

ANGELA MARIA DA SILVA

**DIATOMÁCEAS COM POTENCIAL INDICADOR DO ESTADO TRÓFICO DE DOIS
RESERVATÓRIOS COM DIFERENTES PADRÕES DE TROFIA: PIRAQUARA I E IRAÍ**

Dissertação apresentada como requisito parcial
à obtenção do grau de Mestre em Botânica,
Curso de Pós Graduação em Botânica, Setor
de Ciências Biológicas, Universidade Federal
do Paraná.

Orientadora:
Thelma A. V. Ludwig

Co-orientadora:
Ilka Schincariol Vercellino

CURITIBA
2009

Universidade Federal do Paraná
Sistema de Bibliotecas

Silva, Angela Maria

Diatomáceas com potencial indicador do estado trófico de dois reservatórios com diferentes padrões de trofia: Piraquara I e Iraí. / Angela Maria Silva. – Curitiba, 2009.

138 f. ; 30cm.

Orientadora: Thelma A. Veiga Ludwig

Co-orientadora: Ilka Schincariol Vercellino

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

1. Diatomáceas I. Título II. Ludwig, Thelma A. Veiga III. Vercellino, Ilka Schincariol IV. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Botânica.

Aqueles que, sem colocar obstáculos, realizam seus desejos...

AGRADECIMENTOS

À Deus, aos Budas e a todos os seres iluminados que estão sempre presentes em minha vida, me proporcionando momentos de sabedoria para enfrentar os obstáculos que vem a surgir em minha mente.

À meus amados pais, por todo incentivo, auxílio e força que me proporcionam, pela educação e pela sabedoria que sempre me passam, me ensinado a enfrentar as dificuldades que possam surgir com desenvoltura e alegria. Ao meu pai Geraldo Xavier da Silva, sempre alegre e com uma disposição invejável em realizar as tarefas, obrigada por todo apoio dado, por todos os ensinamentos, por me ensinar a ser forte. A minha mãe Ana Alice dos Santos Silva por ser mãe dedicada desde quando nasci, pelo seu sorriso e suas palavras sinceras e sábias, pela sempre calma com que enfrenta os entraves da vida.

À Universidade Federal do Paraná juntamente com o Programa de Pós-Graduação em Botânica, pelo apoio estrutural e científico.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento e Tecnologia (CNPq) pela concessão da bolsa de mestrado durante o período de estudo, e pelo auxílio financeiro para a realização do projeto o qual este estudo está inserido.

À Professora Dra. Thelma Alvim Veiga Ludwig, uma mulher forte que entre o desejo familiar e científico sabe conciliar com destreza os dois lados. Obrigada por me orientar, pela amizade, pela confiança e pelos puxões de orelha nos momentos em que dispersei do trabalho, pelos sábios conselhos e por toda ajuda prestada.

À Dra. Ilka Schincariol Vercellino, sempre alegre e disposta em ajudar, obrigada pela amizade, pelas dicas metodológicas e por aceitar a co-orientação desse trabalho, sem esta a compilação dos dados estatísticos seria muito difícil. Muito obrigada!!

Ao Professor Dr. Hermes Moreira-Filho, sempre calmo e alegre, por fundar o curso de Botânica na UFPR, por dar início aos estudos de diatomáceas, pela bibliografia concedida e por compartilhar seus conhecimentos sobre diatomáceas com seus alunos.

Ao Professor Dr. Bartolomeu Tavares por sempre me incentivar na pesquisa de diatomáceas, pela amizade e carinho.

À Professora Dra. Norma Catarina Bueno, por fazer parte da minha formação acadêmica e por me ensinar o mundo de todas as algas.

À Professora Dra. Denise de Campos Bicudo por sempre me receber bem e pela ajuda no início desse trabalho com dicas metodológicas.

Ao Professor Dr. Armando Cervi, por sempre ajudar nos problemas burocráticos, pelas visitas alegres no laboratório, pela amizade e pelo ensinamento transmitido.

À Elton Augusto Lehmkuhl que compartilha comigo o desejo de simplesmente ser. Obrigada pela companhia, pelo carinho, amor, atenção, pelas muitas trocas de idéias e discussões acerca dos sentimentos do mundo. Obrigada pelos momentos de alegria por me fazer chorar de tanto rir nas muitas tardes monótonas do laboratório e por todos os dias ao meu lado.

À família Alfonso: Izadora (minha querida irmã) e Emerson por toda força que me dão desde que saí de casa, por todos os momentos felizes quando nos vemos, e por me ensinarem a ser forte e acreditar que tudo vai dar certo. À minha amada sobrinha Jaqueline que sempre me recebe com um forte abraço quando chego em casa, por todo carinho que tem por mim.

À Renato Izidoro da Silva que com toda a sensibilidade pelas coisas da vida me ensinou a importância de sempre respeitar meus desejos e de simplesmente ser. Obrigada pelas discussões acerca de metodologia científica, por me indagar a respeito de meus estudos e por sempre me incentivar à leitura e a importância da escrita. Agradeço também a minha cunhada Karliane pelos momentos de conversa e alegria quando nos vemos. E à Rosa mais linda que conheço, minha sobrinha, pelas risadas e por me ensinar a paciência de esperar por um “oi tia!”.

À Caroline Henn, Danielle Medina Rosa, Noelle Farias de Aquino e Vanessa Rodrigues, pessoas fundamentais na minha vida, agradeço pelas intermináveis conversas por email, pelos conselhos e desabafos, pela força quando vim pra Curitiba, pela oportunidade do falar e de estarem sempre dispostas a discutir comigo. Saudades imensas de vocês.

À Alba Yanez-Ayabaca por ser amiga, companheira, “muchas gracias” pelo harmonioso convívio em casa. Aprendemos muito juntas nesses dois anos, compartilhamos alegrias e momentos difíceis, você foi muito importante para a realização deste trabalho.

À Janaína Dolci Polonio, sempre alegre, amiga e pronta para ajudar, obrigada pelo feliz convívio em casa, acredito que aprendemos muito a compartilhar e respeitar os momentos de silêncio e barulhos. Saudades de você amiga.

Aos colegas de laboratório, àqueles que já foram seguir suas vidas Eloési, Júlio e Graci, aqueles que passaram por aqui Cris e Lucy e aos que estão sempre aqui, Priscila, Lucielle, Edinara, Denise, Edu e Arielli. Muito obrigada pela boa convivência no laboratório, pelas risadas, pelos vários conhecimentos compartilhados.

À Priscila Tremarin por me ajudar muito na identificação das diatomáceas, nas contagens e por todas as dúvidas sanadas.

Aos colegas do Instituto de Botânica por sempre me receberem bem quando estive presente. À Fernanda Ferrari, sempre me ajudando quando estive lá, Angélica Righetti pelos artigos, Lú mineira pelo trabalho que muito precisei, Sandra, Simone Wengrat por sempre me receberem com carinho.

Aos colegas do curso de Pós Graduação pelos momentos de descanso Dilma, Manuela, Fernando, Fabrício, Fábio, Alba, Graci, Lú, Edi, Denise.

A todos os meus familiares pelo apoio e alegrias compartilhadas quando nos víamos.

À querida família Lehmkuhl, pelo carinho e pelos momentos felizes que passei em Curitiba.

À Família Massasseci: Humberto, Noilde, Vanessa e Reinaldo, por me ajudar quando cheguei em Curitiba, pelo muitos domingos alegres e de muita risada e preguiça.

Ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP), em especial à Ana Carolina Wosiak, pelos dados físico-químicos, pelo auxílio nas coletas, pela ajuda para tornarmos independente para resolver os problemas burocráticos para realizar as amostragens nos reservatórios.

SANEPAR por nos conceder autorização para implementarmos o experimento nos reservatórios, em especial ao Márcio e a todos os piloteiros do Comando Alerta e da Força Verde que nos levaram para fazer as coletas.

À todos os professores do Programa de Pós Graduação, pelo conhecimento compartilhado durante as aulas e nos corredores da universidade.

Aos funcionários da secretaria por me ajudarem a resolver os problemas burocráticos.

E a todos que me ajudaram direta e indiretamente para a realização deste trabalho.

**“A percepção da interdependência torna nossas mentes mais
descontraídas e abertas”.**
(Dalai Lama)

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	x
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xiii
1 INTRODUÇÃO	16
1.1 ESTADO TRÓFICO DA ÁGUA DE RESERVATÓRIOS	16
1.1.1 RESERVATÓRIOS DO PIRAQUARA I E DO IRAI	17
1.1.2 CLASSIFICAÇÃO TRÓFICAS DOS RESERVATÓRIOS.....	18
1.2 COMUNIDADE PERIFÍTICA: USO NO BIOMONITORAMENTO.....	18
1.2.1 RELAÇÃO PERIFÍTON-SUBSTRATO.....	20
1.3 DIATOMÁCEAS E BIOINDICAÇÃO.....	21
1.3.1 ÍNDICES DE DIATOMÁCEAS	22
2 MATERIAL E MÉTODOS	25
2.1 ÁREA DE ESTUDO	25
2.2 ESTAÇÕES DE COLETA E AMOSTRAGEM.....	26
2.2.1 AMOSTRAGEM DA COMUNIDADE PERIFÍTICA EM SUBSTRATO ARTIFICIAL.....	28
2.2.2 AMOSTRAGEM DA COMUNIDADE PERIFÍTICA EM SUBSTRATO NATURAL.....	30
2.3 PROCEDIMENTO LABORATORIAL	31
2.3.1 ANÁLISE DA CLOROFILA-A.....	31
2.3.2 ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DOS DIFERENTES GRUPOS ALGAIS PERIFÍTICOS	32
2.3.3 ANÁLISE TAXONÔMICA E QUANTITATIVA DAS DIATOMÁCEAS.....	33
2.4 DADOS FÍSICOS E QUÍMICOS E CLASSIFICAÇÃO TRÓFICA DOS RESERVATÓRIOS	35
2.4.1 DADOS FÍSICOS E QUÍMICOS	35
2.4.2 CLASSIFICAÇÃO DOS AMBIENTES.....	35
2.5 TRATAMENTO ESTATÍSTICO PARA SELEÇÃO DE POTENCIAIS ESPECIES DE DIATOMACEAS BIOINDICADORAS.....	39
3 RESULTADOS	40
3.1 VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS ABIÓTICAS E CLIMATOLÓGICAS	40
3.2 ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET).....	44
3.3 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (ACP)	46
3.4 ANÁLISE FLORÍSTICA DAS DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS NO RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I	47
3.5 ANÁLISE FLORÍSTICA DAS DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS NO RESERVATÓRIO DO IRAI	55
3.6 REPRESENTATIVIDADE DAS CLASSES DE ALGAS DO PERIFÍTON	71
3.7 ANÁLISE QUANTITATIVA DAS DIATOMÁCEAS EM MATERIAL OXIDADO (lâminas) E NÃO OXIDADO (cubeta)	75
3.7.1 SUBSTRATO ARTIFICIAL.....	75
3.7.2 SUBSTRATO NATURAL.....	78
3.8 ANÁLISE DE CLOROFILA-A	82
3.9 SELEÇÃO DE ESPÉCIES DE DIATOMÁCEAS COM POTENCIAL PARA BIOINDICAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO DA ÁGUA	85
3.9.1 RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA	85

3.10 ÍNDICES DIATOMOLÓGICOS	91
3.11 ESPÉCIES RARAS	93
4 DISCUSSÃO	95
4.1 VARIÁVEIS AMBIENTAIS E ESTADO TRÓFICO DOS RESERVATÓRIOS DO PIRAQUARA I E DO IRAI	95
4.2 DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS DE SUBSTRATO ARTIFICIAL E NATURAL...	97
4.3 ASPECTOS QUANTITATIVOS DA COMUNIDADE PERIFÍTICA - INTERFERÊNCIA DA METODOLOGIA DE CONTAGEM NOS RESULTADOS ...	101
4.4 ESPÉCIES COM POTENCIAL BIOINDICADOR E SUA RELAÇÃO COM O ESTADO TRÓFICO	102
4.5 APLICAÇÃO DOS ÍNDICES DIATOMOLÓGICOS	107
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS	109
8 REFERÊNCIAS	111
ANEXO 1	130
ANEXO 2	134

RESUMO

Uma preocupação entre os ecólogos aquáticos é o conhecimento da dinâmica das comunidades perifíticas, principalmente da sua estrutura e organização, que revelam as situações de degradação ambiental. As diatomáceas constituem-se em um dos grupos de algas mais representativos da comunidade perifítica e são evidenciadas como boas indicadoras da qualidade da água, respondendo rapidamente às mudanças ambientais através da alteração na composição e na abundância de sua comunidade. O uso das diatomáceas como bioindicadoras da qualidade da água levou muitos pesquisadores a desenvolver índices para calcular a qualidade das águas continentais, funcionando como importante ferramenta em programas de monitoramento dos ecossistemas aquáticos. O objetivo desse trabalho foi determinar as espécies de diatomáceas presentes nos reservatórios oligotrófico e eutrófico, a fim de selecionar as espécies com potencial indicador do estado trófico desses sistemas, contribuindo com estudos sobre diatomáceas bioindicadoras no Brasil. No presente trabalho, dois reservatórios paranaenses com diferentes estados tróficos foram comparados. Para tanto, calculando o IET classificou-se o reservatório do Piraquara I como oligotrófico e o reservatório do Irai como eutrófico. Os substratos utilizados para avaliar a composição e abundância das diatomáceas foram substrato artificial (lâmina de vidro) e substrato natural (*Polygonum* sp.). As lâminas de vidro foram alojadas em laminários expostos por cerca de quatro semanas para estabilização da colonização, enquanto que o substrato natural foi retirado do ambiente no dia de coleta do laminário. As coletas compreenderam os meses de outubro e novembro de 2007, fevereiro, maio e agosto de 2008. Dados físico-químicos foram cedidos pelo IAP, SANEPAR e SIMEPAR. As amostras de ambos substratos foram coletadas randomicamente para análise de clorofila *a* e quantitativa (n=3), e para análise qualitativa, as amostras não foram sorteadas. A análise quantitativa foi baseada em contagens em câmara de sedimentação até a estabilização da curva de espécies e contagem em lâmina oxidada de até 600 valvas. Para selecionar as espécies com potencial bioindicador, foram verificadas as espécies abundantes e dominantes, correlação com as concentrações de fósforo e nitrato, aplicação de índices de diatomáceas pelo programa *Omnidia*, além da análise de componentes principais. No reservatório do Piraquara I foram encontradas 71 espécies, das quais 7 pioneiras para o Paraná. As espécies abundantes, portanto descritoras do ambiente foram *Brachysira neoexilis*, *Fragilaria gracilis*, *Synedra delicatissima*, *Frustulia crassinervia*, *Encyonema neogracile*, *Discostella stelligera* e *Navicula cryptotenella*. No reservatório do Irai foram identificados 114 espécies perifíticas, destas 4 pioneiras para o estado. *Achnantheidium minutissimum*, *Gomphonema gracile* e *Fragilaria rumpens* foram as espécies que melhor descreveram o ambiente eutrófico. As diatomáceas foram o grupo melhor representado na comunidade perifítica dos dois ambientes. A composição de espécies foi diferente entre os ambientes estudados, mas foram semelhantes entre os substratos do mesmo ambiente. Os índices diatomológicos para avaliar a qualidade de água desenvolvidos no exterior não foram satisfatórios, sugerindo que estudos com diatomáceas como bioindicadoras devem ser intensificados para que um índice com padrões brasileiros possa ser desenvolvidos.

Palavras-chave: diatomáceas, potencial bioindicador, oligotrófico, eutrófico, substrato artificial, substrato natural

ABSTRACT

A concern among aquatic ecologists is the knowledge of dynamics of periphyton communities is particularly in relation to its structure and organization, showing the situation of environmental degradation. Diatoms are one of the most representative algae group in the periphytic community, and they have been considered as good indicators of the water quality, responding quickly to environmental changes by alteration the composition and abundance of their. This fact has motivates many researchers to develop indices of diatoms to calculate the quality of continental waters, used mainly in monitoring programs of aquatic ecosystems. The objective of this study was to determine the diatoms species present at oligotrophic and eutrophic reservoirs, to select the species with potential to indicate these environmental, contributing to the studies of diatoms as bioindicators in Brazil. Two reservoirs with different trophic status of Paraná were compared to verify the difference of periphytic diatom community between the environments. Piraquara I were classified as a oligotrophic reservoir and Irai as eutrophic by IET. The substrates used to assess the composition and abundance of diatoms, an artificial one (a glass) and a natural substrate (*Polygonum* sp.). The slides were housed in glass slides exposed by four weeks to stabilize the colonization, and the natural substrate was removed at the same day. Sampling occurred in October and November 2007, February, May and August of 2008. Physico-chemical data were provided by the IAP, and SANEPAR SIMEPAR. Substrates were sampled by randomic method (n=3) for chlorophyll a and quantitative analysis, but not for qualitative ones. The quantitative analysis was done by counting cells in sedimentation chambers till the establishment of species curve of species and in permanent slides, counting up to 600 valves. To determine the potential bioindicators, abundant and dominant diatom species were selected and correlated with phosphorus and nitrate concentrations, diatoms indices by the software Omnidia were aplicated and Principal Component Analysis were provided. 71 diatom taxa were identified at Piraquara I reservoir, seven were first record to Paraná State. *Brachysira neoexilis*, *Fragilaria gracilis*, *Synedra delicatissima*, *Frustulia crassinervia*, *Encyonema neogracile*, *Discostella stelligera* and *Navicula cryptotenella* were the most abundant species. In the Irai reservoir 114 periphyton species of diatoms were identified, 4 of them were pioneers to the state. *Achnantheidium minutissimum*, *Fragilaria rumpens* and *Gomphonema gracile* were the best represented species in the eutrophic environment. Diatoms were the best represented algae group in the periphytic community of both reservoirs. The species composition was different among the studied environments, but were similar between the substrates in the same environment. The results of the foreign diatoms indices to evaluate water quality were not satisfactory, suggesting that a brazilian index should be developed.

Key words: diatoms, potential bioindicator, oligotrophic, eutrophic, artificial substrate, natural substrate

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – MAPA DA ÁREA DE ESTUDO. RESERVATÓRIO DO IRAÍ E RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I. OS PONTOS DE COLETA ESTÃO DEMARCADOS COMO AS (SUBSTRATO ARTIFICIAL) E SN (SUBSTRATO NATURAL)	18
FIGURA 2 - EXPERIMENTO IMPLEMENTADO NO RESERVATÓRIO DO IRAÍ	20
FIGURA 3 – ENGRADADO NO DIA DE COLETA NO RESERVATÓRIO DO IRAÍ	20
FIGURA 4 - LAMINÁRIO NUMERADO	21
FIGURA 5 - BANCO DE <i>POLYGONUM</i> SP. NO RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I.	22
FIGURA 6 - HISTÓRICO DO ESTADO TRÓFICO DO RESERVATÓRIO PIRAQUARA I: OUTONO/INVERNO DE 2006 E 2008	29
FIGURA 7 - HISTÓRICO DO ESTADO TRÓFICO DO RESERVATÓRIO IRAÍ: OUTONO/INVERNO DE 2005 E VERÃO/ INVERNO DE 2006	29
FIGURA 8 – PRECIPITAÇÃO ACUMULADA AO LONGO DO PERÍODO AMOSTRADO PARA OS RESERVATÓRIOS DO PIRAQUARA I E DO IRAÍ	32
FIGURA 9 – VARIAÇÃO DA TRANSPARÊNCIA E TURBIDEZ DURANTE O PERÍODO AMOSTRADO NOS RESERVATÓRIOS DO PIRAQUARA I E DO IRAÍ	32
FIGURA 10 – CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL E FÓSFORO TOTAL NOS RESERVATÓRIOS DO PIRAQUARA I E DO IRAÍ DURANTE O PERÍODO AMOSTRADO	33
FIGURA 11 – FORMAS INORGÂNICAS DE NITROGÊNIO NOS RESERVATÓRIOS DO PIRAQUARA I E DO IRAÍ NO PERÍODO AMOSTRADO	34
FIGURA 12 – OXIGÊNIO DISSOLVIDO, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO E DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO DO SISTEMA RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I E DO IRAÍ	35
FIGURA 13 – ESTADO TRÓFICO DOS RESERVATÓRIOS DO PIRAQUARA I E DO IRAÍ NO PERÍODO DE 2007 A 2008	37
FIGURA 14 – BIPLLOT DA ACP COM ORDENAÇÃO DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DO AMBIENTE EUTRÓFICO E OLIGOTRÓFICO AO LONGO DOS MESES	

DE COLETA. ABREVIACOES E CORRELAOES DAS ESPECIES COM OS EIXOS SEGUEM NA TABELA 5 A SEGUIR	38
FIGURA 15 – DENDOGRAMA DA ANÁLISE DE SIMILARIDADE ENTRE OS SUBSTRATOS LÂMINA DE VIDRO E <i>POLYGONUM</i> SP. NO RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I. ABREVIACOES: PIRAQUARA (P) FEVEREIRO (FEV); MAIO (MAI); AGOSTO (AGO); OUTUBRO (OUT); LÂMINA (L) E MACRÓFITA (M)	42
FIGURA 111 – DENDOGRAMA DA ANÁLISE DE SIMILARIDADE ENTRE OS SUBSTRATOS LÂMINA DE VIDRO E <i>POLYGONUM</i> SP. NO RESERVATÓRIO DO IRAÍ. ABREVIACOES: IRAÍ (I) FEVEREIRO (FEV); MAIO (MAI); AGOSTO (AGO); NOVEMBRO (NOV); LÂMINA (L) E MACRÓFITA (M)	51
FIGURA 318 – DENSIDADE DAS CLASSES ALGAIS DURANTE PERÍODO AMOSTRAL EM SUBSTRATO ARTIFICIAL – RESERVATÓRIO DO IRAÍ	63
FIGURA 319 – DENSIDADE DAS CLASSES ALGAIS DURANTE PERÍODO AMOSTRAL EM <i>POLYGONUM</i> SP. – RESERVATÓRIO DO IRAÍ	63
FIGURA 320 – DENSIDADE DAS CLASSES ALGAIS DURANTE PERÍODO AMOSTRAL EM SUBSTRATO ARTIFICIAL – RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I	64
FIGURA 321 – DENSIDADE DAS CLASSES ALGAIS DURANTE PERÍODO AMOSTRAL EM <i>POLYGONUM</i> SP. – RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I	64
FIGURA 322 – COMPARAÇÃO ENTRE DENSIDADE DE INDIVÍDUOS NOS SUBSTRATOS NATURAL E ARTIFICIAL - RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I	65
FIGURA 323 – COMPARAÇÃO DA DENSIDADE DE INDIVÍDUOS ENTRE OS SUBSTRATOS NATURAL E ARTIFICIAL NO RESERVATÓRIO DO IRAÍ	65
FIGURA 324 - BIOMASSA DO PERIFÍTON DO SUBSTRATO ARTIFICIAL. NOS SISTEMAS EUTRÓFICO (IRAI) E OLIGOTRÓFICO (PIRAQUARA I)	76
FIGURA 325 - BIOMASSA DO PERIFÍTON DE <i>POLYGONUM</i> SP. EUTRÓFICO (IRAI) E OLIGOTRÓFICO (PIRAQUARA I)	75
FIGURA 326 – VARIAÇÃO DA ABUNDNICA DAS DIATOMÁCEAS MAIS REPRESENTATIVAS DO SUBSTRATO ARTIFICIAL DURANTE O PERÍODO AMOSTRADO NO RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I	77
FIGURA 327 – BILOT DA ACP REFERENTE AO SUBSTRATO ARTIFICIAL, COM ORDENAÇÃO DOS AMBIENTES DE DIFERENTE TROFIA (OLIGOTRÓFICO - PIRAQUARA E EUTRÓFICO - IRAÍ) E SUAS UNIDADES AMOSTRAIS (MESES E TRÉPLICAS DE COLETA). ABREVIACOES E CORRELAOES DAS ESPECIES COM OS EIXOS SEGUEM NA TABELA 23 A SEGUIR	79

