula sensu stricto*. 10 genera separated from *Navicula sensu lato*. *Frustulia*. **Diatoms of Europe: diatoms of the European in land waters and comparable habitats**. v. 2, 2001.

LANGE-BERTALOT, H.; BAK, M.; WITKOWSKI, A. *Eunotia* and some related genera. *In*: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). **Diatoms of Europe. Diatoms of the**

European inland waters and comparable habitats. Ruggell, A.R.G. Gantner Verlag, v. 6, p. 1-747, 2011.

LANGE-BERTALOT, H.; CAVACINI P.; TAGLIAVENTI, N.; ALFINITO, S. Diatoms of Sardinia. *In*: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). **Iconographia Diatomologica**, v. 12, 2003.

LANGE-BERTALOT, H.; KÜLBS, K.; LAUSER, T.; NÖRPEL-SCHEMPP, M.; WILLMANN, M. Diatom Taxa introduced by Georg Krasske. Documentation and Revision. *In*: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). **Iconographia Diatomologica**, v. 3, 1996.

LANGE-BERTALOT, H.; METZELTIN, D. Indicators of oligotrophy. *In*: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). **Iconographia Diatomologica**, v. 2, 1996.

LANGE-BERTALOT, H.; REICHARDT, E. *In*: LANGE-BERTALOT, H. 85 Neue Taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa. **Bibliotheca Diatomologica** v. 27, p. 164, 1993.

LANGE-BERTALOT, H.; SIMONSEN, R. A taxonomic revision of the Nitzschia lanceolate Grunow. **Bacillaria**, v. 1, p. 11-112, 1978.

LEVKOV, Z.; KRSTIC, S.; METZELTIN, D.; NAKOV T. Diatoms of lakes Prespa and Ohrid. *In*: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). **Iconographia Diatomologica**, v. 16, p. 1-603, 2007.

LISS, A.; LANGE, K.; SCHULZ, F.; PIGGOTT, J. J.; MATTHAEI, C. D.; TOWNSEND, C. R. Light, nutrients and grazing interact to determine diatom species richness via changes to productivity, nutrient state and grazer activity. **Journal of Ecology**, v. 97, p. 326-336, 2009.

LOBO, E. A.; CALLEGARO, V. L. M.; HERMANY, G.; BES, D.; WETZEL, C. A.; OLIVEIRA, M. A. Use of epilithic diatom as bioindicators from lotic systems in southern Brazil, with special emphasis on eutrophication. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 16, n. 1, p. 25-40, 2004.

LOPES, P. M.; BINI, L. M.; DECLERCK, S. A.; FARJALLA, V. F.; VIEIRA, L. C.; BONECKER, C. C. Correlates of zooplankton beta diversity in tropical lake systems. **Plos One**, v. 9, n. 10, 2014.

LOWE, R. L.; PATRICK, K.; JOHANSEN, J. R.; VAN DE VIJVER, B.; LANGE-BERTALOT, H.; KOPALOVÁ, K. *Humidophila* gen. nov., a new genus for a group of diatoms (Bacillariophyta) formerly within the genus *Diademsis*: species from Hawaii, including one new species. **Diatom Research**, v. 29, n. 4, p. 351-360, 2014.

LUDWIG, T. A. L.; VALENTE-MOREIRA, I. M. Contribuição ao conhecimento da diatomoflórula do parque regional do Iguaçu, Curitiba, Paraná, Brasil: II. Cêntricas (Bacillariophyceae). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**. Curitiba, v. 33, n. 4, p. 843-852, 1990.

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

MATTILA, J.; RÄISÄNEN, R. Periphyton growth as an indicator of eutrophication; an experimental approach. **Hydrobiologia**, v. 337, p. 15-23, 1998.

MATEUCCI, S. D.; COLMA, A. La Metodología para estudio de la vegetación. **Coleccion de Monografías Científicas**, n. 22, p.168, 1982.

McARTHUR, R.; RECHER, H.; CODY, M. On the relation between habitat selection and species diversity. **American Naturalist**, v. 110, p. 319-332, 1966.

McGLINN, D. J.; HURLBERT, A. H. Scale dependence in species turnover reflects variance in species occupancy. **Ecology**, v. 93, n. 2, 2012.

MELO, A. S.; SCHNECK, F.; HEUPP, L.; SIMÕES, N. R.; SIQUEIRA, T.; BINI, L. M. Focusing on variation: methods and applications of the concept of beta diversity in aquatic ecosystems. **Acta Limnológica Brasiliensia**, v. 23, n. 3, p. 318-331, 2011.