FIGURA 328 – VARIACÃO DA ABUNDÂNCIA DAS DIATOMÁCEAS MAIS REPRESENTATIVAS DO SUBSTRATO ARTIFICIAL DURANTE O PERÍODO AMOSTRADO NO RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I 80

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – DATAS DE COLETA E TEMPO DE COLONIZAÇÃO DO SUBSTRATO ARTIFICIAL DURANTE AS QUATRO CAMPANHAS DE AMOSTRAGEM NOS RESERVATÓRIOS DO PIRAQUARA I E IRAÍ 19

TABELA 2 - CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO DOS RESERVATÓRIOS DE ACORDO COM O IET MÉDIO (Junho/2008 – Piraquara I e Iraí) 28

TABELA 3 – VALORES MÍNIMO, MÁXIMO, MÉDIA E DESVIO PADRÃO DOS DADOS ABIÓTICOS DOS RESERVATÓRIOS DO PIRAQUARA I E DO IRAÍ DURANTE O PERÍODO DE OUTUBRO E NOVEMBRO DE 2007, FEVEREIRO, MAIO E AGOSTO DE 2008 31

TABELA 4 - CLASSIFICAÇÃO TRÓFICA DOS RESERVATÓRIOS DO PIRAQUARA E DO IRAÍ DE ACORDO COM O IET MÉDIO (fevereiro/2007 a junho/2008) 36

TABELA 5 – CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS ABIÓTICAS COM AS COMPONENTES PRINCIPAIS – RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA E DO IRAÍ 38

TABELA 6 – COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA DO SUBSTRATO LÂMINA DE VIDRO E DE *POLYGONUM* SP. DO RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I 39

TABELA 7 – COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA DO SUBSTRATO LÂMINA DE VIDRO E DE *POLYGONUM* SP. DO RESERVATÓRIO DO IRAÍ 47

TABELA 8 – DENSIDADE TOTAL DE INDIVÍDUOS (VALVAS/CM²) NO RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I E DO IRAÍ EM SUBSTRATO ARTIFICIAL E NATURAL NOS MESES AMOSTRADOS 62

TABELA 9 – GÊNEROS E O NÚMERO DE ESPÉCIES ENCONTRADOS NOS SUBSTRATOS ARTIFICIAL E NATURAL DO RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I . 65

TABELA 10 – GÊNEROS E O NÚMERO DE ESPÉCIES ENCONTRADOS NOS SUBSTRATOS ARTIFICIAL E NATURAL DO RESERVATÓRIO DO IRAÍ 66

TABELA 11 – DENSIDADES MÉDIAS DAS DIATOMÁCEAS EM LÂMINAS COM AMOSTRAS OXIDADAS (VALVAS/CM²) E EM CUBETAS (VALVAS/CM²) NO RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I – SUBSTRATO ARTIFICIAL. VALORES EM NEGRITO: ESPÉCIES DOMINANTES. CÉLULAS EM CINZA: ESPÉCIES ABUNDANTES 66

TABELA 12 – DENSIDADES MÉDIAS DAS DIATOMÁCEAS EM LÂMINAS COM AMOSTRAS OXIDADAS (VALVAS/CM²) E EM CUBETAS (VALVAS/CM²) NO RESERVATÓRIO DO IRAÍ – SUBSTRATO ARTIFICIAL. VALORES EM NEGRITO: ESPÉCIES DOMINANTES. CÉLULAS EM CINZA: ESPÉCIES ABUNDANTES 68

TABELA 13 – DENSIDADES MÉDIAS DAS DIATOMÁCEAS EM LÂMINAS COM AMOSTRAS OXIDADAS (VALVAS/CM²) E EM CUBETAS (VALVAS/CM²) NO RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I –SUBSTRATO NATURAL. VALORES EM NEGRITO: ESPÉCIES DOMINANTES. CÉLULAS EM CINZA: ESPÉCIES ABUNDANTES 70

TABELA 14 – DENSIDADES MÉDIAS DAS DIATOMÁCEAS EM LÂMINAS COM AMOSTRAS OXIDADAS (VALVAS/CM²) E EM CUBETAS (VALVAS/CM²) NO RESERVATÓRIO DO IRAÍ – SUBSTRATO NATURAL. VALORES EM NEGRITO: ESPÉCIES DOMINANTES. CÉLULAS EM CINZA: ESPÉCIES ABUNDANTES 72

TABELA 15 – TEMPERATURA (°C) DURANTE O PERÍODO DE COLETA NOS RESERVATÓRIOS DO IRAÍ E DE PIRAQUARA I 73

TABELA 16 - CLOROFILA a NO SUBSTRATO ARTIFICIAL E NATURAL NOS DIFERENTES RESERVATÓRIOS 74

TABELA 17 – ESPÉCIES ABUNDANTES (A) E DOMINANTES (D) (VALVAS/CM²) NO RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I DURANTE O PERÍODO AMOSTRADO NOS SUBSTRATOS ARTIFICIAL E NATURAL. OS VALORES DE DENSIDADE (VALVAS/CM²) E DENSIDADE RELATIVA (%) ESTÃO DADOS PARA CADA ESPÉCIE
..... 76

TABELA 18 - ESPÉCIES ABUNDANTES (A) E DOMINANTES (D) (VALVAS/CM²) NO RESERVATÓRIO DO IRAI DURANTE O PERÍODO AMOSTRADO NOS SUBSTRATOS ARTIFICIAL E NATURAL. OS VALORES DE DENSIDADE (VALVAS/CM²) E DENSIDADE RELATIVA (%) ESTÃO DADOS PARA CADA ESPÉCIE
..... 78

TABELA 19 – CORRELAÇÃO DAS ESPÉCIES COM AS COMPONENTES PRINCIPAIS – SUBSTRATO ARTIFICIAL E NATURAL (IRAÍ E PIRAQUARA I) 81

TABELA 20 – CORRELAÇÃO DE PEARSON ENTRE A DENSIDADE DAS ESPÉCIES ABUNDANTES (SUBSTRATOS NATURAL E ARTIFICIAL) E A CONCENTRAÇÃO DE PT E NO₃⁻ 82

TABELA 21 – ÍNDICES DIATOMOLÓGICOS PARA OS SISTEMAS OLIGOTRÓFICO (SUBSTRATO ARTIFICIAL E NATURAL) DURANTE OS MESES DE COLETA 83

TABELA 22 – ÍNDICES DIATOMOLÓGICOS PARA OS SISTEMAS OLIGOTRÓFICO E EUTRÓFICO DURANTE OS MESES DE COLETA – SUBSTRATO NATURAL, <i>POLYGONUM</i> SP.	84
--	----

1 INTRODUÇÃO

1.1 ESTADO TRÓFICO DA ÁGUA DE RESERVATÓRIOS

Uma das mais antigas intervenções humanas nos ecossistemas naturais é o represamento de rios para a construção de reservatórios. Embora sua construção cause inúmeros impactos, salienta-se o papel importante destes ecossistemas no abastecimento de águas, geração de energia elétrica, irrigação em áreas agricultáveis, recreação e lazer (ESTEVES, 1998; TUNDISI, 1999).

Os reservatórios são sistemas com complexa rede de interação entre os organismos e o ambiente, possuindo um padrão dinâmico que responde permanentemente a mudanças climáticas e da bacia hidrográfica que os supre, constituindo-se em um sistema centralizador das inúmeras atividades desenvolvidas na bacia, inclusive de seus usos e aspectos sociais (TUNDISI, 1999; BICUDO *et al.*, 1999).

Um dos grandes problemas ambientais mundiais que afeta diretamente os ecossistemas aquáticos é a eutrofização, esta resulta do aumento da descarga de matéria inorgânica no ecossistema, sendo o fósforo e nitrogênio os principais elementos causadores desse fenômeno. Ambientes em processos de eutrofização tem como característica a quebra da estabilidade do ecossistema, levando ao aumento da produtividade e a intensas modificações estruturais nas comunidades aquáticas do ambiente (ESTEVES, 1998; BICUDO *et al.*, 1999; PHIRI *et al.* 2007). Ainda, um amplo espelho d'água expande a incidência de luz no local contribuindo para acelerar o processo de desenvolvimento de microorganismos tóxicos (PEGORINI, CARNEIRO, ANDREOLI, 2005).

Neste contexto, se faz necessária uma avaliação do estado trófico em sistemas aquáticos com o fim de detectar e prognosticar os processos de eutrofização e buscar alternativas que viabilizem o aumento da vida útil desses ecossistemas (TUNDISI, 1999).

O estado trófico (oligotrófico, mesotrófico e eutrófico) dos ecossistemas aquáticos baseia-se nos tipos de nutrientes e sua concentração, na produtividade primária e nos aspectos qualitativos e quantitativos das comunidades aquáticas (CARLSON, 1977).

Nitrogênio e principalmente o fósforo são elementos indispensáveis ao desenvolvimento das algas no ecossistema aquático e são os primeiros elementos a conferir limitações ao sistema (WETZEL, 1995).

Os fosfatos presentes nos ecossistemas continentais tem origem natural das rochas das bacias hidrográficas, do material particulado da atmosfera e da decomposição dos organismos de origem alóctone. Artificialmente, o fósforo chega ao ambiente aquático principalmente através do esgoto doméstico e industrial. Assim como o fósforo, o nitrogênio também possui grande importância no metabolismo do ecossistema aquático, participando na formação de proteínas, além de ser um dos componentes básicos da produtividade primária (WETZEL, 1995; ESTEVES, 1998).

A avaliação da qualidade de água por meio de parâmetros físicos e químicos é relevante para verificar se os níveis de nutrientes, metais entre outras substâncias estão acima dos níveis recomendados. No entanto, essa avaliação é pontual no espaço e no tempo. Os métodos biológicos para avaliação da qualidade da água complementam os métodos físicos e químicos, já que através da análise da biocenose dos organismos podemos inferir situações de poluição contínua ou intermitente e as variações ambientais ocorrentes nesse período (ALMEIDA; GIL, 1998).

1.1.1 RESERVATÓRIOS DO PIRAQUARA I E DO IRAI

Os reservatórios de Curitiba e região metropolitana são suscetíveis ao processo de eutrofização, pela expansão urbana na bacia do Alto Iguaçu. Outros fatores potencializadores são a baixa profundidade média, o elevado tempo de residência e a extensa lâmina d'água que caracterizam estes corpos d'água (CARNEIRO, PEGORINI, ANDREOLI, 2005).

O reservatório do Piraquara I integra uma Área de Proteção Ambiental (APA) no município de Piraquara e suas águas são responsáveis pelo abastecimento de 1/3 da população de Curitiba (JÚLIO JÚNIOR *et al.* 2005; ALVES, 2003). Segundo a classificação do Instituto Ambiental do Paraná (IAP, 2004) para a qualidade das águas de reservatórios paranaenses, o reservatório do Piraquara I foi classificado como um ambiente pouco a moderadamente degradado, com alta transparência da coluna d'água e baixa densidade de algas.

O reservatório do Irai está inserido na bacia hidrográfica do rio Iraí, é responsável pelo abastecimento de 70% da população da região metropolitana de Curitiba. Suas margens são desprovidas de vegetação ripária e recebem efluentes domésticos e industriais do seu entorno. Ocorre elevada disponibilização de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo para a coluna d'água, refletindo-se no incremento da comunidade algal (RODRIGUES, *et al.*, 2005). O IAP (2004) classificou esse sistema como criticamente degradado a poluído, com alta

tendência à eutrofização, com florações permanentes de algas tóxicas desde 2001 e baixa transparência da água.

1.1.2 CLASSIFICAÇÃO TRÓFICAS DOS RESERVATÓRIOS

A maioria dos índices utilizados para classificar o ambiente quanto ao estado trófico foi desenvolvido em regiões de clima temperados, questionando-se sobre o seu emprego em regiões tropicais e subtropicais. Assim, propostas metodológicas mais direcionadas aos reservatórios brasileiros vem sendo estudadas (Toledo.. Lamparelli).

O índice de Carlson (1977) é um dos mais utilizados para classificar troficamente os sistemas aquáticos, com base na concentração de fósforo total (PT), teor de corofila a e transparência da coluna d'água medida pelo disco de Secchi. Toledo *et al.* (1983) redefiniram as cargas críticas permissíveis para as variáveis mencionadas, propondo uma classificação limnológica para o reservatório de Barra Bonita, que vem sendo amplamente utilizada no Brasil. Os autores adicionaram no cálculo do índice modificado a variável fósforo solúvel reativo e evidenciaram que a equação da transparência de Secchi apresentava uma deficiência no valor limite para oligotrofia. Uma média ponderada, atribuindo menor peso ao índice da transparência medida pelo disco de Sechii, foi proposta, adequando melhor a equação (MERCANTE; TUCCI-MOURA, 1999).

O Instituto Ambiental do Paraná (IAP), diante da necessidade de implementação de um programa de monitoramento limnológico otimizado e com bases científicas consistentes, implementou critérios que permitiram classificar 19 reservatórios paranaenses quanto à qualidade da água. Baseando-se em variáveis físicas e químicas, além de aspectos morfométricos e hidrológicos dos ecossistemas, seis classes de qualidade de água (Classe I a VI) foram consideradas, desde não impactado a extremamente poluído. A classificação baseou-se principalmente na saturação de oxigênio, concentração de nutrientes orgânicos e inorgânicos, transparência da água, densidade de algas, tempo de residência e profundidade do reservatório. 73% dos corpos d'água ficaram classificados como moderadamente degradados (classe III) e criticamente degradados a poluídos (classe IV) (IAP, 2004).

1.2 COMUNIDADE PERIFÍTICA: USO NO BIOMONITORAMENTO

O estabelecimento de relações entre biocenoses e o ambiente em que ocorrem vem sendo foco de muitas investigações entre ecólogos aquáticos (RODRIGUES; LOBO, 2000).

Essa interdependência organismo-qualidade ambiental é facilmente observada nos diferentes ecossistemas, por exemplo, naqueles em processo de eutrofização. A comunidade algal está entre os primeiros componentes do sistema aquático a alterar sua estrutura e organização. Essas alterações dependem da tolerância de cada espécie frente aos diferentes graus de impacto ambiental (LOBO; TORGAN, 1988; MATTILA; RÄISÄNEN, 1998).

A estrutura define-se pela composição taxonômica, além de considerações de abundância, dispersão espacial e temporal das espécies, enquanto que a organização trata-se da relação entre os membros da comunidade (ODUM, 2004; KREBS, 1972).

A comunidade algácea perifítica vem sendo utilizada para compreensão de fenômenos básicos da ecologia, como sucessão de comunidades, padrões de colonização e efeitos de diferentes tipos de pulsos (TUNDISI, 1999).

O perifíton constitui uma complexa comunidade de microorganismos (bactérias, protozoários, algas, fungos, animais) e de partículas orgânicas e inorgânicas, que vivem aderidos forte ou fracamente a um substrato submerso (WETZEL, 1983). A matriz perifítica (bioderme) apresenta uma espessura que pode variar de 10 – 2.000 μm , dependendo da produtividade do sistema. A bioderme atua na interface substrato-água onde ocorrem trocas com o meio, conferindo reciprocidade e interação metabólica entre os constituintes do perifíton (RODRIGUES *et al.*, 2003; MOSCHINI-CARLOS; POMPÊO; HENRY, 1999; WETZEL, 1993).

Considerado como sentinela de alterações ambientais, o perifíton responde rapidamente às mudanças do meio, além disso, sua biomassa pode ser armazenada como parte da acumulação algácea, da cadeia detritívora e de consumidores (FELISBERTO, RODRIGUES, 2005a).

As algas que constituem a comunidade perifítica são responsáveis por altas taxas de produtividade primária nos sistemas superficiais e, devido à sua natureza aderida, se faz útil como bioindicador da qualidade dos corpos d'água (COLLINS; WEBER, 1978; WETZEL, 1983). Além de integrar todos os parâmetros bióticos e abióticos influentes em seu habitat, fornecem um relato contínuo da qualidade ambiental. Os mecanismos responsáveis pela alteração da população podem ser difíceis de determinar, mas as respostas da população são inequívocos sinais da ocorrência de alterações ambientais (LOWE; PAN, 1996).

Neste sentido, o uso das algas perifíticas para diagnosticar impactos ambientais é sugerido nos trabalhos de monitoramento de ecossistemas aquáticos, principalmente por:

- ocupar posição importante na interface físico e química da água e na cadeia alimentar;

- apresentar modo de vida sésil, não podendo evitar os efeitos da poluição por migração, tendo de tolerar o ambiente, ou perecer nele;
- possuir curto ciclo de vida, fornecendo respostas para as mudanças ambientais;
- integrar as características da água na comunidade;
- ser rico em espécies e cada espécie apresentar diferentes tolerâncias ambientais;
- ser os primeiros a responder ao estresse ambiental e os primeiros a se recompor do mesmo;
- além de ser facilmente coletados e armazenados em lâminas permanentes no caso das diatomáceas (LOWE; PAN, 1996; HILL *et al.* 2000; RODRIGUES; BICUDO; MOSCHINI-CARLOS, 2003).

1.2.1 RELAÇÃO PERIFÍTON-SUBSTRATO

A comunidade aderida pode ser denominada de acordo com o tipo de substrato ao qual está associada. As algas epifíticas são as aderidas em plantas e algas maiores, entre as quais pode haver trocas metabólicas, as epilíticas, encontram-se aderidas em rochas, e as epipélicas ficam sobre o sedimento (WETZEL 1993).

Diferentes substratos naturais ou artificiais são utilizados em monitoramento de ambientes aquáticos, a fim de avaliar a produção primária, o processo de sucessão e sua relação com o ambiente estudado (SCHWARZBOLD, 1990; KELLY *et al.*, 1998; KISS *et al.*, 2003).

Questões a cerca da influência do substrato no desenvolvimento da comunidade perifítica intrigam os pesquisadores. Uma das questões debatidas é o quanto a comunidade perifítica, associada à macrófita que o supre com trocas metabólicas, responde ao suprimento de nutrientes que a coluna d'água fornece, principalmente em ambientes pouco férteis. Evidências, que suportam o substrato macrófita como fonte nutricional, foram derivadas da análise de estrutura e abundância do epifíton sobre macrófitas naturais e artificiais. Marcada preferência das algas epifíticas por um tipo de substrato foi verificada em lagos oligotróficos por Gough e Woelkerling (1976), mas em lagos eutróficos, a comunidade frouxamente aderida não demonstrou preferências (EMINSON; MOSS, 1980; FONTAINE; NIGH, 1983). Eminson e Moss (1980) hipotetizaram que as macrófitas agem mais como fonte de nutrientes para a comunidade epifítica em sistemas pouco férteis do que em ambientes altamente férteis, onde a coluna d'água assume a fonte predominante de nutrientes.

O tempo disponível para a colonização do substrato contribui para a abundância e riqueza de espécies, podendo ocorrer maior densidade de espécies em uma folha senescente do que em uma jovem (BURKHOLDER; WETZEL, 1989). A topografia da superfície do substrato é outro fator influenciador, uma pequena ranhura na superfície do substrato pode alojar grande quantidade de espécies, protegendo-as da correnteza e abrasão (CATTANEO; KALFF, 1978).

A interação entre a comunidade perifítica e o substrato ao qual está associado pode trazer benefícios para ambos. De modo que o substrato natural pode suprir nutricionalmente a comunidade aderida, ao passo que esta o protege contra herbivoria e danos patógenos pelo biofilme formado em sua superfície. Ainda, a comunidade epifítica encontra posição favorável ao seu desenvolvimento pelo acesso à luz. Por outro lado, desvantagens nessa relação também pode ocorrer, como lesões mecânicas no tecido das plantas, limitação de luz e de carbono pela colonização. Em casos raros, algumas espécies de plantas aquáticas podem liberar compostos alelopáticos que inibem o desenvolvimento do perifíton (BURKHOLDER, 1996; BURKHOLDER; WETZEL, 1990; LODGE, 1971).

A comunidade perifítica que se desenvolve sobre substratos inertes, de superfície dura, como lâminas de vidro, assimila os nutrientes presentes na coluna da água, provindos da decomposição dos microorganismos mortos presentes na própria matriz perifítica e dos metabólitos dos próprios organismos da comunidade (STEVENSON, GLOVER 1993; BURKHOLDER, 1996; STEVENSON, 1996).

Substratos introduzidos nos corpos d'água para colonização da comunidade biológica são muito utilizados em estudos para avaliar a sucessão, produtividade e avaliação da poluição (TUCHMAN; STEVENSON, 1980). Lâmina de vidro tem se tornado substrato frequente para avaliar a colonização da comunidade perifítica, pois é de baixo custo e apresenta uma superfície homogênea. Além disso, a possibilidade de se determinar o tempo de exposição do substrato à colonização, a facilidade de mensuração da área o conhecimento do substrato no que se refere ao grau de rugosidade e opacidade, entre outros fatores, são vantagens do uso de lâminas de vidro (COLLINS;WEBER, 1978; SCHWARZBOLD, 1990; STEVENSON; BAHLS, 1999).

1.3 DIATOMÁCEAS E BIOINDICAÇÃO

As diatomáceas destacam-se pela riqueza de espécies, de maneira geral cosmopolitas, abundantes nos ecossistemas aquáticos. Possuem um amplo espectro de tolerância às

variações ambientais e vem sendo bastante utilizadas no biomonitoramento de sistemas aquáticos continentais. Apresentam envoltório de sílica, a frústula, cuja ornamentação, posição e morfologia de suas estruturas são utilizadas na taxonomia do grupo (STOERMER, SMOL 1999; ROUND 1990; PATRICK, REIMER 1966).

A representatividade das diatomáceas na comunidade perifítica está relacionada às adaptações de fixação ao substrato por mucilagem liberada pelas estruturas como rafe, rimopórtula e campos de poros apicais (VAN DEN HOEK; MANN; JAHNS, 1995; GRAHAM; WILCOX, 2000). Ainda, por apresentarem curto ciclo de vida, respondem rapidamente às interferências ambientais, constituindo-se em uma boa alternativa para o biomonitoramento do ambiente aquático (LOBO; CALLEGARO; BENDER, 2002; LOWE; PAN, 1996; STEVENSON, 1996; LESKINEN; HÄLLFORS, 1988). Consequentemente, o estudo das assembléias de diatomáceas resultou na geração de diferentes índices que avaliam a qualidade dos corpos d'água (DESCY 1979; ALMEIDA, GIL 1998, 2001; ALMEIDA 2001; LOBO, CALLEGARO, BENDER 2002; BLANCO, ECTOR, BECARES 2004; POULÍČKOVÁ, DUCHOSLAV, DOKULIL 2004; SGRO *et al.* 2007; KELLY, WHITTON 1995; STENGER-KOVÁCS *et al.* 2007).

1.3.1 ÍNDICES DE DIATOMÁCEAS

Lobo, Callegaro e Bender (2002) comentaram que a primeira tentativa de uma avaliação da qualidade de água utilizando organismos datou de 1870. Mas, foram Kolkwitz e Marsson (1908) que criaram o primeiro sistema de sapróbios, reconhecendo organismos indicadores da qualidade ambiental.

Descy (1979), estudando as diatomáceas do rio Meuse na Bélgica, classificou as diatomáceas quanto à sensibilidade à poluição variando de 1 a 5, em que 1 são as espécies sensíveis e 5 as mais tolerantes. O valor indicativo de cada espécie foi estimado de acordo com a amplitude ecológica para a poluição numa escala de 1 a 3. Assim, o cálculo do Índice de Diatomáceas (ID) variou de 1 a 5, de modo que em um grau de poluição, $ID > 4,5$ indicou ambiente não poluído e ID 1 a 2 ambiente muito poluído.

Lange-Bertalot (1979) classificou as espécies em grupos de diatomáceas categorizando-as de 1 a 3, sendo 1 os táxons mais tolerantes à poluição, 2 pouco tolerante e 3 muito sensíveis à poluição. Assim, a avaliação da qualidade de água foi baseada no percentual de ocorrência desses grupos de diatomáceas na amostra.

Kobayasi e Mayama (1982) utilizaram a classificação de Lange-Bertalot (1979) em amostras de cinco rios japoneses altamente poluídos, e um novo grupo de diatomáceas foi proposto dentro da categoria de Lange-Bertalot para os rios japoneses.

Um trabalho que contribuiu muito para o conhecimento autoecológico de espécies de diatomáceas foi o de van Dam, Mertens e Sinkeldam (1994), em que organizaram um *checklist* de diatomáceas dos países baixos, com valores indicativos para pH, salinidade, nitrogênio, oxigênio, saporidade, estado trófico e mistura dos corpos d'água.

A comunidade epifítica de diatomáceas tem sido extensivamente utilizada como indicadora do processo de eutrofização na costa da Finlândia, onde descargas de sulfato de amônio têm modificado a vegetação de macrófitas e a produtividade da comunidade perifítica (LESKINEN; HÄLLFORS, 1988). Em Luxemburgo, TORRISI *et al.* (2006) fizeram uso de diatomáceas epifíticas e epilíticas no monitoramento de rios. Estudo relacionando as espécies de diatomáceas encontradas em diferentes substratos, epilíticas, epifíticas e epipélicas, não encontrou significativa diferença entre os substratos, no entanto os autores sugeriram para o biomonitoramento o uso do substrato mais freqüente nos períodos e locais de coleta (WINTER; DUTHIE, 2000).

Kitner e Poulíčková (2003), avaliando a qualidade trófica da água de lagos pesqueiros da República Tcheca, verificou a habilidade da assembléia de diatomáceas perifíticas, além de diferentes métodos e substratos para selecionar o melhor sistema indicador para esse tipo de ambiente.

Na América do Norte, destacam-se os trabalhos de Yang e Dickman (1993); Dixit e Smol (1995); Wang *et al.* (2006); Potapova e Charles (2007). Na Europa: Van Dam e Mertens (1993); Dokulil, Schmidt e Kofler (1997); Kelly *et al.* (1998); Laing, Pienitz e Smol (1999); Winter e Duthie (2000a, 2000b); Almeida (2001); Almeida e Gil (1998, 2001); Prygiel *et al.* (2002); Blanco, Ector e Bécares (2004); Ács *et al.* (2005); Kelly (2006); Asiáticos: Jüttner, Rothfritz e Ormerod (1996); Rothfritz *et al.* (1997); Atazedeh, Sharifi e Kelly (2007); Sgro *et al.* (2007). Oceania: John (2006); Dela-Cruz *et al.* (2006). A partir de 2000 os trabalhos com diatomáceas bioindicadoras focaram o uso com índices desenvolvidos na década de 90.

O avanço dos estudos com diatomáceas em programas de biomonitoramento levou pesquisadores a desenvolver índices diatomológicos para avaliar a qualidade das águas. Estes índices são baseados na abundância de cada espécie encontrada no ambiente e no valor (peso) ecológico que cada uma recebe. A criação destes índices de diatomáceas para classificar o grau de poluição do ambiente levou ao desenvolvimento do software *Omnidia* que calcula 15

índices diatomológicos. O software foi desenvolvido em conjunto por *Cemagref of Bordeaux* e a *Agence de L'Eau Artois-Picardie* (LECOINTE; COSTE; PRYGIEL, 1993).

No Brasil, trabalhos enfocando o uso das diatomáceas perifíticas como bioindicadoras da qualidade de água vem sendo desenvolvidos no estado do Rio Grande do Sul. Destacam-se estudos com comunidades epilíticas em rios, além do uso de substratos artificiais, tal como fio de poliamida, para analisar a estrutura da comunidade diatomológica e sua relação com o ambiente. As espécies de diatomáceas indicadoras foram agrupadas de acordo com sua tolerância em teores de DBO₅, que refletem poluição por matéria orgânica, ou seja, condições sapróbicas da água (LOBO; CALLEGARO, BENDER, 2002; RODRIGUES; LOBO, 2000; OLIVEIRA *et al.* 2001, SCHNECK, TORGAN, SCHWARZBOLD 2007; SALOMONI, TORGAN, 2008).

No estado do Paraná trabalhos sobre diatomáceas perifíticas ganharam ênfase a partir de 2000. Embora a maioria ainda se encontre disponível somente como dissertações, podem-se destacar os trabalhos taxonômicos (PICCININI, 2005; TREMARIN, LUDWIG, MOREIRA-FILHO, 2008a e b) e com enfoque ecológico (RODRIGUES, BICUDO, 2001; CETTO *et al.*, 2004; FONSECA, RODRIGUES, 2005; RODRIGUES *et al.*, 2005; FELISBERTO, RODRIGUES, 2005a, b; FERREIRA, SANTOS, HENRY, 2005, SANTOS, 2007; PAVAN, 2008; MURAMAKI, 2008).

No estado de São Paulo, Costa (2008) e Fontana (2008) utilizaram diatomáceas de sedimento para traçar o perfil trófico histórico de um lago eutrofizado e para evidenciar o estado trófico de uma cadeia de reservatórios paulistanos, respectivamente. Neste sentido esse trabalho tem como objetivos:

- determinar a estrutura das diatomáceas aderidas a lâminas de vidro e a macrófitas aquáticas *Polygonum* sp. nos reservatórios do Piraquara I e do Irai nos diferentes períodos de coleta;
- comparar qualitativamente e quantitativamente a comunidade diatomológica estabelecida em ambos os substratos nos diferentes períodos de coleta;
- eleger assembléias de espécies de diatomáceas com potencial papel bioindicador dos diferentes estados tróficos da água dos reservatórios de Piraquara I e do Iraí.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O reservatório do Piraquara I (S 25°30'24.16" W 49°1'29.4") (Figura 1) está localizado no município de Piraquara I em uma área conhecida como mananciais da serra, zona de transição entre a Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista. Com extensão aproximada de 8.995 hectares, apresenta área inundada de 3,3 km² o que lhe proporciona uma vazão reguladora de 600 l/s. O volume desta barragem é cerca de 500.10³ m³ com capacidade de 23.000.10³ m³. Sua profundidade média é de 7m e tempo de residência de 438 dias. As principais bacias contribuidoras da barragem são as bacias do rio Cayuguava, do córrego Jardim, do rio da Divisa, rio Melanço, ribeirão do Zero, rio Oeste N e Oeste S (GUIMARÃES 2008, RODRIGUES *et al.* 2005; JÚLIO-JÚNIOR *et al.* 2005).

O município de Piraquara I é uma região com potencial turístico em função de suas belezas naturais, como o Morro do Canal, os caminhos no entorno da barragem do Piraquara I e a estrada do Carvalho. Pelo Decreto Estadual nº 1754 de 02 de maio de 1996, foi formada a Área de Proteção Ambiental do Piraquara I, com objetivo de proteger e conservar o meio ambiente, e preservar a qualidade das águas para fins de abastecimento público, já que se trata de uma região de mananciais que abrange as nascentes do rio Piraquara I na Serra do Mar. A barragem do Piraquara I começou a ser construída em 1977 e a conclusão foi em 1979 (GUIMARÃES 2008).

O Reservatório do Iraí (S 25°25'28.99" W 49°06'46.89") (Figura 1) está localizado entre os municípios de Pinhais, Piraquara I, Quatro Barras, Campina Grande do Sul e Colombo. Com extensão aproximada de 11.500 hectares possui capacidade de armazenar 58.000.000 m³. A construção da barragem do Iraí começou em 1997 e a conclusão se deu em 2000 atingindo sua capacidade total de armazenagem em 2001 (CARNEIRO, PEGORINI, ANDREOLI, 2005). Possui área alagada de 14,69 km², com baixa vazão afluente de 1,8 m³/s, com tempo de residência de 527,9 dias e baixa profundidade média de 3,97 metros. Seus principais afluentes ocupam áreas densamente ocupadas por atividades industriais e agrícolas, além de áreas de invasão (XAVIER, DIAS, BRUNKOW, 2005). Segundo Júnior *et al.* (2005) a barragem do Iraí recebe contribuição dos rios Cercado, Curralinho, Timbu e Canguiri.

Ambos os reservatórios estão inseridos no sistema Altíssimo Iguaçu que se desenvolve na porção leste da região metropolitana de Curitiba e é formado pelas sub-bacias dos rios Iraí,

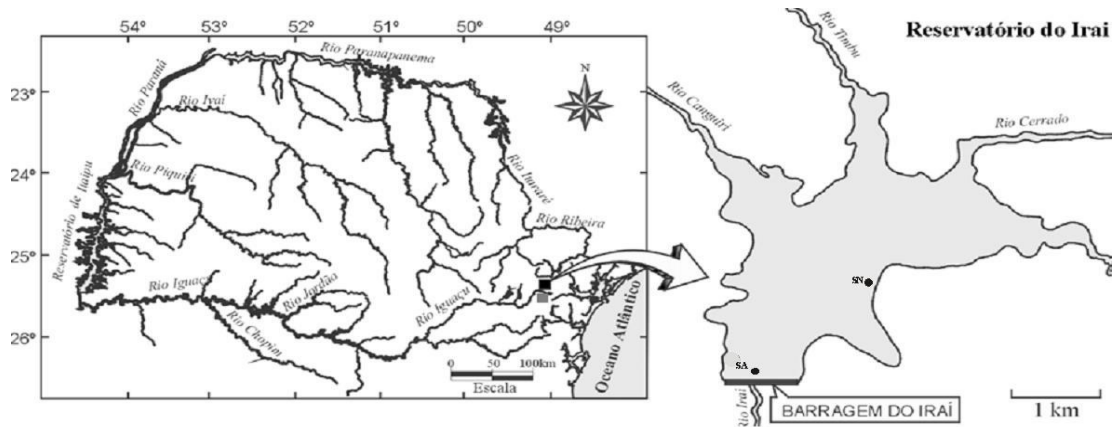
Piraquara, Itaqui e Pequeno. Este sistema pode ser considerado como a cabeceira de um dos mais importantes rios do estado do Paraná, o rio Iguçu (XAVIER, DIAS, BRUNKOW, 2005).

2.2 ESTAÇÕES DE COLETA E AMOSTRAGEM

Estabeleceu-se o local para instalação dos substratos artificiais em região que permitisse amarrar o equipamento de maneira a permanecer em segurança por um período não menor do que 30 dias. No reservatório do Piraquara I não havia nenhum local onde poderia ser amarrado o caixote, então, este foi instalado em um ponto com profundidade média de 9 metros, de modo que um peso foi amarrado em uma corda para servir de âncora para o caixote. Este ponto ficou distante cerca de 340 metros do ponto de captação de água segundo as coordenadas (25°30'23.12"S 49° 1'28.18"O). O banco de macrófitas, distante cerca de 88 metros do ponto do caixote e cerca de 420 metros do ponto de captação de água se localiza nas coordenadas as (25°30'24.48"S 49° 1'30.82"O).

No reservatório do Irai o caixote foi amarrado em uma bóia situada aproximadamente 20 m do ponto de captação de água próximo da barragem, com profundidade média de 5 metros, as coordenadas do local são (25°25'30.08"S 49° 6'46.23"O). O banco da macrófita *Polygonum* sp. mais próximo estava localizado a cerca de 3 km do ponto de captação de água nas coordenadas (25°24'11.73"S 49° 5'44.60"O).

As coletas foram trimestrais e iniciaram-se no final de 2007, totalizando 4 campanhas em cada reservatório. As datas de coleta e o tempo de colonização do substrato artificial em dias encontram-se na Tabela 1.



Reservatório do Piraquara I

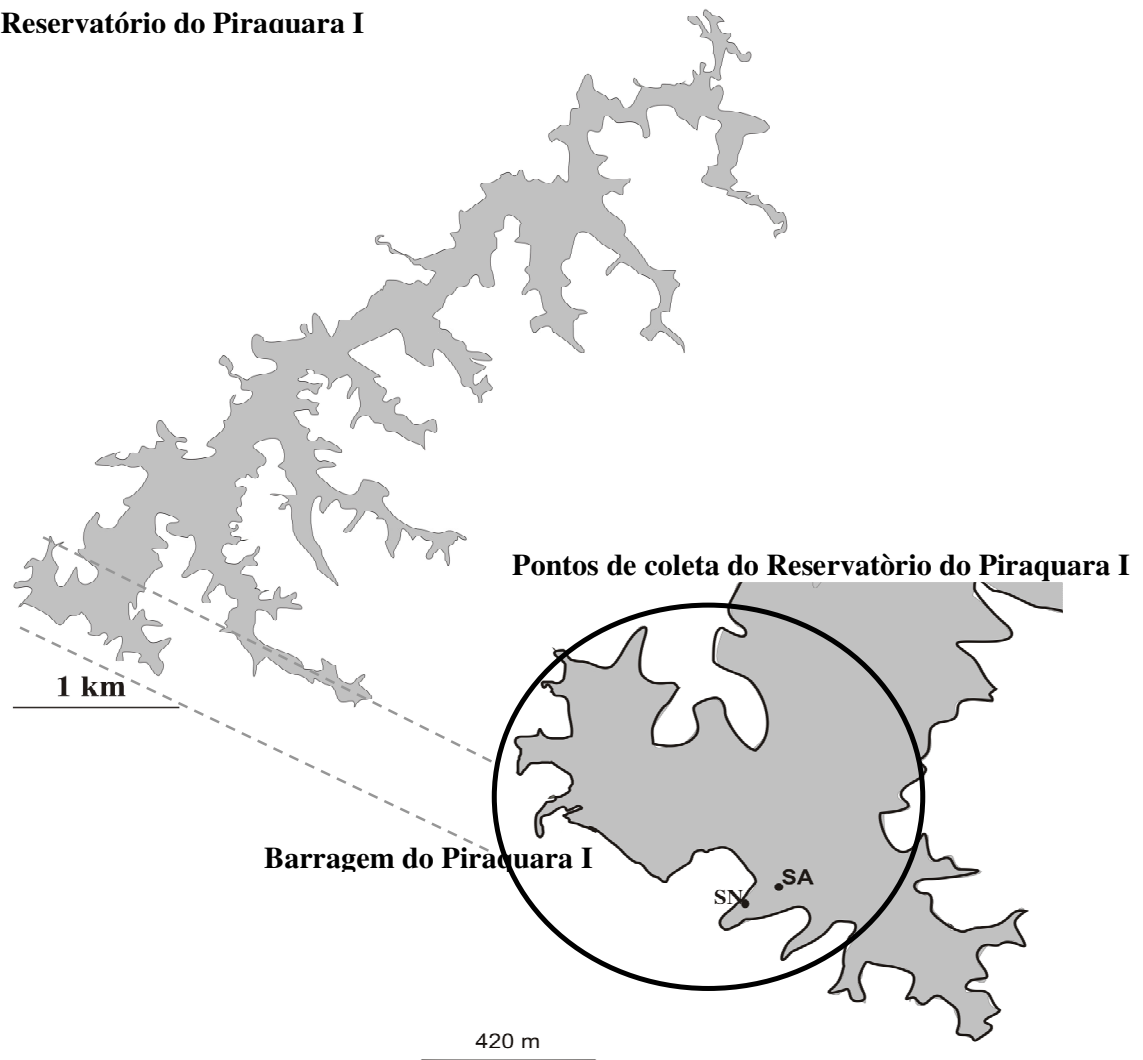


FIGURA 1 – MAPA DA ÁREA DE ESTUDO. RESERVATÓRIO DO IRAÍ E RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I. OS PONTOS DE COLETA ESTÃO DEMARCADOS COMO AS (SUBSTRATO ARTIFICIAL) E SN (SUBSTRATO NATURAL).

TABELA 1 – DATAS DE COLETA E TEMPO DE COLONIZAÇÃO DO SUBSTRATO ARTIFICIAL DURANTE AS QUATRO CAMPANHAS DE AMOSTRAGEM NOS RESERVATÓRIOS DO PIRAQUARA I E IRAÍ.

Reservatório do Piraquara I		Reservatório do Iraí	
Datas de coleta	Tempo de colonização do substrato artificial (dias)	Datas de coleta	Tempo de colonização do substrato artificial (dias)
29/10/2007	33	20/11/2007	35
19/02/2008	35	19/02/2008	35
14/05/2008	42	06/05/2008	34
12/08/2008	42	05/08/2008	35

O período para a exposição do substrato artificial para que a comunidade perifítica pudesse colonizá-lo foi escolhido, visando o tempo necessário para a estabilização da comunidade perifítica, seguindo recomendações de Lobo e Buselato-Toniolli (1985). Segundo estes autores, recomenda-se um período de 30 dias para a estabilização da comunidade, mas por questões logísticas e burocráticas o substrato artificial foi coletado com tempo de exposição variando de 33 a 42 dias no Reservatório do Piraquara I e de 34 a 35 dias no Reservatório do Iraí (Tabela 1).

2.2.1 AMOSTRAGEM DA COMUNIDADE PERIFÍTICA EM SUBSTRATO ARTIFICIAL

O substrato artificial utilizado para colonização pela comunidade perifítica foram lâminas de vidro, idênticas às utilizadas em microscopia, com dimensões 7,5 x 2,5 cm. Este é um substrato considerado inerte, de fácil manuseio, área conhecida e constante e de baixo custo.

Para isso, complexos experimentais constituídos de um caixote de madeira com 50 cm de comprimento, 40 cm de largura e 36 cm de altura, com 2 laminários de madeira presos na base (Figuras 2 e 3) permaneceram submersos para estabelecimento do perifíton a ser analisado. Os laminários comportavam 22 lâminas dispostas paralelamente em relação umas às outras expostas horizontalmente em relação à coluna d'água.

Para garantir a flutuabilidade do engradado de madeira, foram amarradas com fio de náilon e fita adesiva transparente quatro garrafas de plástico transparentes, de 2 litros, na parte superior da caixa, duas de cada lado. Foi preenchida com água, uma de cada lado, em cantos opostos, para que o caixote afundasse. Um peso foi utilizado como âncora, sendo amarrado por corda embaixo da caixa.

O processo de coleta do perifíton aderido às lâminas de vidro deu-se de forma aleatória, mediante sorteio, sendo os encaixes numerados (Figura 4). Para cada análise foram coletadas tréplicas ($n=3$) de amostras, e estas destinadas às análises quantitativa, qualitativa e da clorofila-a.

As amostras foram armazenadas em frascos de polietileno, 250mL de capacidade, devidamente etiquetados, adicionados de fixador específicos. Solução de TRANSEAU (6:3:3) foi utilizado para as amostras submetidas à análise qualitativa, solução de Lugol acético 4% para as amostras destinadas à análise quantitativa. Nas amostras referentes à análise de clorofila, os substratos foram armazenados em frascos de vidro envoltos com papel alumínio e colocados em uma caixa de isopor com gelo, permanecendo refrigerados por cerca de 3 horas até a chegada no laboratório, procedendo-se, então, ao processo de raspagem e filtragem das amostras .

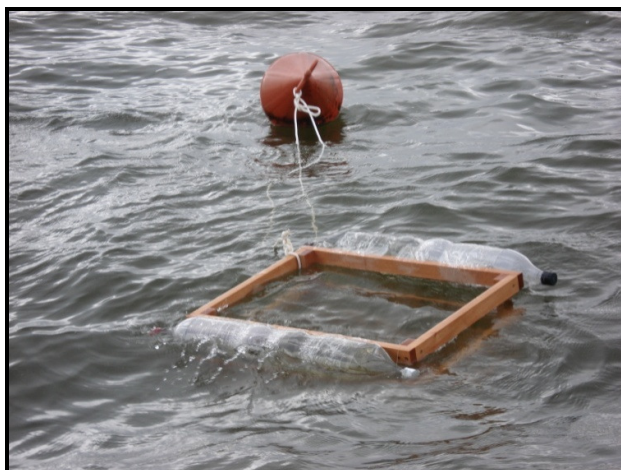


FIGURA 2 - EXPERIMENTO IMPLEMENTADO NO RESERVATÓRIO DO IRAÍ



FIGURA 3 – ENGRADADO NO DIA DE COLETA NO RESERVATÓRIO DO IRAÍ.

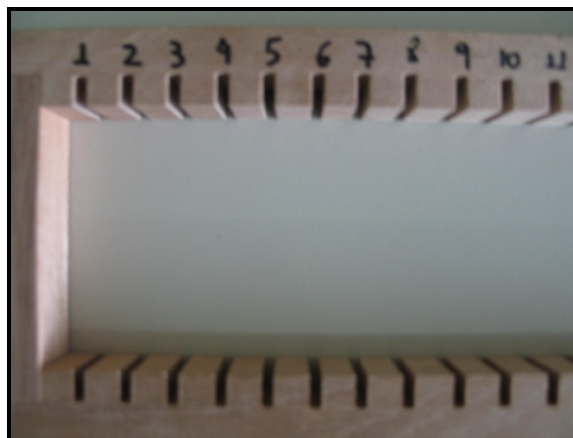


FIGURA 4 - LAMINÁRIO NUMERADO

2.2.2 AMOSTRAGEM DA COMUNIDADE PERIFÍTICA EM SUBSTRATO NATURAL

Polygonum sp. (Polygonaceae) foi uma macrófita comum em ambos os reservatórios, concentradas em bancos nas regiões mais rasas dos reservatórios (Figura 5). Escolheram-se 10 exemplares de *Polygonum* sp. que foram marcados com fitas de cores distintas para a realização do sorteio, viabilizando uma coleta aleatória. Fragmentos de cerca de 10cm de comprimento foram cortados em profundidades de aproximadamente 30cm. Foram coletadas réplicas verdadeiras (n=3) para cada uma das análises: qualitativa, quantitativa e para análise de clorofila da comunidade perifítica.