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, 2004.

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H. Tropical diatoms of South America I: About 700 predominantly rarely known or new taxa representative of the

neotropical flora. *In*: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). **Iconografia Diatomologica**, Königstein, v. 5, p. 1-220, 1998.

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H. Diatoms from the Island Continent Madagascar. Annotated Diatom Micrographs. Taxonomy-Biogeography-Diversity. **Iconographia Diatomologica**, v. 11, 2002.

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H. Tropical diatoms of South America II. Special remarks on biogeographic disjunction. **Iconographia Diatomologica**, v. 18, 2007.

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

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H.; NERGUI, S. Diatoms in Mongolia – *Sichuania lacustris* spec. et gen. nov. *In*: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). **Iconographia Diatomologica**, v. 20, p. 1-720, 2009.

MOSCHINI-CARLOS, V. Importância, estrutura e dinâmica da comunidade perifítica nos ecossistemas aquáticos continentais. *In*: POMPÊO, M. L. M. (Ed.). **Perspectivas da limnologia no Brasil**. São Luis, Gráfica e Editora União, p. 1-11, 1999.

MORALES, E; MANOYLOV, K. M. Morphological studies on selected taxa in the genus *Staurosirella* Williams et Round (Bacillariophyceae) from rivers in North America. **Diatom Research**, v. 21, n. 2, p. 343-364, 2006.

MOREIRA-FILHO, H; VALENTE-MOREIRA, I. M. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Bacillariophyceae) epífitas em algas pluricelulares obtidas nos litorais dos estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo. **Boletim do Museu de Botânica Municipal**, v. 47, p. 1-17, 1981.

MURAKAMI, E. A.; RODRIGUES, L. Resposta das algas epífitas às alterações de temperatura e ao enriquecimento artificial de nutrientes em curto período de tempo rio do de tempo. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 31, n. 3, p. 273-284, 2009.

NOGUEIRA, I. S.; NABOUT, J. C.; IBÁÑEZ, M. S. R.; BOURGOIN, L. M. Determinants of beta diversity: the relative importance of environmental and

spatial processes in structuring phytoplankton communities in an Amazonian floodplain. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 22, n. 3, p.1-10, 2010.

NOVAIS, M. H.; WETZEL, C. E.; VAN DE VIJVER, B.; MORAIS, M. M.; HOFFMANN, L.; ECTOR, L. New species and combinations in the genus *Geissleria* (Bacillariophyceae). **Cryptogamie Algologie**, v. 34, n. 2, p.117-148, 2013.

NOVELO, E.; TAVERA, R.; IBARRA, C. Bacillariophyceae from karstic wetlands in Mexico. **Bibliotheca Diatomologica**, 2007.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; O'HARA, R. B.; SIMPSON, G. L.; STEVENS, M. H. H.; WAGNER, H. **Vegan: Community ecology package. Version 1**. 2011.

OLIVEIRA, P. E.; STEINITZ-KANNAN, M. The diatom flora (Bacillariophyceae) of the Cuyabeno Faunistic River.Ecuadorian Amazoniz. **Nova Hedwigia**, v. 54, p. 515-552, 1992.

PAPASTERGIADOU, E.; KAGALOU, I.; STEFANIDIS, K.; RETAILS, A.; LEONARDOS, I. Effects of anthropogenic influences on the trophic state, land uses and aquatic vegetation in a shallow Mediterranean lake: implications for restoration. **Water Resources Management**, v. 24, n. 3, p. 415-435, 2010.

PAPPAS, J. L.; STOERMER, E. F. Quantitative method for determining arepresentative algal sample count. **Journal of Phycology**, v. 32, p. 693-696, 1996.

PARANÁ, Companhia de Saneamento do Paraná - Sanepar. **Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto do Meio Ambiente Piraquara II**. Curitiba, v. 1-3, 2000.

PARANÁ, Instituto Ambiental do Paraná. **Monitoramento da qualidade das águas dos reservatórios do estado do Paraná no período de 2005 a 2008**. Curitiba, p.13, 2009a.

PARANÁ, Instituto Ambiental do Paraná. **Monitoramento da qualidade das águas dos rios do estado do Paraná no período de 2005 a 2009**. Curitiba, p. 30-34, 2009b.

PASSY, S. I. Continental diatom biodiversity in stream benthos declines as more nutrients become limiting. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 105, n. 28, p. 9663-9667, 2008.

PATRICK, R. M. Estudo limnológico e biológico das lagoas da região litorânea Sul-Riograndense II. Some new diatoms from the Lagoa dos Quadros. **Boletim do Museu Nacional**, nova série, Botânica, 1944.

PATRICK, R.; REIMER, C. W. The diatoms of United States: exclusive of Alaska and Hawaii. Philadelphia: **Academy of Natural Sciences**, v.1, n. 13, p. 1-688, 1966.

PATRICK, R.; REIMER C. W. The diatoms of the United States. **Monographs of The Academy of Natural Science of Philadelphia**, v. 2, p. 133-158, 1975.

PELLEGRINI, B. G.; FERRAGUT, C. Variação sazonal e sucessional da comunidade de algas epifíticas em substrato natural em um reservatório mesotrófico tropical. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 4, p. 810-821, 2012.

PETSCH, D. K.; RAGONHA, F. H.; GIMENEZ, B. C. G.; BARBOZA, L. G. A.; TAKEDA, A. M. Partitioning beta diversity of aquatic Oligochaeta in different environments of a Neotropical floodplain. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 37, n. 1, p. 41-49, 2015.

PONADER, K. C.; CHARLES, D. F.; BELTON, T. J. Diatom-based TP and TN inference models and indices for monitoring nutrient enrichment of New Jersey streams. **Ecological Indicators**, v. 7, p. 48-70, 2007.

PONADER, K. C.; POTAPOVA, M. G. Diatoms from the genus *Achnantheidium* in flowing waters of the Appalachian Mountains (North America): Ecology, distribution and taxonomic notes. **Limnologica**, v. 37, p. 227-241, 2007.

POTAPOVA, M.; HAMILTON, P. B. Morphological and ecological variation within the *Achnantheidium minutissimum* (Bacillariophyceae) species complex. **Journal of Phycology**, v. 43, p. 561-575, 2007.

POTAPOVA, M. G.; CHARLES, D. F. Diatom metrics for monitoring eutrophizations in rivers of the United States. **Ecological Indicators**, p. 01-15, 2007.

POTAPOVA, M.; WINTER, D. M. Use of non parametric multiplicative regression for modeling diatom habitat: a case study of the three *Geissleria* species from North America. *In: OGNJANOVA-RUMENOVA; MANOYLOV, K. (Eds.). Advances in Phycological Studies*, p. 319-332, 2006.

R CORE TEAM, 2010. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. URL <http://www.R-project.org/>

RAUPP, S. V.; TORGAN, L. C.; BAPTISTA, L. R. M. Composição e variação temporal de diatomáceas (Bacillariophyta) no plâncton da represa de Canastra, sul do Brasil. *Iheringia, Série Botânica*, v. 61, n. 1-2, p. 105-134, 2006.

REICHARDT, E. *Achnanthes praecipua* n. sp., a new freshwater diatom from Mexico. *In: ROUND, F. (Ed.). Proceedings of the Ninth International Diatom Symposium*, p. 391-395, 1988.

REICHARDT, E. Ehrenberg's Material von Cayenne, Guyana Gallica. Die Diatomeen (Bacillariophyceae). *Iconographia Diatomologica*, v. 1, p. 1-49, 1995.

REICHARDT, E. Taxonomische Revision des Artenkomplexes um *Gomphonema pumilum* (Bacillariophyceae). *Nova Hedwigia*, v. 65, p. 114-115, 1997.

REICHARDT, E. Zur Revision der Gattung Gomphonema. Die Arten um G. Affine/ insigne, G. Angustatum/miropus, G. Auminatum sowie gomphopnemoide Diatomeen aus dem Oberoligozän in Böhmen. *In: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). Iconographia Diatomologica*, v. 8, 1999.

REICHARDT, E. *Gomphonema dubravicense* Pantocsek eine taxonomische revision. *Diatom Research*, v. 20, n. 2, p. 335-349, 2005.

RIMET, F.; BOUCHEZ, A. Life-forms, cell-size and ecological guilds of diatom in Europe rivers. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*. v. 406, 2012.

RIMET, F.; BOUCHEZ, A.; MONTUELLE, B. Benthic diatoms and phytoplankton to assess nutrients in a large lake: Complementarity of their use

in Lake Geneva (France-Switzerland). **Ecological Indicators**, v. 53, p. 231-239, 2015.

ROBERTS, D. W. **Ordination and Multivariate Analysis for Ecology. *labdsv*: R package version 1.5-0**. 2012.

RODRIGUES, L.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. **Biocenoses em reservatórios: Padrões espaciais e temporais**. São Carlos, Rima, p. 1-333, 2005.