Os caules de *Polygonum* sp. foram armazenados em frascos devidamente etiquetados, e fixados com solução de TRANSEAU (6:3:1 - água, álcool, formalina) para as amostras destinadas à análise qualitativa e com solução de Lugol acético 4% para as amostras destinadas à análise quantitativa. As amostras destinadas à análise de clorofila foram armazenadas em frascos envoltos por papel alumínio, e colocados em caixa de isopor com gelo, permanecendo resfriados por cerca de três horas até chegar ao laboratório.



FIGURA 5 - BANCO DE *Polygonum* SP. NO RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I

2.3 PROCEDIMENTO LABORATORIAL

2.3.1 ANÁLISE DA CLOROFILA-A

Em laboratório, a matriz perifítica, tanto do pecíolo quanto das lâminas de vidro, foi retirada com auxílio de lâminas cortantes envoltas com papel alumínio e jatos de água destilada. Procedeu-se a filtração à vácuo das amostras, com pressão inferior a 0,3 atm, em microfiltro de fibra de vidro marca Macherey-Nagel GF-3, com 47 mm de diâmetro e retenção de partículas de 0,6 μm . Todo o processo foi realizado em local sombreado, com ausência direta de luz. As áreas dos substratos foram sempre calculadas e expressas em cm^2 . Após esse processo, os microfiltros foram embalados em papel alumínio e acondicionados em freezer a -20°C , para posterior análise da clorofila-a, quando não era possível o procedimento de extração no mesmo dia.

Para determinação das concentrações de clorofila-a e feofitina utilizou-se um espectrofotômetro Hitachi modelo US-2001, a extração foi feita por maceração dos microfiltros, utilizando-se como solvente acetona alcalina 90% a frio. Após centrifugação a velocidade 4000 rpm, durante 10 minutos, ocorreu a leitura da extinção do extrato de pigmentos em 750 nm (branco para turbidez) e 665. Após acidificação da amostra com HCL 1N foram realizadas novas leituras 750 e 665 nm, para cálculo dos feopigmentos.

Para o cálculo da clorofila-a foi utilizada a expressão de Jeffrey e Humphrey (1975), adaptada para ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) abaixo:

$$C_{E,a} = \frac{11,85 * (Ab664 - Ab750) - 1,54 * (Ab647 - Ab750) - 0,08 * (Ab630 - Ab750) * V}{AS * Cb}$$

Onde :

AS= área do substrato em cm².

Cb= 1 (comprimento da cubeta)

C_{E,a}= concentração (µg/cm²) de clorofila a na análise da solução extraída.

V= volume extraído (10mL)

Para determinar o teor de feopigmentos a equação utilizada foi a proposta por LORENZEN'S (1967).

$$P_{E,a} = \frac{26,7 [1,7 * ((Abs665_a - Abs750_a) - (Abs664 - Abs750))] * V}{AS * Cb}$$

Onde:

AS= área do substrato em cm².

Cb= 1 (comprimento da cubeta)

Abs 664 e Abs 750= absorbância da amostra mensurada antes da acidificação.

Abs 665_a e Abs 750_a= absorbância da amostra à mensurada depois da acidificação.

P_{E,a}= concentração (µg/cm²) de feopigmento na solução mensurada.

2.3.2 ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DOS DIFERENTES GRUPOS ALGAIS PERIFÍTICOS

Após remoção da matriz perifítica por raspagem da superfície dos substratos com o auxílio de lâminas cortantes envoltas por papel alumínio procederam-se às análises qualitativas e quantitativas das algas aderidas.

2.3.2.1 CONTAGEM EM MICROSCÓPIO INVERTIDO

Para análise quantitativa, a área do substrato raspado e o volume em que o material perifítico foi diluído foram determinados. Volumes de amostras utilizados nas análises e possíveis diluições foram todos determinados, possibilitando calcular a densidade dos indivíduos.

A quantificação das algas perifíticas foi realizada em microscópio invertido, Olympus IX70, em 600x, seguindo-se a metodologia de Utermöhl (1958). Para tanto, foram utilizadas cubetas de 2, 10, 25 e 50 ml. No caso de amostras muito concentradas, procedeu-se à diluição das mesmas, para melhor visualização dos indivíduos. O limite de contagem foi estabelecido por dois processos: quantificação de 100 indivíduos da espécie mais comum e curva de rarefação de espécies, segundo recomendações de Bicudo (1990).

O cálculo da densidade de indivíduos adaptada para a área do substrato (VALVAS/cm²) seguiu a equação de Ros (1979):

$$N = \frac{n \cdot 1000 \cdot 10^6 \cdot V}{v_c \cdot S} \cdot f$$

↓

$$v_c = h \cdot A_c \cdot N_c$$

Onde:

N = densidade (indivíduos por cm²);

n = número total de indivíduos contados;

V = volume total da amostra (mL);

v_c = volume dos campos contados (mL);

A_c = área do campo e contagem (μm²);

h = altura da câmara de sedimentação (mm);

N_c = número de campos contados.

2.3.3 ANÁLISE TAXONÔMICA E QUANTITATIVA DAS DIATOMÁCEAS

2.3.3.1 ANÁLISE TAXONÔMICA E SIMILARIDADE FLORÍSTICA

A determinação taxonômica das diatomáceas foi realizada em microscópio ótico binocular Olympus, modelo CH-2 em objetiva de 100x equipado com disco graduada em lâminas semipermanentes preparadas com amostras oxidadas raspadas dos substratos. O material de apoio para a identificação dos táxons se baseou em literatura clássica como Hustedt (1927-1966), Patrick e Reimer (1966), Krammer e Lange-Bertalot (1986, 1988, 1981 a, b), Simonsen (1987), ROUND; CRAWFORD; MANN (1990), Metzeltin e Lange-Bertalot (1998, 2005 e 2007), Levkov *et al.* (2007), assim como publicações de periódicos, monografias e dissertações de mestrado e teses de doutorado disponíveis.

Para avaliar a similaridade entre a comunidade perifítica do substrato artificial e da macrófita *Polygonum* sp. foi aplicado o índice binário de Jaccard, que leva em consideração presença e ausência das espécies. Para isso, foi utilizado o software livre PAST, que fornece diagrama de agrupamento para melhor visualização dos dados.

2.3.3.2 CONTAGEM EM LÂMINAS PERMANENTES

A área do substrato contendo o perifíton foi raspada e mensurada, o material removido foi diluído em volume conhecido. Deste volume total, uma alíquota (mL) foi retirada para o processo de oxidação e, desta alíquota, uma subamostra de volume também conhecido foi retirada para o processo de secagem das lamínulas com amostra e, após isso, a confecção das lâmina permanentes. A oxidação seguiu a técnica de Simonsen (1974) modificado por Moreira-Filho e Valente Moreira (1981), que utiliza permanganato de potássio (KMnO₄) e ácido clorídrico (HCl), para deixar as frústulas das diatomáceas livres de material orgânico, permitindo assim, uma melhor visualização das ornamentações e sua identificação. A contagem das diatomáceas foi realizada em microscópio óptico binocular Olympus, modelo CH-2 em objetiva de 100x equipado com ocular graduada.

Em alguns casos, quando a amostra apresentou baixíssima densidade de indivíduos, como foi o caso das amostras do reservatório do Piraquara I, as amostras foram concentradas através de centrifugação, permitindo a quantificação nas lâminas permanentes. Desta forma, o volume total da alíquota na equação foi baseado em quantos mililitros foram necessários concentrar para obter amostra passível de contagem.

A contagem foi feita em transectos, contando-se 600 valvas, conforme recomendam Kobayasi e Mayama (1982). Mesmo que o número de valvas estipulado seja alcançado, a contagem seguiu até o término do transecto. Valvas quebradas foram contadas desde que sua identificação fosse possível. O mesmo critério foi adotado para as valvas em vista lateral.

Segundo Lobo, 1995 *apud* Salomoni (2004), a fórmula matemática abaixo estima o fator de correção, que multiplicado pelo número de valvas de cada espécie contadas, resulta no número de valvas por cm² (valvas/cm²).

$$FC = \frac{N_o * V_o * V_{amostra}}{N_1 * V_1 * A_o}$$

Onde:

FC = Fator de Correção;

No = Total do número de transectos sobre a lamínula;

Vo = Volume da subamostra (mL) utilizada para a oxidação;

Vamostra = volume da amostra original, proveniente da raspagem do substrato;

N₁ = Número de transectos contados;

V₁ = Volume de amostra oxidada utilizada na lamínula;

Ao = área do substrato raspado.

2.4 DADOS FÍSICOS E QUÍMICOS E CLASSIFICAÇÃO TRÓFICA DOS RESERVATÓRIOS

2.4.1 DADOS FÍSICOS E QUÍMICOS

Os parâmetros físicos e químicos utilizados foram fornecidos pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP) e Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) IAP, 2004 e dados não publicados). Foram eles: pH, Nitrogênio Total (mg/L), DQO (mg/L), DBO₅ (mg/L), condutividade elétrica (µS/cm), transparência da água medida pelo disco de Secchi (metros), teor de fósforo total (µg/L), clorofila *a* do fitoplâncton (µg/L), turbidez (NTU). Temperatura da água e do ar (°C) foi mensurada no dia da coleta, com um termômetro. Dados de pluviosidade obtidos pela estação que se encontra no município de Pinhais, próximo aos reservatórios estudados, foram fornecidos pelo Instituto Tecnológico SIMEPAR de Curitiba.

2.4.2 CLASSIFICAÇÃO DOS AMBIENTES

Os ambientes selecionados foram classificados a partir do Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson (1977) modificado por Toledo *et al.* (1983), que considera dados sobre concentrações de fósforo total e de clorofila *a*, além da transparência da água. Para o cálculo, foram utilizados os dados históricos e atuais do ciclo anual de 2006-2008 fornecidos pelo IAP e o estado trófico dos reservatórios foi determinado segundo os critérios de Toledo JR (1983, *apud* Mercante e Tucci-Moura, 1999).

A fórmula do Índice de estado Trófico (IET) de Carlson modificado utilizada é dada a seguir:

$$IET(DS) = 10 * \left(6 - \frac{0,64 + \ln DS}{\ln 2} \right)$$

onde:

$\ln DS$ = logaritmo neperiano da transparência da água medida através de disco de Secchi (m).

$\ln 2$ = logaritmo neperiano de 2.

$$IET(CL) = 10 * \left(6 - \frac{2,04 - 0,695 \ln CL}{\ln 2} \right)$$

onde:

$\ln CL$ = logaritmo neperiano do teor de clorofila a ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

$\ln 2$ = logaritmo neperiano de 2.

$$IET(PT) = 10 * \left(6 - \frac{\ln \left(\frac{80,32}{PT} \right)}{\ln 2} \right)$$

onde:

$\ln PT$ = logaritmo neperiano fósforo total ($\mu\text{g}/\text{l}$).

$\ln 2$ = logaritmo neperiano de 2.

$$IET(PO_4) = 10 * \left(6 - \frac{\ln \left(\frac{21,67}{PO_4} \right)}{\ln 2} \right)$$

onde:

$\ln PO_4$ = logaritmo neperiano do teor de ortofosfato ($\mu\text{g}/\text{l}$).

$\ln 2$ = logaritmo neperiano de 2.

O cálculo do IET modificado, foi feito utilizando a média ponderada, atribuindo menor peso à transparência da água. Como não foi calculado o teor de ortofosfato, calculou-se o IET (médio).

$$IET(m\u00e9dio) = \frac{IET(DS) + 2 * (IET(PT) + IET(CL))}{5}$$

Sendo a classificação dos ambientes de acordo com o crit\u00e9rio abaixo:

Oligotrófico IET < 44
 Mesotrófico 44 < IET > 54
 Eutrófico IET > 54

A análise das variáveis ambientais necessárias para o cálculo do estado trófico nos reservatórios possibilitou acompanhar o perfil histórico de trofia durante os anos de 2006 a 2008 (Reservatório do Piraquara I), 2005 à 2008 para o Reservatório do Iraí. Através do cálculo do IET os reservatórios foram classificados em oligotrófico (Reservatório de Piraquara I) e eutrófico (Reservatório do Iraí) (tabela 2).

TABELA 2 - CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO DOS RESERVATÓRIOS DE ACORDO COM O IET MÉDIO (Junho/2008 – Piraquara I e Iraí)

Reservatórios	Disco de	Fósforo	Clorofila	IET	Classificação
	Secchi	Total	(µg/l)	Médio	
Piraquara I	2,9 (m)	17,0 (µg/l)	1,55	39,94	Oligotrófico
Iraí	1,0	39,0	9,66	55,17	Eutrófico

FONTE: IAP (2008)

O Reservatório de Piraquara I apresentou baixa variação em seus valores de trofia no período amostrado 2006 a 2008, o que o enquadra como um ambiente oligotrófico durante quase todo período analisado (Figura 6). Somente em abril/2006 houve uma alteração em seu estado trófico, passando de oligotrófico para mesotrófico, em função do aumento nos teores de fósforo total, clorofila a com uma conseqüente diminuição na transparência da água. No entanto, em agosto/2006, as variáveis mencionadas alteraram-se, enquadrando o reservatório novamente em oligotrófico.

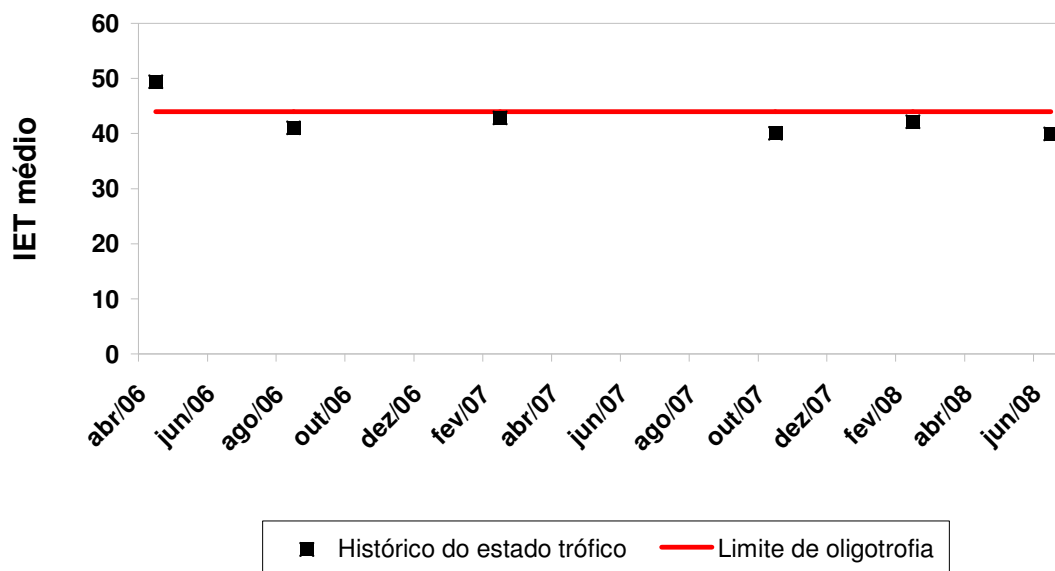


FIGURA 6 - HISTÓRICO DO ESTADO TRÓFICO DO RESERVATÓRIO PIRAQUARA I: OUTONO/INVERNO DE 2006 E 2008

O Reservatório do Iraí apresentou variações consideráveis, passando de um ambiente mesotrófico para eutrófico (Figura 7).

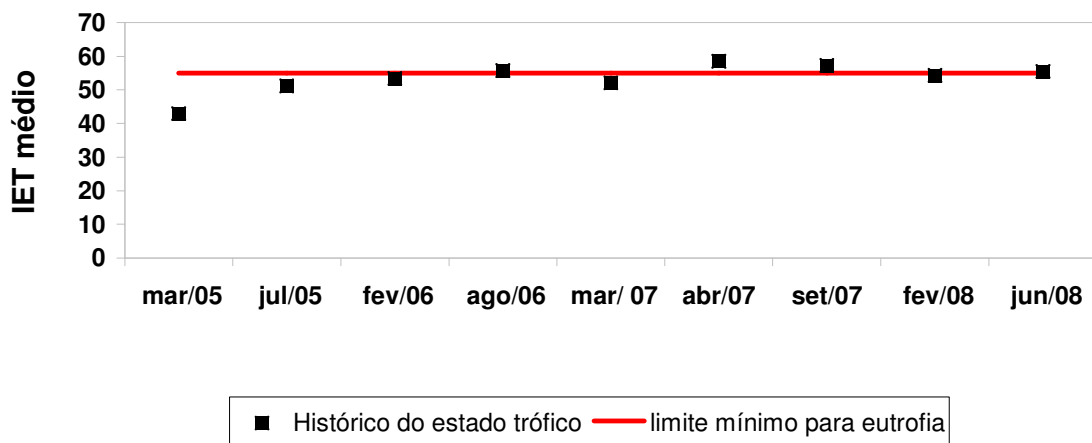


FIGURA 7 - HISTÓRICO DO ESTADO TRÓFICO DO RESERVATÓRIO IRAÍ: OUTONO/INVERNO DE 2005 E VERÃO/ INVERNO DE 2006

2.5 TRATAMENTO ESTATÍSTICO PARA SELEÇÃO DE POTENCIAIS ESPECIES DE DIATOMACEAS BIOINDICADORAS

Os dados foram submetidos a uma análise estatística descritiva para obter um perfil das variáveis e da comunidade estudada, tabelas e gráficos foram providenciados para um entendimento geral do que aconteceu com a comunidade avaliada.

A determinação das espécies abundantes e dominantes foi de acordo com os critérios de Lobo e Leighton (1986), que consideram dominantes aquelas com densidade acima de 50% do total de valvas contadas na amostra e abundantes aquelas com densidade acima da densidade média da amostra.

Análise multivariada foi realizada para avaliar os dados em conjunto. Para analisar os dados bióticos e abióticos separadamente, utilizou-se da Análise de Componentes Principais (ACP). A matriz biótica levou em consideração as espécies que apresentaram abundância igual ou superior à 1% da abundância total. Os valores foram logaritmizados, transformação usual quando se quer respostas de variáveis a um fator específico, já que ela espalha as unidades amostrais e retira a escala exponencial. Para tanto, o uso de programas estatísticos, como PC-ORD, versão 3.0 para Windows (McCune e Mefford, 1997), FITOPAC (Shepherd, 1996) foram imprescindíveis para a compilação e representação gráfica dos dados.

Os índices de diatomáceas calculados foram: Índice de Diatomáceas (ID) de Descy (1979), que varia de 1 a 5, de modo que em um grau de poluição, ID > 4,5 indica ambiente não poluído e ID 1 a 2 ambiente muito poluído. Índice Trófico de Diatomáceas (TDI) proposto por Kelly e Whitton (1995), varia de 1 (baixa concentração de nutrientes) a 5 (alta concentração de nutrientes). Índice Saprobico (IS) de Lobo, Callegaro e Bender (2002) que varia de 1 (oligossaprobico) a 4 (polissaprobico) e o Índice Trófico de Diatomáceas para Lagos (TDIL), proposto por Stenger-Kovács *et al.* (2007) que varia de 0 (água com péssima qualidade) a 5 (água com excelente qualidade).

Para o cálculo destes índices foi utilizado o software Omnidia desenvolvido em conjunto por *Cemagref of Bordeaux* e a *Agence de L'Eau Artois-Picardie* (LECOINTE; COSTE; PRYGIEL, 1993).

3 RESULTADOS

3.1 VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS ABIÓTICAS E CLIMATOLÓGICAS

Os valores máximos e mínimos, média e desvio padrão dos dados abióticos para o reservatório do Piraquara I e do Iraí estão relacionados na tabela 3.

TABELA 3 – VALORES MÍNIMO, MÁXIMO, MÉDIA E DESVIO PADRÃO DOS DADOS ABIÓTICOS DOS RESERVATÓRIOS DO PIRAQUARA I E DO IRAÍ DURANTE O PERÍODO DE OUTUBRO E NOVEMBRO DE 2007, FEVEREIRO, MAIO E AGOSTO DE 2008

Dados abióticos	Reservatório do Piraquara I	Reservatório do Iraí
Temperatura da água (°C)	16,0 – 27,0 (20,6 ± 4,69)	17,0 – 27,0 (22,15 ± 5,36)
Precipitação acumulada do mês (mm)	2,2 – 3,94 (3,27 ± 0,75)	1,02 – 5,41 (3,63 ± 1,95)
Transparência (m)	2,6 – 3,2 (2,90 ± 0,24)	0,7 – 1,1 (0,95 ± 0,17)
Condutividade elétrica (µS/cm)	22,0 – 24,5 (23,25 ± 1,19)	48 – 67,3 (56,07 ± 8,34)
Turbidez (NTU)	1,5 – 1,9 (1,7 ± 0,23)	6,0 – 17,3 (9,6 ± 5,30)
pH	6,7 – 6,85 (6,75 ± 0,07)	7,65 – 8,17 (7,83 ± 0,24)
Nitrato (NO ₃ - mg/L)	0,04 – 0,095 (0,055 ± 0,02)	0,03 – 0,97 (0,61 ± 0,41)
Nitrogênio amoniacal (NH ₄ ⁺ - mg/L)	0,43 – 0,51 (0,16 ± 0,03)	0,02 – 0,36 (0,21 ± 0,15)
Nitrogênio Total (N - mg/L)	0,6 – 2,4 (1,32 ± 0,81)	0,5 – 2,5 (1,57 ± 1,07)
Fósforo Total (P - mg/L)	0,012 – 0,017 (0,015 ± 0,002)	0,03 – 0,04 (0,03 ± 0,005)
Alcalinidade Total (CaCO ₃ - mg/L)	6,4 – 9,1 (7,38 ± 1,2)	19,6 – 24,64 (21,7 ± 2,36)
Demanda Química de Oxigênio - DQO (mg/L)	3,7 – 10,75 (6,8 ± 3,5)	20,0 – 48,0 (37,1 ± 13,04)
Demanda Bioquímica de Oxigênio DBO ₅ (mg/L)	2,0 – 2,6 (2,17 ± 0,28)	5,0 – 26,0 (10,25 ± 10,5)
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	5,35 – 7,77 (6,7 ± 1,2)	7,23 – 8,44 (8,0 ± 0,56)

Fonte: IAP, SANEPAR, SIMEPAR (dados não publicados, Relatório Técnico).

A temperatura da água não variou muito entre os ambientes, os valores mínimos diferiram em um grau, enquanto que os valores máximo foram iguais. Quanto à precipitação (Figura 8), o reservatório do Iraí teve maiores valores nos meses de novembro de 2007 e maio de 2008. Em fevereiro de 2008 os valores igualaram-se aos do reservatório do Piraquara I. Em agosto, o reservatório do Iraí sofreu uma queda nos valores de precipitação, enquanto que o Piraquara I que obteve maior acúmulo no mês de agosto.

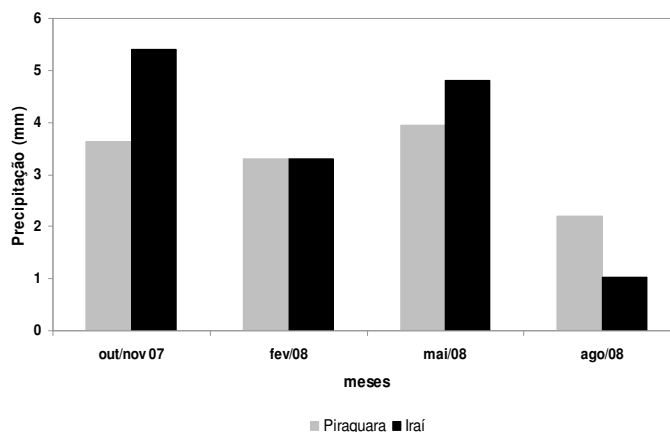


FIGURA 8 – PRECIPITAÇÃO ACUMULADA AO LONGO DO PERÍODO AMOSTRADO PARA OS RESERVATÓRIOS DO PIRAQUARA I E DO IRAÍ

O reservatório do Piraquara I apresentou menor turbidez e maior transparência da água quando comparados aos valores determinados para o Iraí. No Piraquara I a transparência máxima foi de 3,2 metros, enquanto que no Iraí foi de 1,1 metros (Figura 9).

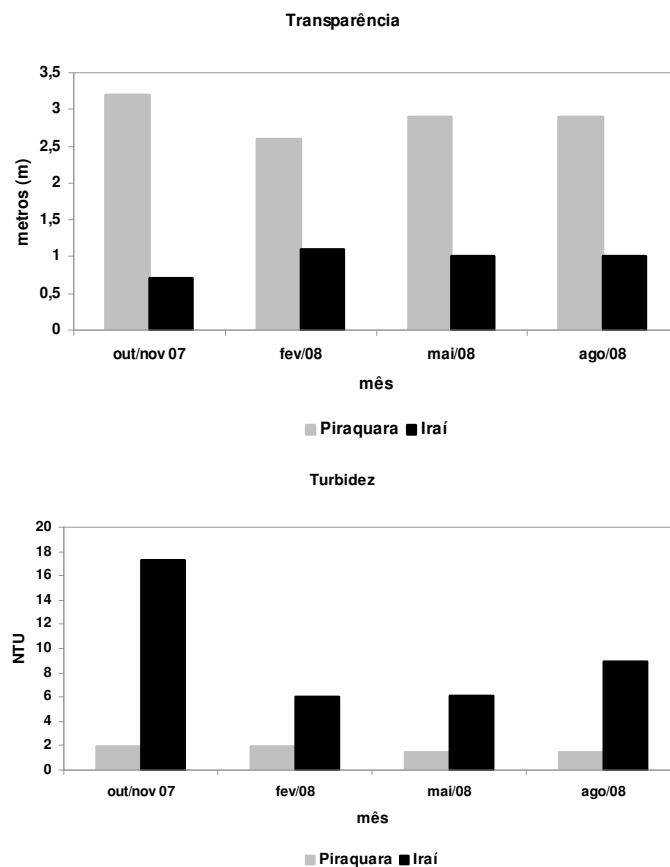


FIGURA 9 – VARIAÇÃO DA TRANSPARÊNCIA E TURBIDEZ DURANTE O PERÍODO AMOSTRADO NOS RESERVATÓRIOS DO PIRAQUARA I E DO IRAÍ.

O Reservatório do Piraquara I apresentou valores próximo ao neutro ao passo que o Iraí obteve valores tendendo a alcalinidade.

Quanto às formas totais de nitrogênio e fósforo, o nitrogênio apresentou maior concentração no Iraí nos meses de novembro e fevereiro. O Piraquara I obteve maior concentração de nitrogênio em agosto. Em relação aos valores de fósforo, estes foram sempre maiores no reservatório do Iraí (Figura 10).

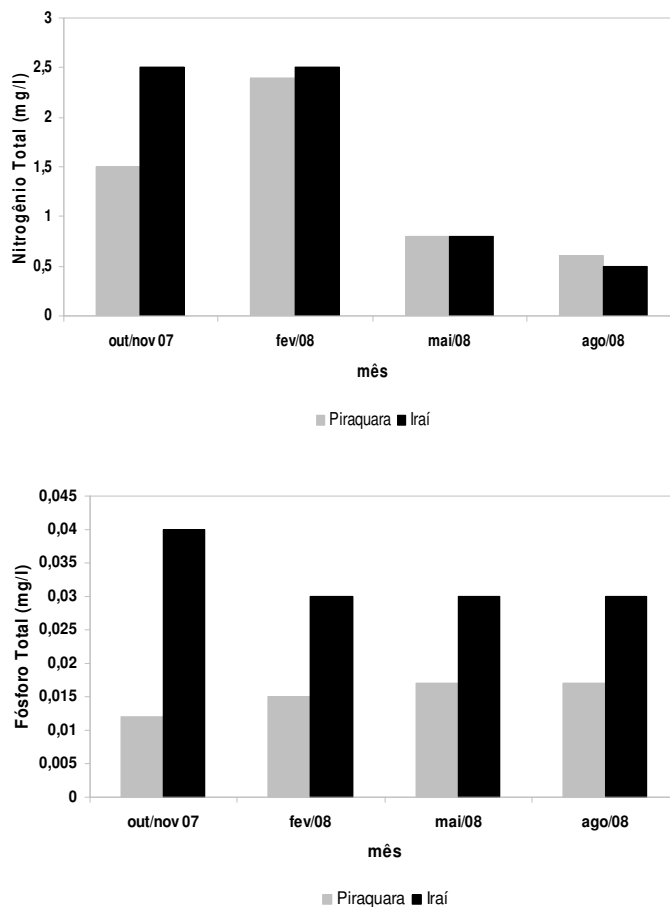


FIGURA 10 – CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL E FÓSFORO TOTAL NOS RESERVATÓRIOS DO PIRAQUARA I E DO IRAÍ DURANTE O PERÍODO AMOSTRADO.

O NO_3^- esteve em maior concentração no reservatório do Iraí, enquanto que NH_4^+ apresentou-se mais elevado no Piraquara I (Figura 11).

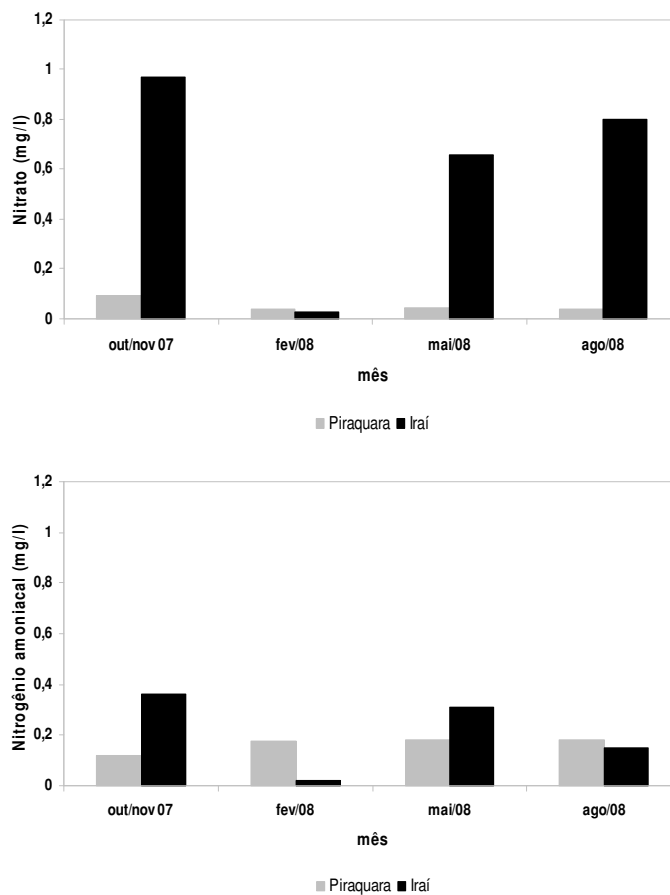


FIGURA 11 – FORMAS INORGÂNICAS DE NITROGÊNIO NOS RESERVATÓRIOS DO PIRAQUARA I E DO IRAÍ NO PERÍODO AMOSTRADO.

Em média, a demanda química e bioquímica de oxigênio foi pronunciadamente maior no Iraí. Oxigênio dissolvido não mostrou grande diferença entre os ambientes. A DBO_5 apresentou-se constante no Piraquara I, enquanto que no Iraí, no mês de fevereiro, houve um aumento brusco em relação aos outros meses. Quanto à DQO os mais altos valores foram verificados no Iraí em todos os períodos amostrados. No Piraquara I as concentrações foram maiores nos meses de outubro e fevereiro, diminuindo nos meses de maio e agosto. Já no Iraí os maiores valores foram encontrados nos meses de fevereiro e agosto (Figura 12).

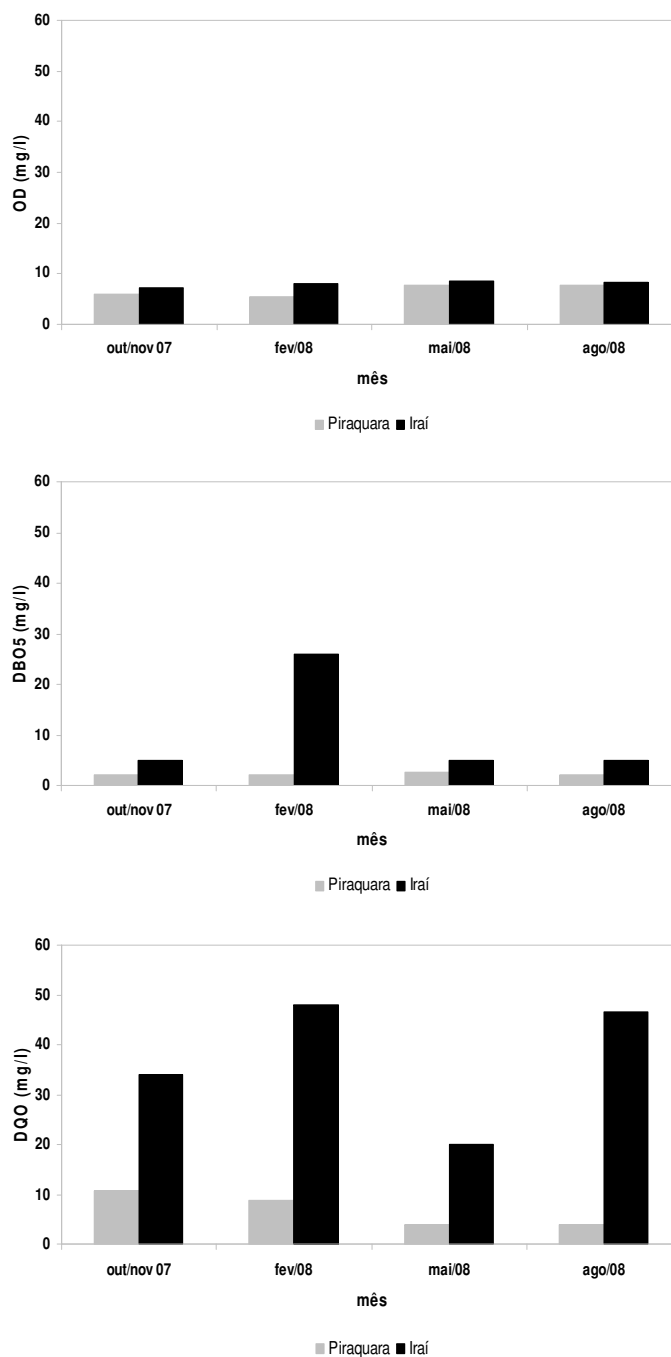


FIGURA 12 – OXIGÊNIO DISSOLVIDO, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO E DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO DO SISTEMA RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I E DO IRAÍ.

3.2 ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET)

Baseando-se nos dados fornecidos pelo IAP e SANEPAR (dados não publicados) definiu-se o Índice de Estado Trófico (IET) para determinar troficamente os ambientes.

O Reservatório de Piraquara I foi classificado como oligotrófico durante todo tempo analisado. Já o reservatório do Iraí variou foi classificado no mês de abril de 2007 como mesotrófico devido às quedas nas concentrações de fósforo total e teores de clorofila *a* com aumento da transparência da água. Nos outros meses com o aumento nas concentrações de nutriente e conseqüente acréscimo da biomassa fotossintética se apresentou eutrófico até o fim do período amostrado.

Os valores para a classificação trófica dos reservatórios do Piraquara I e do Iraí, encontram-se na tabela 4.

TABELA 4 - CLASSIFICAÇÃO TRÓFICA DOS RESERVATÓRIOS DO PIQUARA E DO IRAÍ DE ACORDO COM O IET MÉDIO (fevereiro/2007 a junho/2008).

Reservatórios	Fevereiro/abril* de	Outubro/setembro*	Fevereiro	Junho
	2007	2007	2008	2008
Piraquara I	42,83	32,57	35,79	37,59
Iraí	59,41*	58,52*	53,91	54,54

FONTE: IAP (dados não publicados)

A variação trófica pela qual os ambientes passaram durante os anos estudados pode ser visualizada na figura 13.

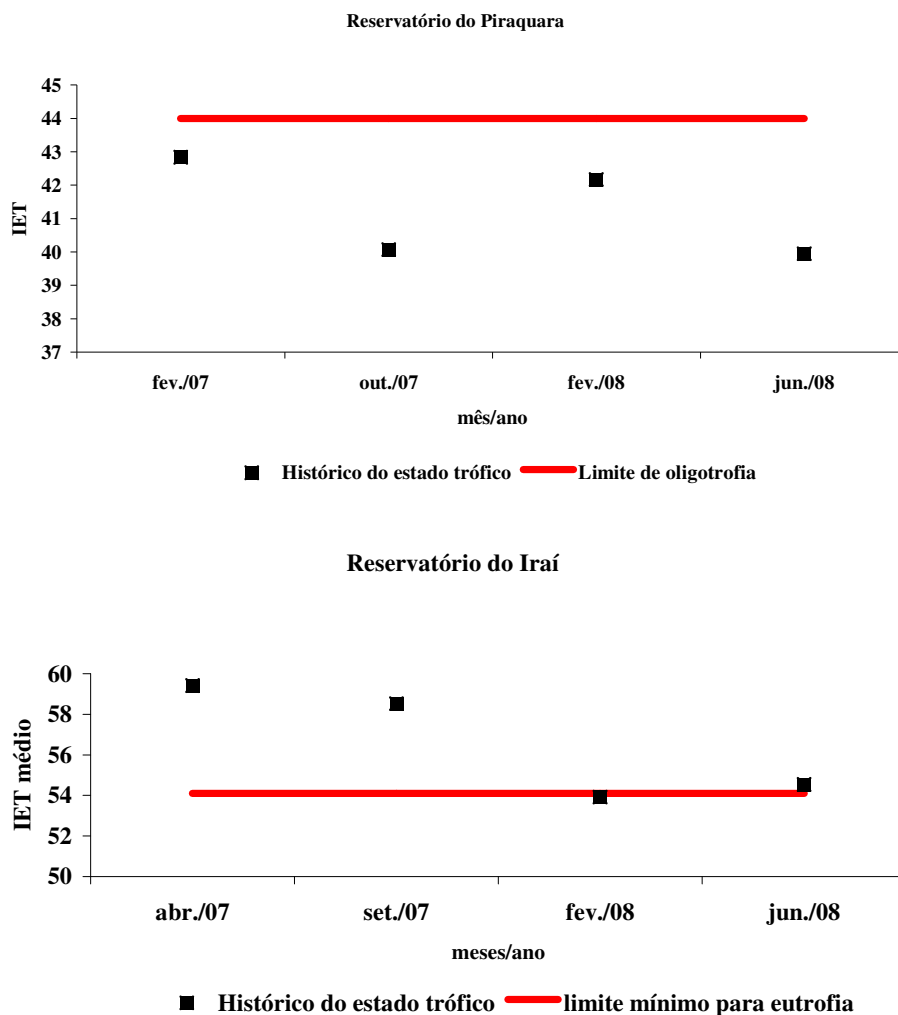


FIGURA 13 – ESTADO TRÓFICO DOS RESERVATÓRIOS DO PIRAQUARA I E DO IRAÍ NO PERÍODO DE 2007 A 2008.

3.3 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (ACP)

Como podemos observar na ACP (Figura 14, Tabela 5) os ambientes foram separados de acordo com seus aspectos físicos e químicos. O eixo 1 resumiu 56,08% da variabilidade dos dados, relacionando as variáveis físico-químicas com os ambientes de diferente estado trófico. O reservatório do Iraí (eutrófico), ordenado do lado esquerdo da ACP, ficou claramente separado do reservatório do Piraquara I (oligotrófico), posicionado do lado direito do eixo 1.

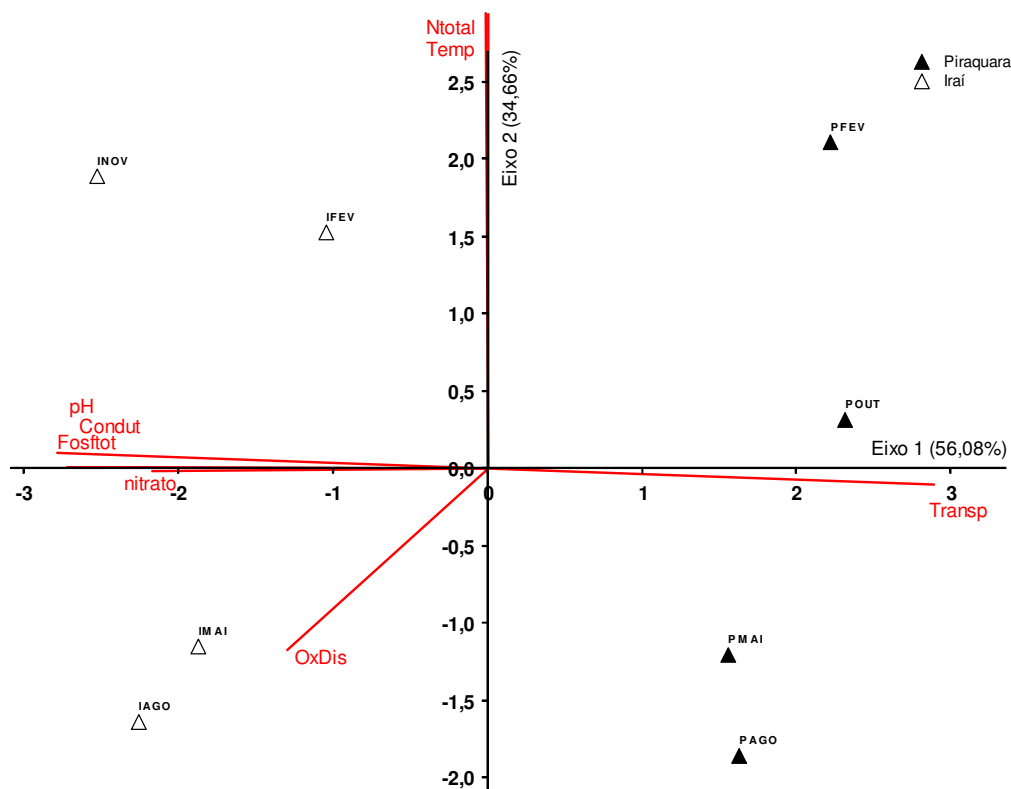


FIGURA 14 – BIPLLOT DA ACP COM ORDENAÇÃO DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DO AMBIENTE EUTRÓFICO E OLIGOTRÓFICO AO LONGO DOS MESES DE COLETA.

TABELA 5 – CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS ABIÓTICAS COM AS COMPONENTES PRINCIPAIS – RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA E DO IRAÍ.

Variáveis	Abreviações	Componentes principais	
		1	2
Nitrogênio Total (mg/L)	Ntotal	0,002	0,990
Fósforo Total (mg/L)	Fosftot	- 0,964	0,183
Transparência (metros)	Transp	0,980	- 0,182
Temperatura da água °C	Temp	- 0,064	0,991
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	OD	- 0,658	- 0,626
Condutividade (µS/cm)	Condut	- 0,936	0,059
Nitrato (mg/L)	Nitrato	- 0,851	- 0,070
pH	pH	- 0,953	0,037
Variação explicada		56,08%	34,66%

3.4 ANÁLISE FLORÍSTICA DAS DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS NO RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I

A comunidade de diatomáceas perifíticas do reservatório do Piraquara I estudada nos substratos lâminas de vidro (artificial) e *Polygonum* sp. (natural) foi representada por 30 gêneros e 71 táxons infragênicos, sendo 49 registrados no substrato artificial e 55 no natural. As espécies em comum somaram 33, 22 exclusivas de *Polygonum* sp. e 16 da lâmina de vidro (Tabela 6).

Os gêneros mais representativos foram em ordem decrescente: *Eunotia* (10), *Pinnularia* (8), *Fragilaria* (7); *Navicula* (6), *Gomphonema* e *Encyonopsis* (3), *Achnantheidium*, *Aulacoseira*, *Cyclotella*, *Encyonema*, *Frustulia*, *Luticola*, *Nitzschia* e *Stauroneis* (2), *Brachysira*, *Capartograma*, *Chamaepinnularia*, *Cocconeis*, *Denticula*, *Diadesmis*, *Discostella*, *Hantzschia*, *Nupela*, *Planothidium*, *Placoneis*, *Rhopalodia*, *Sellaphora*, *Staurosirella*, *Surirella*, *Thalassiosira* e *Ulnaria* (1).

Espécies pioneiras para o estado do Paraná foram 7: *Achnantheidium microcephalum*, *Brachysira neoexilis*, *Denticula kuetzingii*, *Frustulia undosa*, *Pinnularia gibba* var. *subundulata*, *Pinnularia microstauron* var. *rostrata* e *Placoneis elginensis*.

TABELA 6 – COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA DO SUBSTRATO LÂMINA DE VIDRO E DE *Polygonum* sp. DO RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I.