ROLAND, F.; CESAR, D.; MARINHO, M. Lições de limnologia. *In*: HUSZAR, V. L. M.; BICUDO, D. C.; GIANI, A.; FERRAGUT, C.; MARTINELLI, L. A.; HENRY, R. (Eds.). **Subsídio para compreensão sobre a limitação de nutrientes ao crescimento do fitoplâncton e perifíton em ecossistemas continentais lênticos do Brasil**. São Carlos, Rima, p. 240-256, 2005.

ROUND, F. E.; BASSON, P. W. A new monoraphid diatom genus (*Pogoneis*) from Bahrain and the transfer of previously described species *A. hungarica* and *A. taeniata* to new genera. **Diatom Research**. v. 12, n. 1, p. 71-81, 1997.

ROUND, F. E.; CRAWFORD, R. M.; MANN, D. G. **The diatoms: biology and morphology of the genera**. New York, Cambridge University Press, p. 1-747, 1990.

RUMRICH, U.; LANGE-BERTALOT, H.; RUMRICH, M. Diatoms of de Andes: from Venezuela to Patagonia/ Tierra del Fuego. *In*: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). **Iconographia Diatomologica**, v. 9, 2000.

SALOMONI, S. E.; ROCHA, O.; HERMANY, G.; LOBO, E. A. Application of water quality biological indices using ditoms as bioindicators in the Gravataí rivers, RS, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 4, p. 949-959, 2011.

SANDERS, H. L. Marine benthic diversity: a comparative study. **The American Naturalist**, Chicago, v. 102, n. 925, p. 243-282, 1968.

SCHMERA, D.; ERŐS, T. Linking scale and diversity partitioning in comparing species diversity of caddisflies in riffle and pool habitats. **Fundamental and Applied Limnology**, v. 172, p. 205-215, 2008.

SCHNECK, F.; SCHWARZBOLD, A.; MELO, A. S. Substrate roughness affects stream benthic algal diversity, assemblage composition, and nestedness.

Journal of the North American Benthological Society, v. 30, n. 4, p. 1049-1056, 2011.

SILVA, A. M. **Diatomáceas com potencial indicador do estado trófico de dois reservatórios com diferentes padrões de trofia: Piraquara e Iraí.**

Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

SILVA, A. M.; LUDWIG, T. A. V.; TREMARIN, P. I.; VERCELLINO, I. S. Diatomáceas perifíticas em um sistema eutrófico brasileiro (Reservatório do Iraí, estado do Paraná). **Acta Botânica Brasileira**, v. 24, n. 4, p. 997-1016, 2010.

SILVA, J. G.; TORGAN, L. C.; CARDOSO, L. S. Diatomáceas (Bacillariophyceae) em marismas no sul do Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v. 24, n. 4, p. 935-947, 2010.

SILVA, S. C. A.; CERVI, A. C.; BONA, C.; PADIAL, A. A. Aquatic macrophyte community varies in urban reservoirs with different degrees of eutrophication.

Acta Limnologica Brasiliensia, v. 26, n. 2, p. 129-142, 2014.

SIMONSEN, R. The diatom plankton of Indian Ocean Expedition of R/V "Meteor" Forsch. **Ergebnisse**, v. 19, p. 1-107, 1974.

SIMONSEN, R. Atlas and catalogue of the diatom types of Friedrich Hustedt. **Gebrüder Nortraeger Versbuchanandlung**. Stuttgart, J. Cramer, v. 1-3, p. 1-525, 1987.

SIVER, P. A.; HAMILTON, P. B. The freshwater Flora of Water bodies on the Atlantic Coastal Plain. *In*: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). **Iconographia Diatomologica**. Ruggell, A.R.G. Gantner Verlag, v. 22, 2011.

SIVER, P. A.; HAMILTON, P. B.; PELCZAR, J. New species of freshwater diatoms from acidic localities along the Atlantic Coastal Plain of the United States. **Botany**, v. 87, n. 4, p. 49-427, 2009.

SIVER, P. A.; KLING, H. Morphological observations of *Aulacoseira* using scanning electron microscopy. **Canadian Journal of Botany**, v. 75, p. 1807-1835, 1997.

SMITH, W. **A synopsis of British Diatomaceae: with remarks on their structure, function and distribution; and instructions for collecting and preserving specimens.** London, John van Voorst, v. 1, n. 89, 1853.

SMOL, J. P.; STOERMER, E. F. **The Diatoms: Application for the Environmental and Earth Sciences.** Cambridge, Cambridge University Press. p. 1-686, 2010.

SOININEN, J. Determinants of benthic diatom community structure in boreal streams: the role of environmental and spatial factors at different scales. **International Review of Hydrobiology**, v. 89, n. 2, p. 139-150, 2004.

SOININEN, J. Local and regional coexistence of diatoms-on the mechanisms promoting high local diatom species richness. **Diatom Research**, v. 21, n. 1, p. 217-223, 2006.

SOININEN, J. The ecological characteristics of idiosyncratic and nested diatoms. **Protist**, v. 159, p. 65-72, 2008.

SOININEN, J.; HEINO, J. Variation in niche parameters along the diversity gradient of unicellular eukaryote assemblages. **Protist**, v. 158, p. 181-191, 2007.

SOININEN, J.; HEINO, J.; KOKOCINSKI, M.; MUOTKA, T. Local-regional diversity relationship varies with spatial scale in lotic diatoms. **Journal of Biogeography**, v. 36, p. 720-727, 2009.

SOININEN, J.; KÖNÖNEN, K. Comparative study of monitoring South-Finnish rivers and streams using diatom and macroinvertebrate community structure. **Aquatic Ecology**, v. 38, p. 63-75, 2004.

SOININEN, J.; LENNON, J. J.; HILLEBRAND, H. Multivariate analysis of beta diversity across organisms and environments. **Ecology**, v. 88, n. 11, p. 2830-2838, 2007.

SOININEN, J.; PAAVOLA, R.; MUOTKA, T. Benthic diatom communities in boreal streams: community structure in relation to environmental and spatial gradients. **Ecography**, v. 27, p. 330-342, 2004.

SPAULDING, S. A.; KOCIOLEK, J. P. The diatom genus *Orthoseira*: ultrastructure and morphological variation in two species from Madagascar with comments on nomenclature in the genus. **Diatom Research**, v. 13, n. 1, p. 133-147, 1998.

SPAULDING, S.A.; LUBINSKI, D. J.; POTAPOVA, M. **Diatoms of the United States**.<http://westerndiatoms.colorado.edu> Accessed on 04 February, 2015.

STENGER-KOVACS, C.; BUCZKO, K.; HAJNAL, E.; PADISAK, J. Epiphytic, littoral diatoms as bioindicators of shallow lake trophic status: trophic diatom index for lakes (TDIL) developed in Hungary. **Hydrobiologia**, v. 589, p. 141-154, 2007.

STRASKRABA, M.; TUNDISINI, J. G.; DUNCAN, A. **Comparative reservoir limnology and water quality management (Developments in Hydrobiology)**. Dordrecht, Springer, p. 1-291, 1993.

TANIWAKI, R. H.; BORGUI, T. C.; MAGRIN, A. G. E.; CALIJURI, M. C.; BOTTINO, F.; MOSCHINI-CARLOS, V. Structure and dynamics of the community of periphytic algae in a subtropical reservoir (state of São Paulo, Brazil). **Acta Botanica Brasilica**, v. 27, n. 3, p. 551-559, 2013.

TORGAN, L. C.; OLIVEIRA, M. A. *Geissleria aikenensis* (Patrick) Torgan & Oliveira comb. nov.: Morphological and ecological characteristics. *In*: **Proceeding of 16 th International Diatom Symposium**, Amvrosiou Press. Athens, p. 115-125. 2001.

TORNÉS, E.; RUHÍ, A. Flow intermittency decreases nestedness and specialisation of diatom communities in Mediterranean rivers. **Freshwater Biology**, v. 58, p. 2555-2566, 2013.

TREMARIN, P. I.; LUDWIG, T. A. V.; TORGAN, L. C. Ultrastructure of *Aulacoseira brasiliensis* sp. nov. (Coscinodiscophyceae) and comparison with related species. **Fottea**, v. 12, n. 2, p. 171-188, 2012.

TREMARIN, P. I.; LUDWIG, T. A. V.; TORGAN, L. C. Four new *Aulacoseira* species (Coscinodiscophyceae) from Matogrossense Pantanal, Brazil. **Diatom Research**, v. 29, n. 2, p. 183-199, 2014.

TROBAJO, R.; COX, E. J. Examination of the type material of *Nitzschia frustulum*, *N. palea* and *N. palea* var. *debilis*. In: WITKOWSKI, A. (Ed.).

Proceedings of the 18 th International Diatom Symposium, Miedzyzdroje, Poland, 2nd-7th September, 2004, Biopress Limited, Bristol, p. 431-445, 2006.