Espécies	Comprimento (µm)	Largura (µm)	Número de estrias em 10µm.	Diâmetro (µm)	Aréolas em 10µm	Outros
<i>Achnantheidium microcephalum</i> Kützing fig. 61	5,60 – 12,80	2,40	inconspícuas			
<i>A. minutissimum</i> (Kützing) Czarneci fig. 62,63	17,64 – 27,52	3,5– 4,5	inconspícuas			
<i>A. ambigua</i> var. <i>ambigua</i> Grunow in van Heurck fig. 21 - 25		4,0 – 13,6	12 - 16	4,0 – 8,0	8 - 17	altura da frústula: 8,10 – 28,0µm
<i>A. tenella</i> (Nygaard) Simonsen*fig. 20				9,41		
<i>Brachysira neoexilis</i> Lange-Bertalot fig. 70, 71	16,0 – 32,0	4,0 – 5,6	inconspícuas			
<i>Capartograma crucicola</i> (Grunow ec Cleve) Ross* fig. 99	29,6	8,8	21			
<i>Chamaepinnularia mediocris</i> (Krasske) Lange-Bertalot et Krammer fig. 83, 84	14,70 – 15,64	3,7-4,11	21 - 22			
<i>Cocconeis</i> sp. 1* fig. 66	8,8	5,6	10 em 8,8µm			
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing fig. 17			16	10 - 12		Rimopórtula: 1 - 2
<i>C. striata</i> (Kützing) Grunow* fig. 16			Estrias marginais:12	24,70 25,88	-	Câmaras: 3 Fultopórtulas: 12 – 14 Costelas: 7 – 9 em 10 µm
<i>Denticula kuetzingii</i> Grunow fig. 100 - 102	20,0 – 22,82	4,8–6,47	16 - 19			
<i>Diadesmis</i> sp.* fig. 67	17,64	3,64	Difícil visualização			
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve e Grunow) Houk e Klee fig. 18, 19			12-21	9,60 18,3	-	
<i>Encyonema neogracile</i> Krammer fig. 50	36,0 – 45,6	6,4–7,2	Dorsal: 12 - 15 Ventral: 12 - 15			
<i>E. silesiacum</i> (Bleisch in Rabenhorst) Mann** fig. 51, 52	17,39 – 17,82	5,0	Dorsal: 16 - 17 Ventral: 16			
<i>Encyonopsis schubartii</i> (Hustedt) Krammer fig. 54	30,4 – 33,6	6,40	Dorsal: 10 - 11 Ventral: 9 - 12			
<i>E. spicula</i> (Hustedt) Krammer fig. 53	37,86 - 40,0	6,26 - 6,52	Dorsal: 18 - 20 Ventral: 17 - 18			
<i>E. subminuta</i> Krammer e Reichardt* fig. 55	16,52	4,78	Difícil visualização			
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Mills*fig. 36	40,0	3,0	24			
<i>Eunotia flexuosa</i> Brébisson ex Kützing fig. 37	116,8 – 156,5	4,8 – 5,2	18 - 19			
<i>Eunotia implicata</i> Nörpel, Lange-Bertalot e Alles fig. 31, 31	17,21 - 27,0	3,90 - 4,34	17 - 18			
<i>E. intermedia</i> (Krasske) Nörpel & Lange-Bertalot** fig. 32	20,0	3,73	16			

continuação

Espécies	Comprimento (µm)	Largura (µm)	Número de estrias em 10µm.	Diâmetro (µm)	Aréolas em 10µm	Outros
<i>E. muscicola</i> var. <i>tridentula</i> Nörpel e Lange-Bertalot fig. 29	16,0 – 17,6	2,80 – 3,60	14			Ondulações: 3 - 4
<i>E. cf. parasiolli</i> Metzeltin & Lange-Bertalot** fig. 27, 28	19,56 – 26,52	3,21 – 4,60	10 - 14			
<i>E. subcuartoides</i> Alles, Nörpel-Schempo e Lange-Bertalot** fig. 26	18,4	2,4	16			
<i>E. sudetica</i> O. Müller** fig. 35	43,0 - 52,17	4,78 - 5,21	13 - 15			
<i>E. zygodon</i> Ehrenberg* fig. 34	54,0	10,0	13			
<i>Eunotia</i> sp. 1** fig. 38,39	28,7	4,34	17			Margem dorsal levemente ondulada
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>fragilarioides</i> (Grunow) Ludwig e Flores**	31,2 – 32,8	2,40	15 – 17			
<i>F. gracilis</i> Østrup fig. 40	50,4 – 77,6	1,6 – 2,4	16 - 20			
<i>F. rumpens</i> (Kützing) Carlson** fig. 44	34,78	2,86	16			
<i>F. vaucheriae</i> var. <i>capitellata</i> (Grunow) Patrick** fig. 43	30,4	2,4	12 - 15			
<i>Fragilaria</i> sp. 2 fig. 45, 46	24,5 – 31,73	2,34 – 3,13	16 - 17			
<i>Fragilaria</i> sp. 3 fig. 23, 24	33,0 – 67,0	2,17 – 2,60	15 - 17			
<i>Frustulia crassinervia</i> (Brébisson) Costa fig. 73	32,0 – 43,2	8,0 – 9,6	Difícil contagem			
<i>F. undosa</i> Metzeltin e Lange-Bertalot fig. 74	30,0 – 39,13	8,7 – 10,0	inconspícuas			
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg fig. 56, 57	21,0 - 46,4	4,0 – 8,0	11 – 17			
<i>G. lagenula</i> Kützing** fig. 60	17,8 – 21,7	4,78	18			
<i>G. parvulum</i> (Kützing) Kützing fig. 58, 59	12,0 – 20,0	3,2 – 5,6	11 – 17			
<i>Hantzchia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow** fig. 103	24,0	6,4	30			Fíbulas: 10 em 10µm
<i>Luticola mutica</i> (Kützing) Mann** fig. 69	12,78	4,78	Difícil visualização			
<i>L. saxophila</i> (W. Bock ex Hustedt) Mann fig. 68	13,9 – 19,13	6,34 – 7,82	19			
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing fig. 92, 94	23,2 – 39,2	4,8 – 6,0	12 - 17			
<i>N. cryptotenella</i> Lange-Bertalot fig. 95 - 96	20,0 – 35,0	2,4 – 5,6	12 – 18			
<i>N. leptostriata</i> Jorgensen fig. 97, 98	24,8 – 31,2	4,8 – 5,6	15 - 17			
<i>Navicula notha</i> Wallace fig. 90	24,8 – 32,8	4,8 – 5,6	14 - 17			
<i>N. tridentula</i> Krasske** fig. 85	20,8	4,0				
<i>Navicula</i> sp. 1* fig. 89	28,26	4,78	18			
<i>Naviculadicta</i> sp. fig. 86	10,0	4,0	Difícil contagem			
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) Wm. Smith fig. 104, 105	20,9 – 38,7	2,86 - 3,91	inconspícuas			Fíbulas: 15 em 10µm
<i>Nitzschia</i> sp. 2* fig. 106	19,55	4,78	22			Fíbulas: 10 em 10µm
<i>Nupela praecipua</i> (Reichardt) Reichardt** fig. 88	25,6	5,6	Difícil contagem			
<i>Pinnularia borealis</i> ** fig. 72	31,29	7,21	7			
<i>P. brauniana</i> (Grunow) Mills fig. 79, 80	48,0 - 52,8	7,39 - 8,0	12			
<i>P. gibba</i> var. <i>subundulata</i> (Mayer) Frenguelli** fig. 77	65,88	7,0	11			Razão C/L: 9,4
<i>P. grunowii</i> Krammer** fig. 81	41,76	7,64	13			Razão C/L: 5,46
<i>P. microstauron</i> var. <i>rostrata</i> Krammer fig. 75, 76	30,4 – 32,0	3,2 – 5,6	12 - 14			Razão C/L: 5,71 - 9,5
<i>P. neomajor</i> Krammer** fig. 91	213,0	30,4	6			
<i>P. subgibba</i> Krammer** fig. 78	55,88	7,0	12			
<i>Pinnularia</i> sp.** fig. 82	47,4	6,26	11			
<i>Planothidium lanceolatum</i> var. <i>rostrata</i> Hustedt** fig. 64, 65	19,56	6,34	16			
<i>Placoneis</i> cf. <i>elginensis</i> (Gregory) Cox* fig. 49	34,78	9,56	15			
<i>Rhopalodia gibberula</i> var. <i>vanheurckii</i> O. Müller* fig. 109	36,95	8,7	16			Costelas: 40 em 10µm
<i>Sellaphora rectangularis</i> (W. Gregory) Lange-Bertalot* fig. 87	31,5	7,8	24			

continuação

Espécies	Comprimento (µm)	Largura (µm)	Número de estrias em 10µm.	Diâmetro (µm)	Aréolas em 10µm	Outros
<i>Stauroneis gracilior</i> Reichardt fig. 108	48,7 – 52,0	8,7 – ,56	Difícil visualização			
<i>S. phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg** fig. 107	96,5	18,2	19			
<i>Stausosirella pinnata</i> (Ehrenberg) Williams e Round fig. 47, 48	8,7 – 14,34	3,7 - ,85	7 - 12			
<i>Surirella linearis</i> Smith var. <i>constricta</i> Grunow* fig. 110	78,2	11,30	Difícil visualização			Processos aliformis: 3 em 10µm
<i>Synedra delicatissima</i> Wm. Smith fig. 42	76,0 – 79,2	1,6 – 2,0	16			
<i>Thalassiosira rudis</i> Tremarin, Ludwig, Becker e Torgan* fig. 15a				14,78	13	Fultopórculas: 3 em 10 µm Rimopórculas: 2
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère* fig. 41	116	5,55	13			

* Espécies exclusivas do substrato lâmina de vidro

** Espécies exclusivas de *Polygonum* sp.

A similaridade entre a comunidade perifítica de ambos os substratos foi de 45,6% a 49,6% nos meses de outubro/07, fevereiro e maio de 2008 e 60% em agosto/2008. O mês de outubro de 2007 formou um grupo isolado, pelos substratos apresentarem maior número de espécies exclusivas. O mês de agosto de 2008 apresentou a maior similaridade entre os substratos, esse mês caracterizou-se por apresentar o maior riqueza e maior número de espécies em comum (Figura 15, Anexo 2).

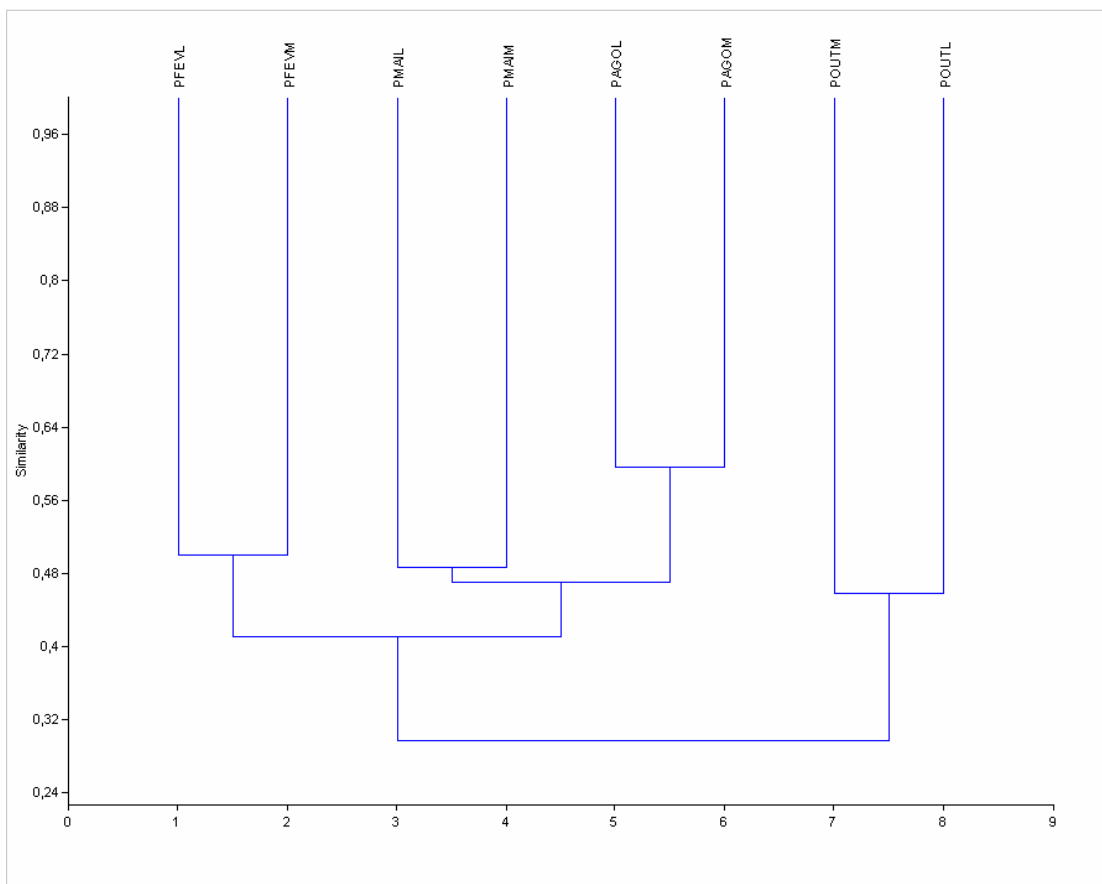
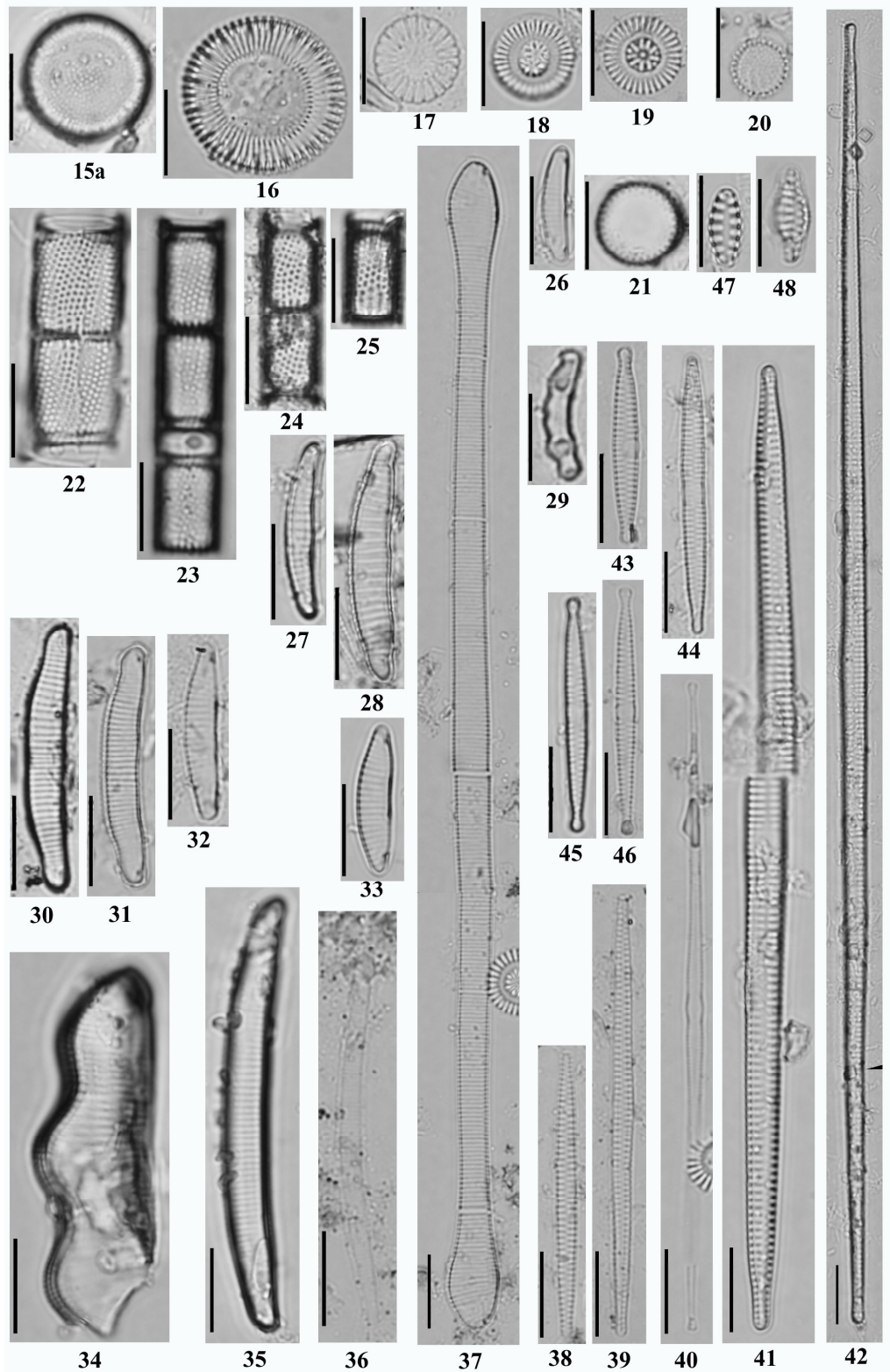
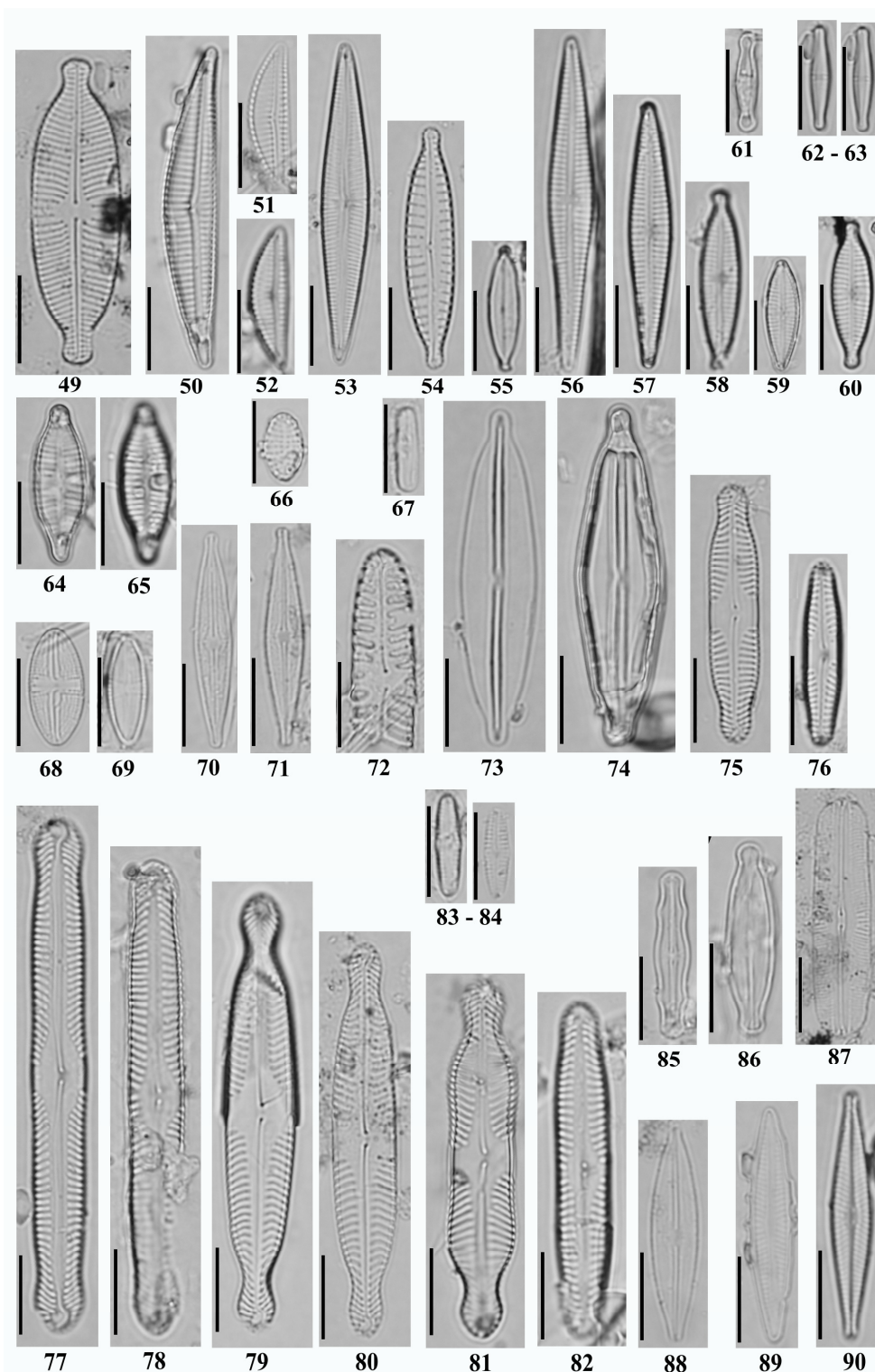


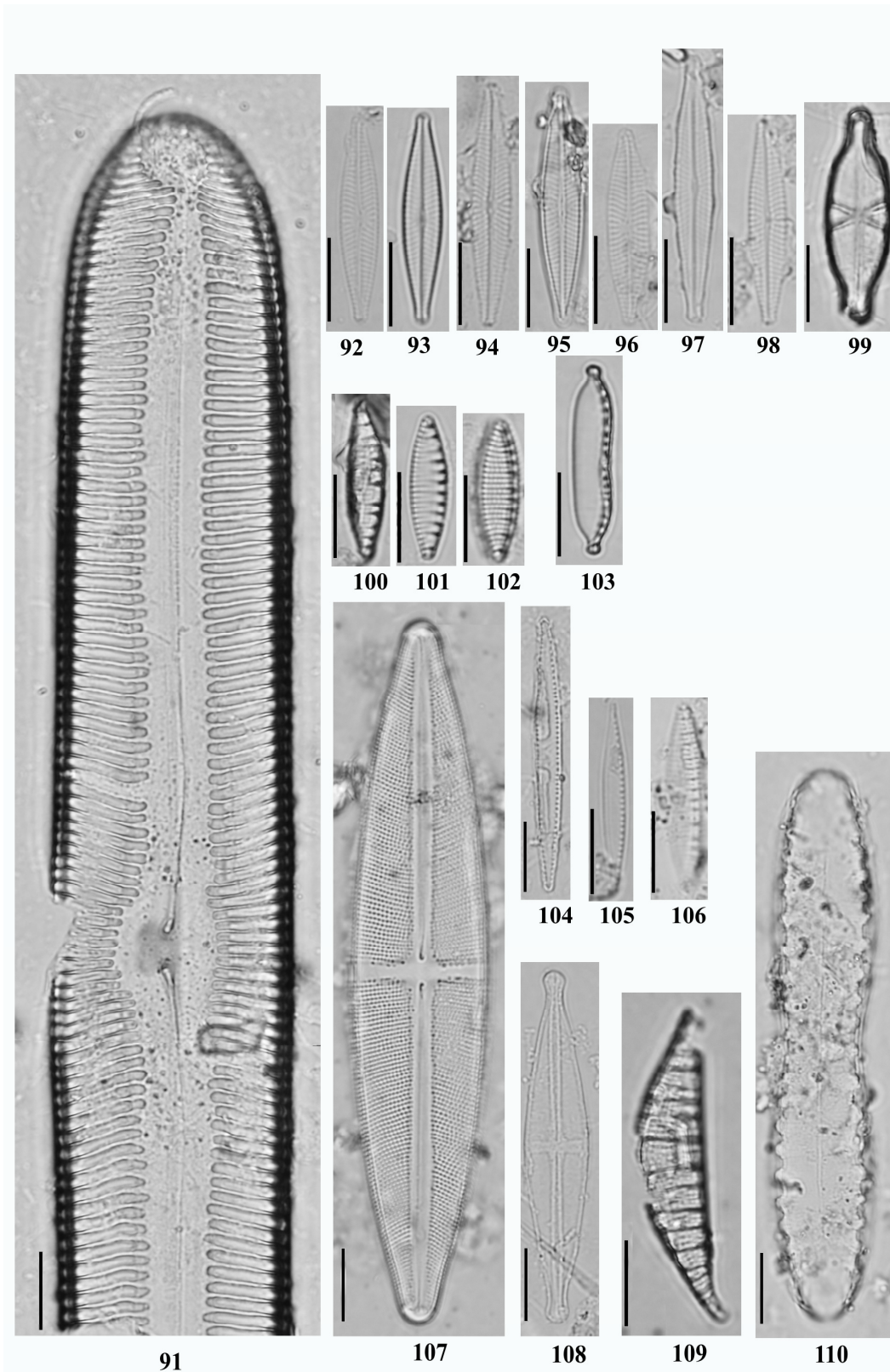
FIGURA 15 – DENDROGRAMA DA ANÁLISE DE SIMILARIDADE ENTRE OS SUBSTRATOS LÂMINA DE VIDRO E *POLYGONUM* SP. NO RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I.
 LEGENDA: (P) PIRAQUARA; (FEV) FEVEREIRO; (MAI) MAIO; (AGO) AGOSTO; O (OUT) OUTUBRO; (L) LÂMINA; (M) MACRÓFITA.



Figuras 15a – 48. 15a – *Thalassiosira rudis*; 16 – *Cyclotella striata*; 17 – *C. meneghiniana*; 18, 19 – *Discostella stelligera*; 20 – *Aulacoseira tenella*; 21–25 – *A. ambigua* var. *ambigua*; 26 – *Eunotia subarcuatoides*; 27, 28 – *E.* cf. *parasiolli*; 29 – *E. muscicola* var. *tridentula*; 30, 31 – *E. implicata*; 32 – *E. intermedia*; 33 – *E.* sp. 1; 34 – *E. zygodon*; 35 – *E. sudetica*; 36 – *E. bilunaris*; 37 – *E. flexuosa*; 38, 39 – *Fragilaria* sp. 3; 40 – *F. gracilis*; 41 – *Ulnaria ulna*; 42 – *Synedra delicatissima*; 43 – *Fragilaria vaucheriae* var. *capitellata*; 44 – *F. rumpens*; 45, 46 – *Fragilaria* sp. 2; 47, 48 – *Stausirella pinnata*.



Figuras 49 – 90. 49 – *Placoneis elgeniensis*; 50 – *Encyonema neogracile*; 51, 52 – *E. silesiacum*; 53 – *Encyonopsis spicula*; 54 – *E. schubartii*; 55 – *E. subminuta*; 56, 57 – *Gomphonema gracile*; 58, 59 – *G. parvulum*; 60 – *G. lagenula*; 61 – *Achnanthidium microcephalum*; 62, 63 – *A. minutissimum*; 64, 65 – *Planothidium lanceolatum* var. *rostrata*; 66 – *Cocconeis* sp.; 67 – *Diadesmis* sp.; 68 – *Luticola saxophila*; 69 – *L. mutica*; 70, 71 – *Brachysira neoexilis*; 72 – *Pinnularia borealis*; 73 – *Frustulia crassinervia*; 74 – *F. undosa*; 75, 76 – *Pinnularia microstauron* var. *rostrata*; 77 – *P. gibba* var. *undulata*; 78 – *P. subgibba*; 79, 80 – *P. brauniana*; 81 – *P. grunowii*; 82 – *P. sp.*; 83, 84 – *Chamaepinnularia mediocris*; 85 – *Navicula tridentula*; 86 – *Naviculadicta* sp.; 87 – *Sellaphora rectangularis*; 88 – *Nupela praecipua*; 89 – *Navicula* sp. 1; 90 – *N. notha*.



Figuras 91 – 110. 91 – *Pinnularia neomajor*; 92 – 94 – *Navicula cryptocephala*; 95, 96 – *N. cryptotenella*; 97, 98 – *N. leptostriata*; 99 – *Capartogramma crucicola*; 100 – 102 – *Denticula kuetzingii*; 103 – *Hantzschia amphioxys*; 104, 105 – *Nitzschia palea*; 106 – *N. sp. 2*; 107 – *Stauroneis phoenicenteron*; 108 – *S. gracilior*; 109 – *Rhopalodia gibberula* var. *vanheurckii*; 110 – *Surirella linearis* var. *constricta*

3.5 ANÁLISE FLORÍSTICA DAS DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS NO RESERVATÓRIO DO IRAI

A comunidade de diatomáceas perifíticas do reservatório do Piraquara I estudada nos substratos lâminas de vidro (artificial) e *Polygonum* sp. (natural), está representada por 38 gêneros e 114 táxons infragenéricos, sendo 90 registradas em substrato natural e 81 em substrato artificial. Foram 60 espécies em comum, 21 exclusivas do substrato artificial e 30 do natural (Tabela 7). Os gêneros mais representativos foram em ordem decrescente: *Eunotia* (15), *Fragilaria* (10), *Gomphonema* e *Navicula* (8), *Pinnularia* (6), *Nitzschia*, *Aulacoseira* (5), *Encyonema*, *Stauroneis* e *Surirella* (4), *Encyonopsis* e *Frustulia* (3), *Brachysira*, *Craticula*, *Cymbella*, *Diploneis*, *Discostella*, *Neidium*, *Sellaphora* (2), *Achnantheidium*, *Asterionella*, *Caloneis*, *Chamaepinnularia*, *Cocconeis*, *Craticula*, *Cyclotella*, *Cymbopleura*, *Diadesmis*, *Hantzschia*, *Hippodonta*, *Luticola*, *Naviculadicta*, *Placoneis*, *Planothidium*, *Rhopalodia*, *Stenopeterobia*, *Synedra*, *Thalassiosira* e *Ulnaria* (1). Os táxons estão ilustrados no Anexo XX.

Espécies pioneiras para o estado do Paraná foram 5: *Cymbella charrua*, *Discostella stelligeroides*, *Navicula kuseliana* e *Navicula wildii*.

TABELA 7 – COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA DO SUBSTRATO LÂMINA DE VIDRO E DE *POLYGONUM* SP. DO RESERVATÓRIO DO IRAÍ.

Espécies	Comprimento (µm)	Largura (µm)	Número de estrias em 10µm.	Diâmetro (µm)	Aréolas em 10µm	outros
<i>Achnanthydium minutissimum</i> (Kützing) Czamecki fig. 228-231	10,4 – 18,26	2,40 – 3,32	inconspícuas			
<i>Asterionella formosa</i> Hassal fig. 157, 158	39,7 – 65,6	2,40 – 2,43	inconspícuas			
<i>A. ambigua</i> var. <i>ambigua</i> Grunow in van Heurck fig. 143 – 146		4,0 – 7,30	7 - 14	4,0	10 - 14	altura da frústula: 8,90 – 12,0µm
<i>A. ambigua</i> var. <i>ambigua</i> f. <i>spiralis</i> (Skuja) Ludwig fig. 147		4,4 – 4,8	12 - 16		12 - 16	altura da frústula: 9,6 – 20,0µm
<i>A. granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen fig. 148 - 151		3,12 – 13,6	9 - 16		8 – 17	altura da frústula: 8,10 – 28,0µm
<i>Aulacoseira pusilla</i> (Meister) Tuji e Houk* fig. 139, 140 e 142				6,4		altura da frústula: 2,40 – 4,80µm
<i>A. tenella</i> (Nyggaard) Simonsen fig. 141				4,85 – 5,60	10	
<i>Brachysira neoexilis</i> Lange-Bertalot fig. 245, 246, 250, 251	23,2 – 26,4	4,8 – 5,6				
<i>B. rostrata</i> (Krasske) fig. 249	53,60 – 60,0	12,80	19 - 22			
<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve** fig. 268-270	22,4 – 35,2	6,4	20 - 22			
<i>Chamaepinnularia mediocris</i> (Krasske) Lange-Bertalot** fig. 271	11,3	3,13	20			
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) Van Heurck** fig. 227	21,65	11,7	23			
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) Mann* fig. 296	37,55	7,8	21			
<i>C. halophila</i> (Grunow ex Van Heurck) Mann* fig. 297	21,6	5,6	18			
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing fig. 115, e 118			9 – 10	12,0 – 12,8		
<i>Cymbella charrua</i> Metzeltin, Lage-Bertalot e García-Rodríguez* fig. 214	76,0 – 129,0	17,6 – 24,0	Dorsal: 9 – 12 Ventral: 8 – 12			
<i>C. tumida</i> (Brébisson) Van Heurck fig. 215	64,0 – 80,0	16,0 – 21,6	Dorsal: 7 – 12 Ventral: 5 – 12			
<i>Cymbopleura naviculiformis</i> (Acurswald) Krammer fig. 179 e 181	32,0 – 33,6	8,0 – 9,6	Dorsal: 12 – 14 Ventral: 13 – 15			
<i>Diadsmis contenta</i> (Grunow ex Van Heurck) Mann fig. 234, 235	9,6 – 10,4	2,4 – 3,2	Difficil de visualizar			
<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve** fig. 273	20,0 – 27,2	11,0 – 16,0	10 – 13		16	
<i>D. subovalis</i> Cleve** fig. 272	21,1 - 32,0	12,8 - 15,2	11		13 - 14	
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve e Grunow) Houk e Klee fig. 123 -125			12-21	7,2 – 18,3		
<i>D. stelligeroides</i> (Hustedt) Houk et Klee fig. 116, 117 e 119			15 – 24	7,20 – 11,3		
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse in Rabenhorst) D. G. Mann fig. 209, 210	19,2 - 21,6	6,4	Dorsal: 9 - 13 Ventral: 12 - 15			
<i>E. neomesianum</i> Krammer fig. 216, 217	29,6 – 40,8	8,0 – 11,2	Dorsal: 9 - 10 Ventral: 8 – 10			
<i>E. riotecense</i> Krammer fig. 213 e 218	25,6 – 31,2	6,4 – 7,2	Dorsal: 13 – 15 Ventral: 14 - 15			

continuação

Espécies	Comprimento (µm)	Largura (µm)	Número de estrias em 10µm.	de em	Diâmetro (µm)	Aréolas em 10µm	Outros
<i>E. silesiacum</i> (Bleisch in Rabenhorst) Mann fig. 211, 212	42,4 – 54,4	11,2 – 12,0	Dorsal: 8 – 11 Ventral: 8 – 12				
<i>Encyonopsis microcephala</i> (Grunow) Krammer** fig. 205	19,5 – 20,0	3,9 – 4,3	23 - 24				
<i>E. schubartii</i> (Hustedt) Krammer fig. 201-203	26,4 – 33,6	6,40	Dorsal: 10 Ventral: 12				
<i>E. subminuta</i> Krammer e Reichardt** fig. 204	17,6 – 18,4	4,0	Dorsal: e ventral: 15				
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Mills fig. 176, 177	34,4 – 128,8	2,4 - 4	12 - 17				
<i>E. camelus</i> Ehrenberg fig. 173-175	22,4 - 64,0	4,8 - 7,2	10 - 14				Ondulações: 2 - 4
<i>E. didyma</i> Grunow* fig. 182 e 190	61,6	11,2	12				Ondulações: 3
<i>E. flexuosa</i> Bréisson ex. Kützing** fig. 184	88,0 – 149,6	4,8 – 5,6	14 – 19				
<i>E. maior</i> Rabenhorst* fig. 185	89,1	6,95	15				
<i>E. minor</i> (Kützing) Grunow fig. 153, 159	22,94 - 33,52	4,70 – 5,88	17 - 18				
<i>E. muscicola</i> var. <i>tridentula</i> Nörpel e Lange-Bertalot* fig. 156	14,4 – 17,6	2,8 - 4,0	16 – 14				Ondulações: 3 - 4
<i>E. naegelli</i> Migula fig. 186, 187	60,0 – 106,5	2,4 – 4,3	13 – 16				
<i>E. pirla</i> Carter e Flower* fig. 180	40,58	7,0	14				
<i>E. rabenhorstii</i> Grunow fig. 154, 161	20,0 – 27,2	7,2 – 8,0	12 – 15				
<i>E. rhomboidea</i> Hustedt** fig. 152 e 160	14,11 – 28,0	3,52 – 4,8	15 – 17				
<i>E. subarcuatoidea</i> Alles, Nörpel-Schempo e Lange-Bertalot** fig. 155	11,17	3,47	20				
<i>E. sudetica</i> O. Müller fig. 183 e 189	16,8 - 17,6	4,0 – 4,8	15				
<i>Eunotia</i> sp. 2 fig. 162	15,88	3,52	18				
<i>Eunotia</i> sp. 3 fig. 188	56,47	5,88	13				
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>fragilarioides</i> (Grunow) Ludwig e Flores** fig. 138	31,2 – 32,8	2,40	15 – 17				
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton fig. 164, 165	48,8 – 72,0	2,4 – 2,8	12 – 17				
<i>F. goulardii</i> (Bréisson) Lange-Bertalot** fig. 315	73,9	9,1	11				
<i>F. gracilis</i> Østrup fig. 163, 166-168	32,0 – 51,2	2,0 – 2,5	15 – 18				
<i>F. javanica</i> Hustedt** fig. 128, 129	30,4 – 38,4	5,6 - 6,4	18 - 22				
<i>F. rumpens</i> (Kützing) Carlson fig. 134-137	20,0 – 31,2	2,4 – 2,8	12 – 17				
<i>F. vaucheriae</i> (Kützing) Petersen fig. 121, 122	13,0 -24,0	2,8-3,2	12-15				
<i>F. vaucheriae</i> var. <i>capitellata</i> (Grunow) Patrick fig. 120	9,6 – 25,6	2,4 - 4,0	12 - 14				
<i>Fragilaria</i> sp.1 fig. 126, 127	25, 2 -39,84	2,07-2,9	12-16				
<i>Fragilaria</i> 2 fig. 130-133	45,6 – 65,2	2,4 – 3,2	14 - 16				
<i>Fragilaria</i> sp. 3** fig. 314	30,4 – 39,2	2,0 – 2,4	12 – 14				
<i>Frustulia crassinervia</i> (Bréisson) Costa fig. 240, 241	32,0 – 43,2	8,0 – 9,6	Difícil contagem				
<i>F. neomundana</i> Lange-Bertalot e Rumich fig. 242, 243	33,6 – 37,0	8,0 – 8,8	20				
<i>F. saxonica</i> Rabenhorst** fig. 244	36,8 – 42,4	8,8	Difícil contagem				

continuação							
Espécies	Comprimento (µm)	Largura (µm)	Número estrias 10µm.	de em	Diâmetro (µm)	Aréolas em 10µm	Outros
<i>Gomphonema affine</i> Kützing* fig. 222-224							
<i>G. gracile</i> Ehrenberg fig. 238, 239	21,0 -54,4	4,0 – 8,8	11 – 17				
<i>G. lagenula</i> Kützing fig. 192	17,6 – 24,8	4,8 – 7,2	11 - 16				
<i>G. laticollum</i> Reichardt fig. 219-221	34,4 – 46,4	10,4 – 12,8	10 – 13				
<i>G. parvulum</i> (Kützing) Kützing var. <i>parvulum</i> fig. 193-195	15,0 – 20,8	4,0 – 5,6	11 – 17				
<i>G. cf. pseudoaugur</i> Lange-Bertalot* fig. 225	24,8 – 28,0	4,8 – 5,6	12 – 16				
<i>G. pumilum</i> (Grunow) Reichardt e Lange-Bertalot* fig. 191	13,47	3,9	13				
<i>G. sp. 1</i> fig. 206-208	32,8 – 37,6	4,8 – 7,2	11 – 15				
<i>G. sp. 2</i> * fig. 199, 200	40,8	5,6	13				
<i>G. sp. 3</i> * fig. 196-198							
<i>Hantzchia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow fig. 304, 305	49,6 – 65,72	6,4 – 6,5	22 - 23				Fíbulas em 10µm: 10
<i>Hippodonta hungarica</i> (Grunow) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski ** fig. 289	20	4,8 – 5,6	12				
<i>Luticola mutica</i> (Kützing) Mann fig. 226, 236, 237	16,0 – 27,2	6,4 – 7,2	16 – 20			10	
<i>Navicula clementis</i> Grunow var. <i>linearis</i> Brander ex Hustedt** fig. 288	30,0	11,7	23				
<i>N. cryptocephala</i> Kützing fig. 281, 282	23,2 – 39,2	4,8 – 8,8	12 -16				
<i>N. cryptotenella</i> Lange-Bertalot fig. 274, 275, 283, 284	20,0 – 30,4	4,8 – 5,6	12 – 14				
<i>N. kuseliana</i> Lange-Bertalot e Rumrich fig. 279, 280	44,0 – 54,4	8,8 – 10,4	13 - 15				
<i>N. leptostriata</i> Jorgensen* fig. 285	33,0	5,0	17				
<i>N. viridula</i> (Kützing) Ehrenberg** fig. 276	54,3	8,2	17				
<i>N. wildii</i> Lange-Bertalot fig. 278	44,0 – 57,6	6,4 – 9,6	13 - 15				
<i>N. viridulacalcis</i> var. <i>neomundana</i> Lange-Bertalot e Rumrich* fig. 277	60,9	11,3	9				
<i>Naviculadicta</i> sp. fig. 286, 287	10,0 - 15,2	4,0 – 4,78	Difficil contagem				
<i>Neidium affine</i> (Ehrenberg) Pfitzer** fig. 252	37,6 – 40,0	8,0 – 8,8	22				
<i>N. ampliatum</i> (Ehrenberg) Krammer** fig. 253	34,4 – 51,2	12 - 22	22 - 24				
<i>Nitzschia clausii</i> Hantzsch* fig. 299	39,2	3,2					Fíbulas: 12 em 10 µm
<i>N. gracilis</i> Hantzsch fig. 298	36,0 – 60,0	2,4 – 4,0	Inconspícuas				Fíbulas: 10 – 15 em 10µm
<i>N. palea</i> (Kützing) Wm. Smith fig. 300	14,6 – 39,6	2,0 – 4,0	inconspícuas				Fíbulas: 9 – 13 em 10 µm
<i>N. perminuta</i> (Grunow) Peragallo** fig. 303	25,6 – 27,2	2,4 – 3,2	Inconspícuas				Fíbulas: 9 - 11 em 10 µm
<i>N. sp. 1</i> fig. 301, 302	28,0 – 32,0	3,2	18 - 22				Fíbulas: 11 - 12 em 10 µm
<i>Pinnularia borealis</i> var. <i>rectangularis</i> Carlson fig. 266	27,6 – 32,0	6,4 – 7,2	4 - 5				
continuação							

Espécies	Comprimento (µm)	Largura (µm)	Número estrias 10µm.	de em	Diâmetro (µm)	Aréolas em 10µm	outros
<i>P. borealis</i> var. <i>scalaris</i> (Ehrenberg) Rabenhorst* fig. 264, 265	24,77	6,0	5				
<i>P. brauniana</i> (Grunow) Mills* fig. 267	34,4 – 39,2	5,6 – 6,4	12				
<i>P. divergens</i> var. <i>media</i> ** fig. 261-263							
<i>P. gibba</i> Ehrenberg var. <i>gibba</i> fig. 258, 259	60,0 – 78,4	8,8 – 11,2	10 – 12				
<i>P. microstauron</i> var. <i>rostrata</i> Krammer fig. 256, 257	24,0 – 30,4	1,8 – 5,6	14 – 16				
<i>P. subgibba</i> var. <i>lanceolata</i> * fig. 260							
<i>P. viridiformis</i> Krammer** <i>Placoneis</i> cf.	70,4 – 107,2	13,6 – 16,0	11				
<i>pseudoanglica</i> (Lange-Bertalot) Cox* fig. 178	20,0	7,65	16				
<i>Planothidium lanceolatum</i> var. <i>rostrata</i> Hustedt* fig. 232, 233	12,8	5,6	14				
<i>Rhopalodia gibberula</i> var. <i>vanheurckii</i> O. Müller fig. 306, 308	22,0 – 40,8	4,8 – 8,0	15 - 20				Costelas: 3 - 4
<i>Sellaphora capitata</i> Mann e McDonald fig. 247, 248	18,4 – 28,0	5,6 – 7,2	16 - 22				
<i>S. rectangularis</i> (W. Gregory) Lange-Bertalot ** fig. 254, 255	24,34 – 26,5	6,95	24 - 25				
<i>Stauroneis gracilior</i> Reichardt** fig. 294	55,2 – 83,2	9,6 – 16,0	18 - 22				
<i>S. microbutsa</i> Reichardt** fig. 290-292	17,8 – 20,0	4,86 – 5,65					
<i>S. phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg** fig. 295	87,2	15,2	16				
<i>S. anceps</i> Ehrenberg** fig. 193	47,7	12,17	22				
<i>Stenopterobia delicatissima</i> (Lewis) Van Heurck* fig. 313	50,8	4,35	Difícil visualização				Processos aliformis: 6 em 10 µm
<i>Surirella angusta</i> Kützing fig. 310	26,4 – 33,6	6,4 – 8,0					Processos aliformis: 6 – 8 em 10 µm
<i>S. linearis</i> Smith var. <i>linearis</i> ** fig. 312	40,8 – 52,8	12 - 18	16 - 18				Processos aliformis: 4 em 10 µm
<i>S. linearis</i> Smith var. <i>constricta</i> Grunow** fig. 316	60,0 – 105,6	12,0 – 23,2					Processos aliformis: 3 - 2 em 10 µm
<i>S. splendens</i> fig. 317	113,84	39,23					Processos aliformis: 2 em 10 µm
<i>Surirella</i> sp.** fig. 311	42,1	11,3	16				Processos aliformis: 3 em 10 µm
<i>Synedra delicatissima</i> Wm. Smith fig. 169, 170	62,4 – 80,4	2,4 – 3,2	14 - 16				
<i>Thalassiosira rudis</i> Tremarin, Ludwig, Beker e Torgan fig. 112-114					11,2 – 15,2	13 – 15	Fíbulas: 4 – 5 em 10 µm Rimopórtulas: 1 – 3
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère* fig. 171, 172	90,0 -189,0	4,0 – 4,8	9-14				

* Espécies exclusivas da lâmina de vidro

** Espécies exclusivas de *Polygonum* sp.

Maior riqueza de espécies foi verificada no mês de maio de 2008 para o substrato artificial (58) e no mês de novembro de 2007 para o substrato natural (66).

O substrato artificial não se agrupou com o natural em relação ao mesmo mês de coleta. Maiores similaridades foram vistas entre os meses de coleta. A comunidade encontrada em substrato natural nos meses de novembro de 2007 e fevereiro de 2008 apresentaram 63,2% de similaridade, e foram os dois meses de maior riqueza de espécies, com 66 e 59, respectivamente, e com 47 espécies em comum. O mês de maio e agosto de 2008 teve 48,0% de similitude, apresentando os menores valores para a riqueza, 45 e 28, respectivamente, com 25 espécies em comum.

Em relação ao substrato artificial os meses de fevereiro e maio de 2008 tiveram 68,0% de similaridade, apresentando cada um 50 e 58 espécies, com 42 espécies em comum. Já o mês de agosto de 2008, que obteve menor riqueza (20 espécies) durante todo período amostrado, ficou separado de todos os grupos e sua similaridade foi de 32,0% com a comunidade encontrada em ambos os substratos.