TUJI, A.; LEELAHAKRIENGKRAI, P.; PEERAPORNPIBAL, Y. Distribution and phylogeny of *Spicaticribra kingdtonii-rudis* species complex. **Memoirs of the National Museum Naturelle Sciene**, v. 48, p. 139-148, 2012.

TUJI, A.; WILLIAMS, D. M. Examination of the type *Synedra rumpens* = *Fragilaria rumpens*, Bacillariophyceae. **Phycological Research**, v. 54, p. 99-103, 2006.

TUJI, A.; WILLIAMS, D. M. Examination of types material of *Fragilaria mesolepta* Rabenhorst and two similar, but distinct, taxa. **Diatom Research**, v. 23, n. 2, p. 503-510, 2008a.

TUJI, A.; WILLIAMS D. M. Typification and type examination *Synedra familiaris* Kütz. and related taxa. **Diatom**, v. 24, p. 25-29, 2008b.

TUJI, A.; WILLIAMS, D. M. Examination of types material in the *Fragilaria pectinalis-capitellata* species complex. 2008c.

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

VAN DE VIJVER, B.; ECTOR, L.; BELTRAMI, M. E.; HAAN, M.; FALASCO, E.; HLÚBIKOVÁ, D.; JARLMAN, A.; KELLY, M.; NOVAIS, M. H.; WOJTAL, A. Z. A critical analysis of the type material of *Achnantheidium lineare* W. Sm. (Bacillariophyceae). **Algological Studies**, v. 136-137, p. 167-191, 2011.

VAN HEURCK, H. **Synopsis des Diatomées de Belgique**. Atlas, Plates 1-30, Dukaju, Anvers, Belgium, 1880.

VEECH, J. A.; CRIST, T. O. Diversity partitioning without statistical independence of alpha and beta. **Ecology**, v. 91, 2010.

VERCELLINO, I. S.; BICUDO, D. C. Sucessão da comunidade de algas epifíticas em reservatório oligotrófico tropical (São Paulo, Brasil): comparação

entre período seco e chuvoso. **Revista Brasileira Botânica**, v. 29, n. 3, p. 363-377, 2006.

VERLEYEN, E.; WIM, V.; STERKEN, M.; HODGSON, D. A.; WEVWE, A.; JUGGINS, E.; VAN DE VIJVER, B.; JONES, V. J.; VANORMELINGEN, P.; ROBERTS, D.; FLOWER, R.; KILROY, C.; SOUFFREAU, C.; SABBE, K. The importance of dispersal related and local factors in shaping the taxonomic structure of diatom metacommunities. **Oikos**, v. 118, p. 1239-1249, 2009.

VILAR, A. G.; VAN DAM, H.; VAN LOON, E. E.; VONK, J., A.; VAN DER GEEST, H. G.; ADMIRAAL, W. Eutrophication decreases distance decay of similarity in diatom communities. **Freshwater Biology**, v. 59, p. 1522-1531, 2014.

WETZEL, R. G. **Periphyton of freshwater ecosystems**. The Hague: Dr. W. Junk Publishers, 1983.

WETZEL C.; BICUDO D.; ECTOR L.; LOBO E.; SOININEN J; LANDEIRO, V.; BINI, L. Distance Decay of Similarity in Neotropical Diatom Communities. **Plos One**, v. 7, n. 9, p. 1-8, 2012.

WHITTAKER, R. H. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. **Ecological Monographs**, v. 30, n. 3, p. 279-338, 1960.

WHITTAKER, R. H. Evolution and measurement of species diversity. **Taxon**, v. 21, n. 2/3, p. 213-251, 1972.

WOJTAL, A. Z. Species composition and distribution of diatom assemblages in spring Waters from various geological formations in Southern Poland. **Bibliotheca Diatomologica**. v. 59, 2013.

WOJTAL, A. Z.; ECTOR, L.; VAN DE VIJVER, B.; MORALES, E. A.; BLANCO, S.; PIATEK, J.; SMIEJA, A. The *Achnantheidium minutissimum* complex (Bacillariophyceae) in southern Poland. **Algological Studies**. v. 136/137, p. 211-238, 2011.

ZIMMERMANN, C.; POULIN, M; PIENITZ, R. Diatoms of North American: The Pliocene-Pleistocene freshwater flora of Bylot Island, Nunavut, Canadian High Arctic. *In*: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). **Iconographia Diatomologica**, v. 21, 2010.

APÊNDICE 1

TABELA DE ESTIMATIVA DA TAXA DE CLOROFILA-*a* NOS LOCAIS DECOLETA

TABELA 4. ESTIMATIVA DE TAXA DE CLOROFILA *a* PRESENTE NO MOMENTO DA COLETA NAS UNIDADES AMOSTRAIS NOS RESERVATÓRIOS IRAÍ E PIRAQUARA II, DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA, NO OUTONO E PRIMAVERA

| Iraí | Densidade | Coletas | Piraquara II | Densidade | Coletas |
|-------------|------------------|----------------|---------------------|------------------|----------------|
| U.A1 | 4,66 | Abril/ 2013 | U.A 1 | 2,49 | Junho/ 2013 |
| U.A2 | 21,44 | Abril/ 2013 | U.A 2 | 6,27 | Junho/ 2013 |
| U.A3 | 39,56 | Abril/ 2013 | U.A 3 | 8,53 | Junho/ 2013 |
| U.A 4 | 48,06 | Abril/ 2013 | U.A 4 | 16,21 | Junho/ 2013 |
| U.A 5 | 34,20 | Abril/ 2013 | U.A 5 | 3,64 | Junho/ 2013 |
| U.A 6 | 5,42 | Abril/ 2013 | U.A 6 | 4,12 | Junho/ 2013 |
| U.A 1 | 110,55 | Nov/ 2013 | U.A 1 | 2,81 | Nov/ 2013 |
| U.A 2 | 36,33 | Nov/ 2013 | U.A 2 | 6,69 | Nov/ 2013 |
| U.A 3 | 1,48 | Nov/ 2013 | U.A 3 | 5,96 | Nov/ 2013 |
| U.A 4 | 42,02 | Nov/ 2013 | U.A 4 | 5,55 | Nov/ 2013 |
| U.A 5 | 42,81 | Nov/ 2013 | U.A 5 | 4,49 | Nov/ 2013 |
| U.A 6 | 45,40 | Nov/ 2013 | U.A 6 | 5,07 | Nov/ 2013 |

1º Coleta/ Outono: Abril/2013 e Junho/ 2013.

2º Coleta/ Primavera: Novembro/ 2013.

APÊNDICE 2

TABELA DE DENSIDADE (VALVAS/ CM²) NOS RESERVATÓRIOS DO IRAÍ E PIRAQUARA II NAS DUAS AMOSTRAGENS.

TABELA 5. DENSIDADE (VALVAS/CM²) NAS UNIDADES AMOSTRAIS (U.A), NA 1º COLETA E 2º COLETA NOS RESERVATÓRIOS IRAÍ E PIRAQUARA II, DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

| Iraí | Densidade | Coletas | Piraquara II | Densidade | Coletas |
|-------------|------------------|----------------|---------------------|------------------|----------------|
| U.A1 | 292264 | Abril/ 2013 | U.A 1 | 1215352 | Junho/ 2013 |
| U.A2 | 1049231 | Abril/ 2013 | U.A 2 | 1196984 | Junho/ 2013 |
| U.A3 | 3465459 | Abril/ 2013 | U.A 3 | 1055104 | Junho/ 2013 |
| U.A 4 | 3790756 | Abril/ 2013 | U.A 4 | 689605 | Junho/ 2013 |
| U.A 5 | 1641515 | Abril/ 2013 | U.A 5 | 1116175 | Junho/ 2013 |
| U.A 6 | 949409 | Abril/ 2013 | U.A 6 | 1144912 | Junho/ 2013 |
| U.A 1 | 264815 | Nov/ 2013 | U.A 1 | 115384 | Nov/ 2013 |
| U.A 2 | 3813116 | Nov/ 2013 | U.A 2 | 184603 | Nov/ 2013 |
| U.A 3 | 1419626 | Nov/ 2013 | U.A 3 | 165405 | Nov/ 2013 |
| U.A 4 | 1949390 | Nov/ 2013 | U.A 4 | 52820 | Nov/ 2013 |
| U.A 5 | 2008681 | Nov/ 2013 | U.A 5 | 167474 | Nov/ 2013 |
| U.A 6 | 9832131 | Nov/ 2013 | U.A 6 | 833311 | Nov/ 2013 |

1º Coleta/ Outono: Abril/2013 e Junho/ 2013.

2º Coleta/ Primavera: Novembro/ 2013.

APÊNDICE 3

TABELA DE RIQUEZA DE ESPÉCIES NOS RESERVATÓRIOS DO IRAÍ E PIRAQUARA II NAS DUAS AMOSTRAGENS.

TABELA 9. RIQUEZA DE ESPÉCIES NAS UNIDADES AMOSTRAIS (U.A), NA 1º COLETA E 2º COLETA NOS RESERVATÓRIOS IRAÍ E PIRAQUARA II, DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA _PR

| Iraí | Riqueza | Coletas | Piraquara II | Riqueza | Coletas |
|-------------|----------------|----------------|---------------------|----------------|----------------|
| U.A1 | 63 | Abril/ 2013 | U.A 1 | 56 | Junho/ 2013 |
| U.A2 | 70 | Abril/ 2013 | U.A 2 | 83 | Junho/ 2013 |
| U.A3 | 57 | Abril/ 2013 | U.A 3 | 53 | Junho/ 2013 |
| U.A 4 | 41 | Abril/ 2013 | U.A 4 | 60 | Junho/ 2013 |
| U.A 5 | 41 | Abril/ 2013 | U.A 5 | 62 | Junho/ 2013 |
| U.A 6 | 42 | Abril/ 2013 | U.A 6 | 70 | Junho/ 2013 |
| U.A 1 | 15 | Nov/ 2013 | U.A 1 | 30 | Nov/ 2013 |
| U.A 2 | 62 | Nov/ 2013 | U.A 2 | 37 | Nov/ 2013 |
| U.A 3 | 38 | Nov/ 2013 | U.A 3 | 41 | Nov/ 2013 |
| U.A 4 | 27 | Nov/ 2013 | U.A 4 | 25 | Nov/ 2013 |
| U.A 5 | 21 | Nov/ 2013 | U.A 5 | 38 | Nov/ 2013 |
| U.A 6 | 69 | Nov/ 2013 | U.A 6 | 49 | Nov/ 2013 |

1º Coleta/ Outono: Abril/2013 e Junho/ 2013.

2º Coleta/ Primavera: Novembro/ 2013.

APÊNDICE 4

TAXA DE RIQUEZA TOTAL FRACIONADO EM *TURNOVER* E ANINHAMENTO

TABELA 9. TAXA DA RIQUEZA TOTAL (SOR), RIQUEZA CAUSADA POR ANINHAMENTO (SNE) E *TURNOVER*(SIM) NO OUTONO E NA PRIMAVERA, ENTRE AS PSEUDORÉPLICAS DE CADA U.A., ENTRE AS RÉPLICAS PARA CADA RESERVATÓRIO E ENTRE RESERVATÓRIOS

| Pseudorélicas | | | |
|--------------------------|-------|-------|-------|
| Iraí - Outono | SOR | SNE | SIM |
| 1 | 0,49 | 0,15 | 0,34 |
| 2 | 0,48 | 0,04 | 0,44 |
| 3 | 0,54 | 0,09 | 0,45 |
| 4 | 0,48 | 0,33 | 0,15 |
| 5 | 0,535 | 0,008 | 0,527 |
| 6 | 0,51 | 0,16 | 0,35 |
| Iraí – Primavera | | | |
| 7 | 0,45 | 0,07 | 0,38 |
| 8 | 0,53 | 0,15 | 0,38 |
| 9 | 0,59 | 0,12 | 0,47 |
| 10 | 0,53 | 0,09 | 0,44 |
| 11 | 0,74 | 0,24 | 0,50 |
| 12 | 0,48 | 0,02 | 0,46 |
| Piraquara II – Outono | | | |
| 13 | 0,41 | 0,18 | 0,23 |
| 14 | 0,42 | 0,03 | 0,39 |
| 15 | 0,53 | 0,03 | 0,50 |
| 16 | 0,46 | 0,05 | 0,41 |
| 17 | 0,42 | 0,01 | 0,41 |
| 18 | 0,39 | 0,06 | 0,33 |
| Piraquara II – Primavera | | | |
| 19 | 0,48 | 0,05 | 0,43 |
| 20 | 0,44 | 0,10 | 0,34 |
| 21 | 0,64 | 0,22 | 0,42 |
| 22 | 0,65 | 0,36 | 0,29 |
| 23 | 0,74 | 0,31 | 0,43 |
| 24 | 0,61 | 0,18 | 0,43 |
| Rélicas | | | |
| Iraí – Outono | 0,72 | 0,06 | 0,66 |
| Iraí – Primavera | 0,74 | 0,19 | 0,55 |
| Piraquara II – Outono | 0,59 | 0,06 | 0,53 |
| Piraquara II – Primavera | 0,63 | 0,10 | 0,53 |
| Reservatórios | | | |
| Outono e Primavera | 56 | 11 | 45 |