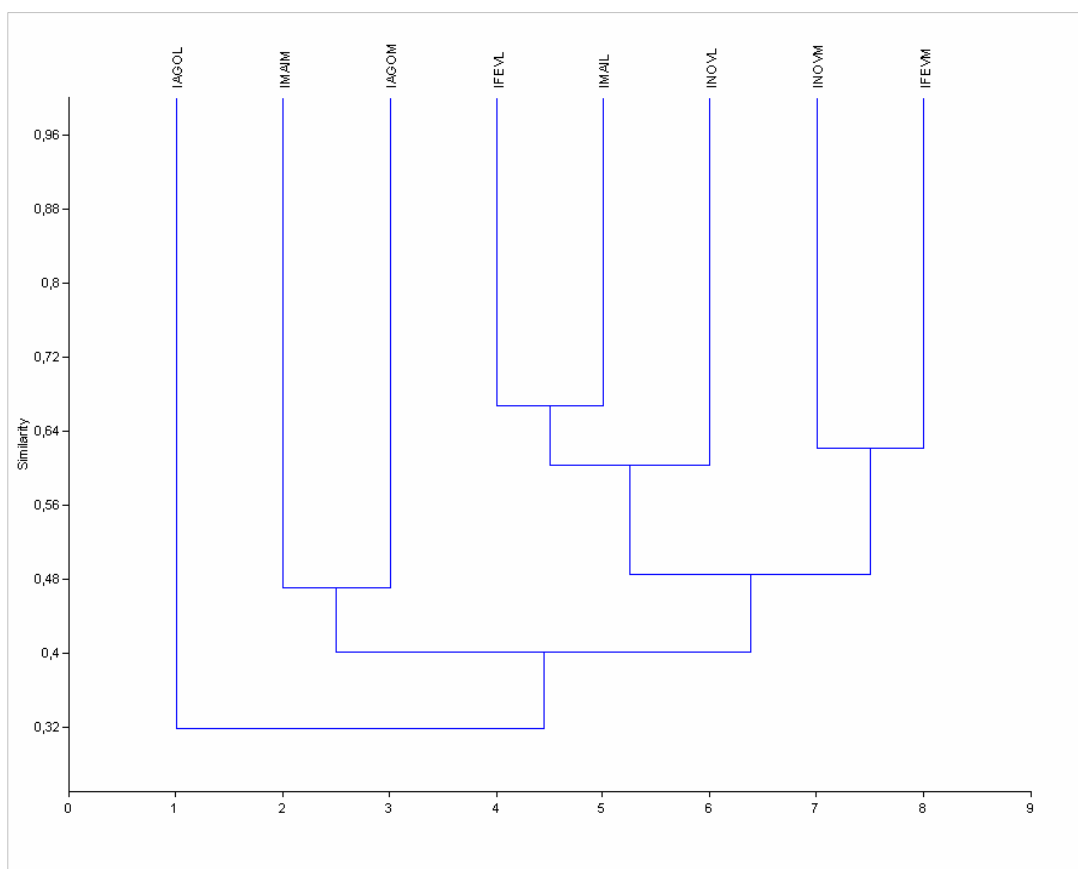
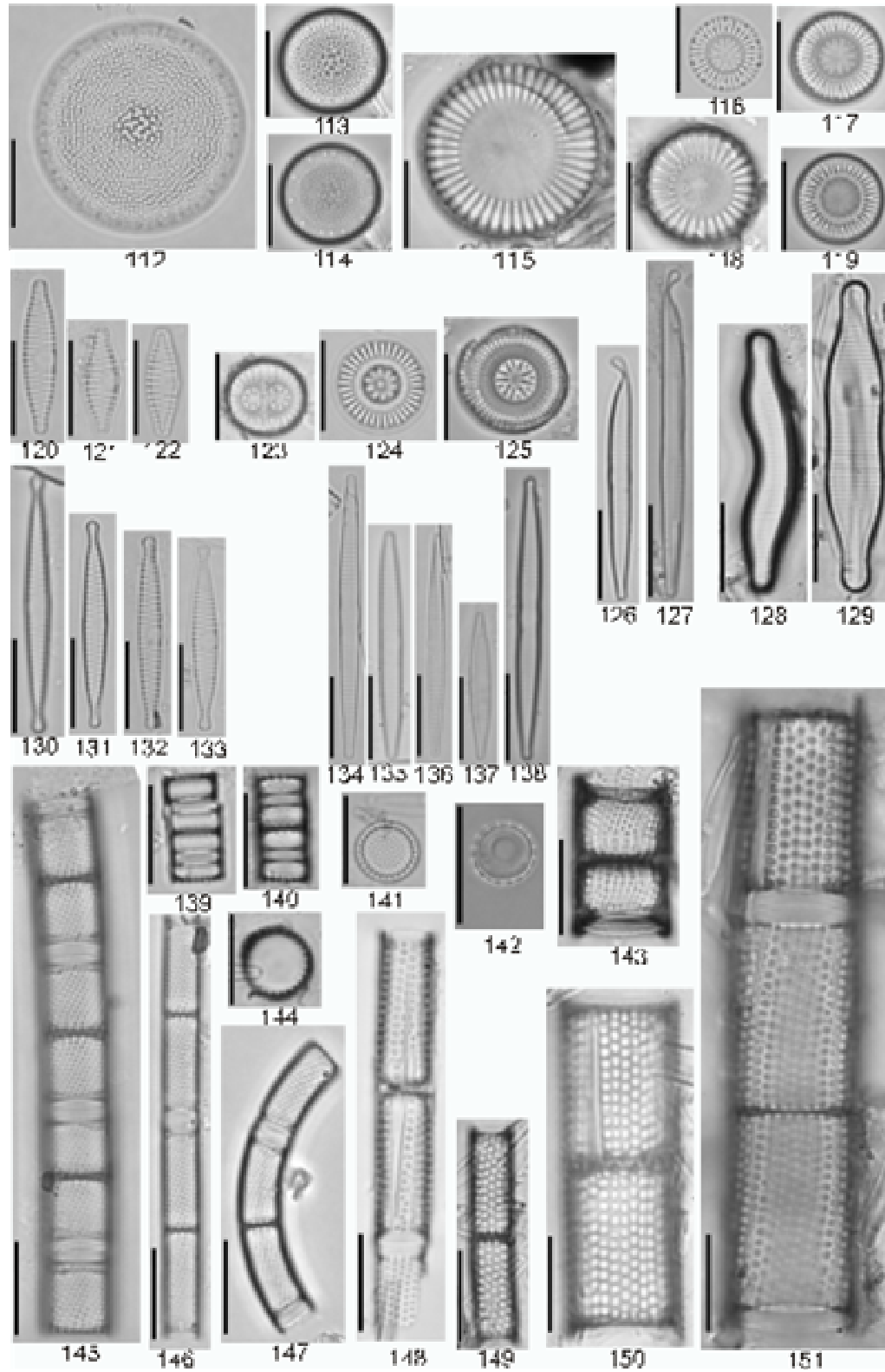
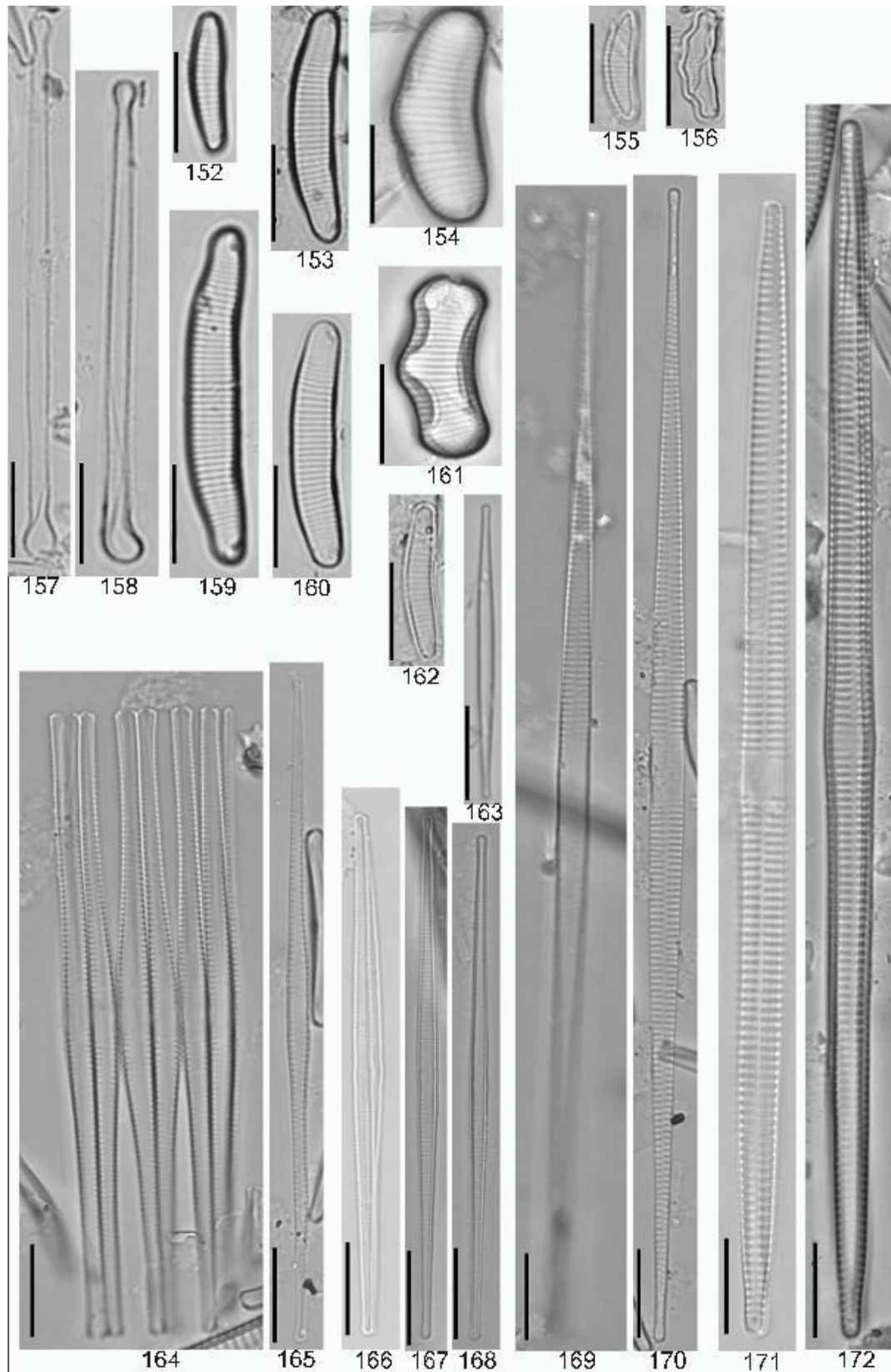


FIGURA 111 – DENDOGRAMA DA ANÁLISE DE SIMILARIDADE ENTRE OS SUBSTRATOS LÂMINA DE VIDRO E *POLYGONUM* SP. NO RESERVATÓRIO DO IRAÍ.

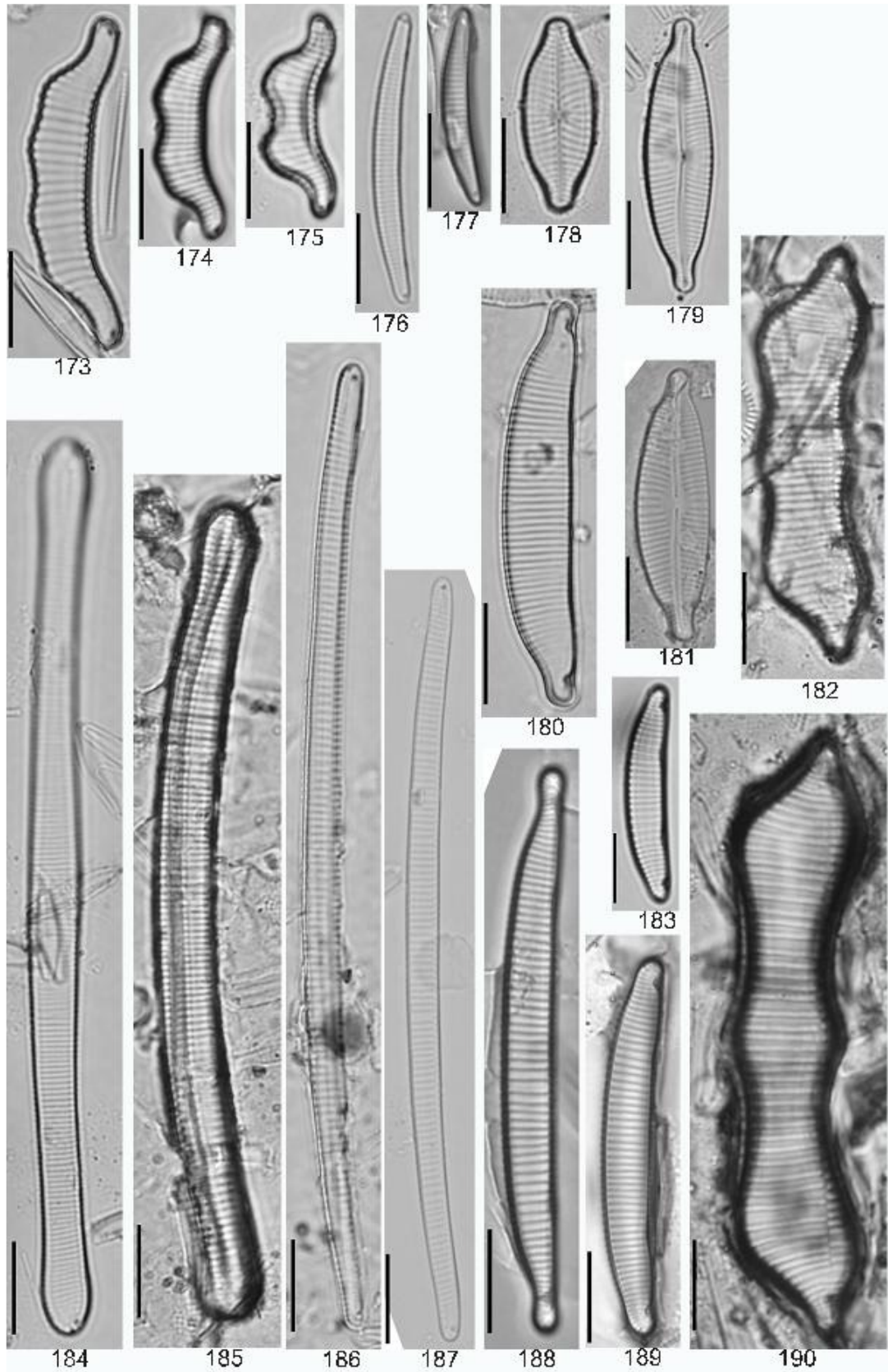
LEGENDA: (I) IRAÍ; (FEV) FEVEREIRO; (MAI) MAIO; (AGO) AGOSTO; (NOV) NOVEMBRO; (L) LÂMINA; (M) MACRÓFITA.



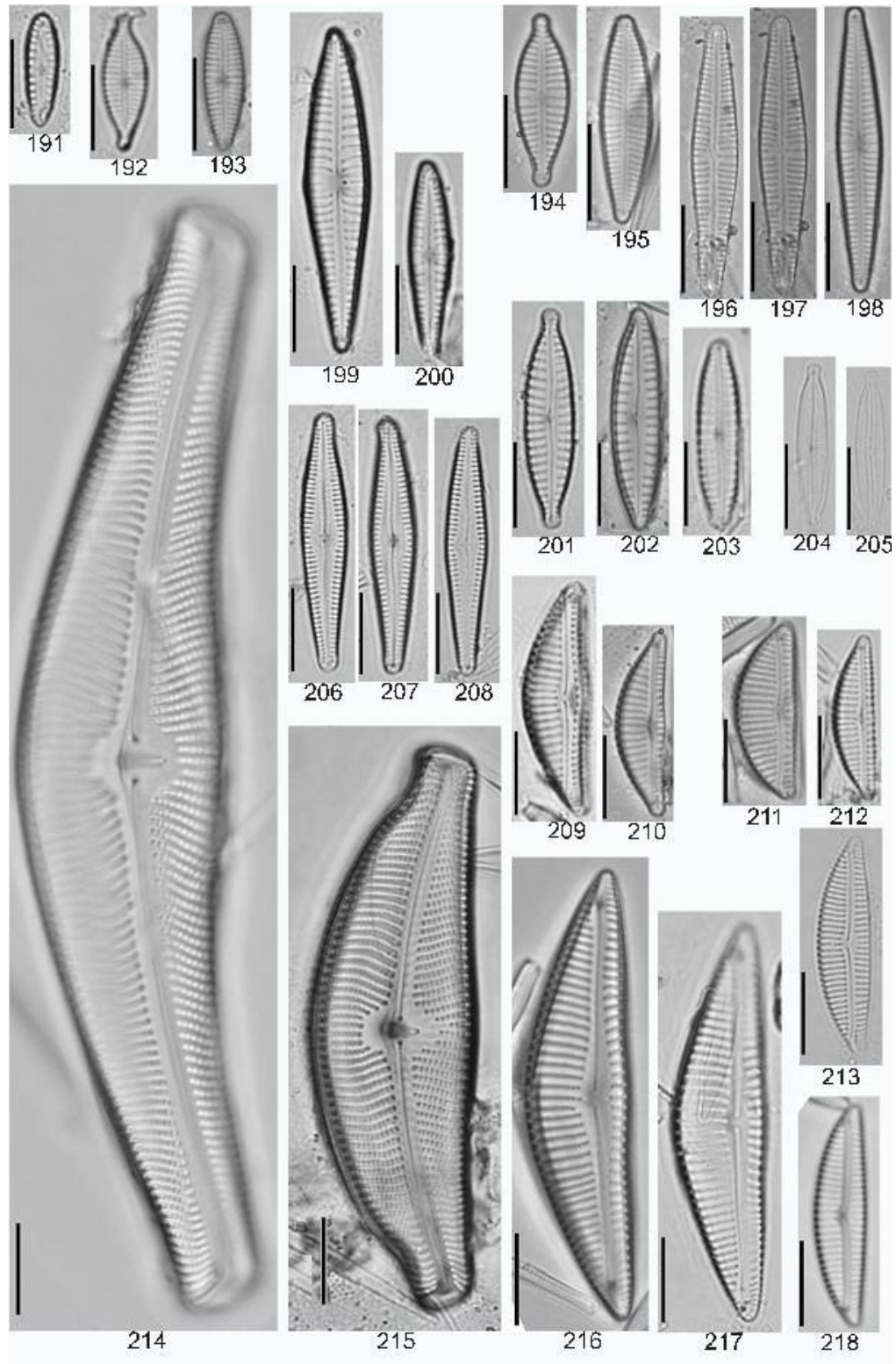
Figuras 112 – 151. 112 – 114 *Thalassiosira rudis*; 115 e 118 *Cylotella meneghiniana*; 116, 117 e 119 *Discostella stelligeroides*; 120 *Fragilaria vaucheriae* var. *capitellata*; 121, 122 *F. vaucheriae*; 123 – 125 *Discostella stelligera*; 126, 127 *Fragilaria* sp. 1; 128, 129 *F. javanica*; 130 – 133 *Fragilaria* sp. 2; 134 – 137 *F. rumpens*; 138 *F. capucina* var. *fragilarioides*; 139, 140 *Aulacoseira pusilla*; 142 *A. pusilla* (vista valvar); 143, 145 e 146 *A. ambigua* 144 *A. ambigua* (v. valvar); 147 *A. ambigua* var. *ambigua* f. *spiralis*; 148 - 151 *A. granulata* var. *granulata*.



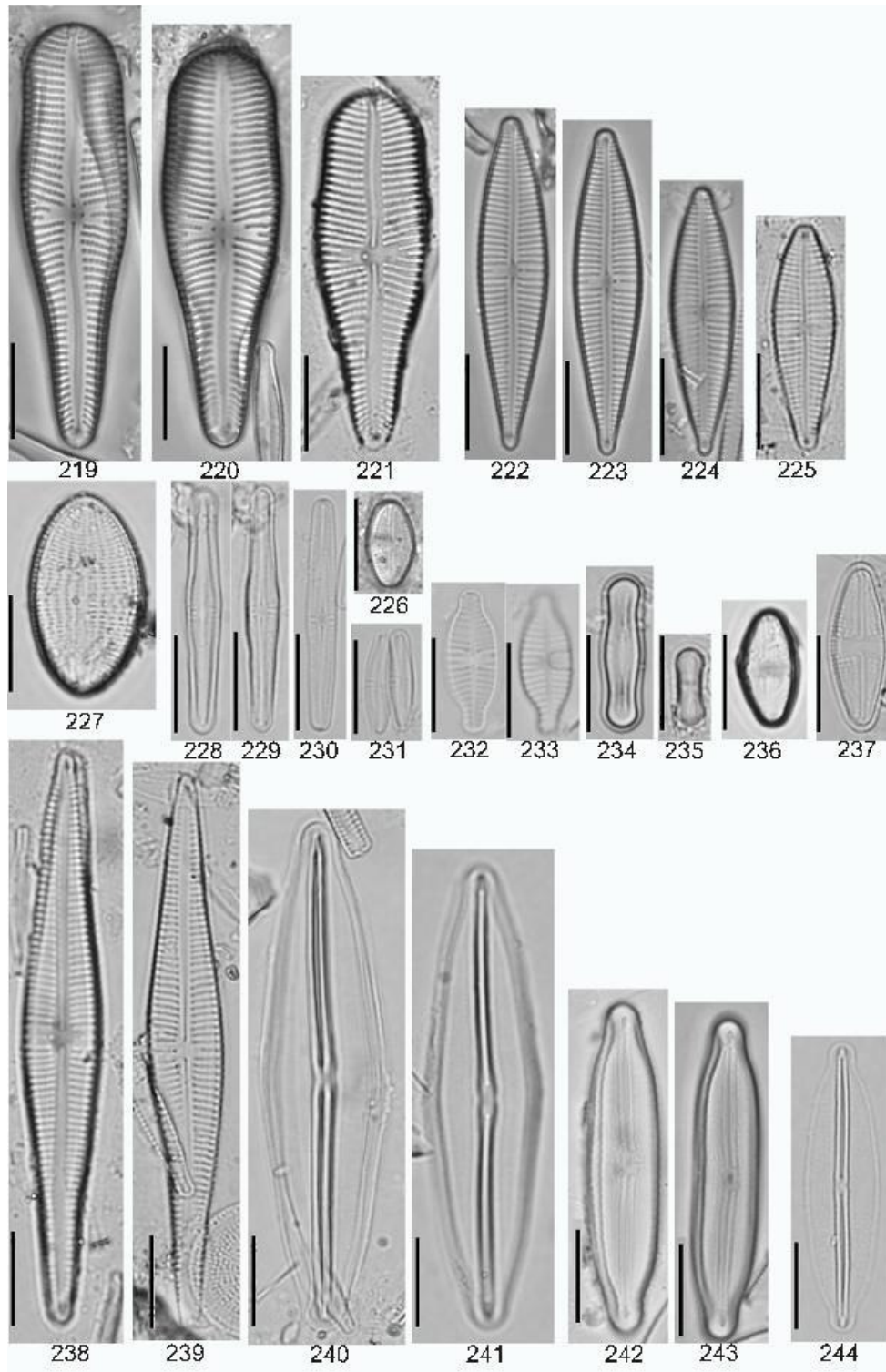
Figuras 152 – 172. 152 e 160 *Eunotia rhomboidea*; 153, 159 *E. minor*; 154 e 161 *E. rabenhorstii*; 155 *E. subarcuatoides*; 156 *E. muscicola* var. *tridentula*; 157, 158 *Asterionella formosa*; 162 *Eunotia* sp. 2; 163, 166 – 168 *Fragilaria gracilis*; 164, 165 *F. crotonensis*; 169, 170 *Synedra delicatissima*; 171, 172 *Ulnaria ulna*.



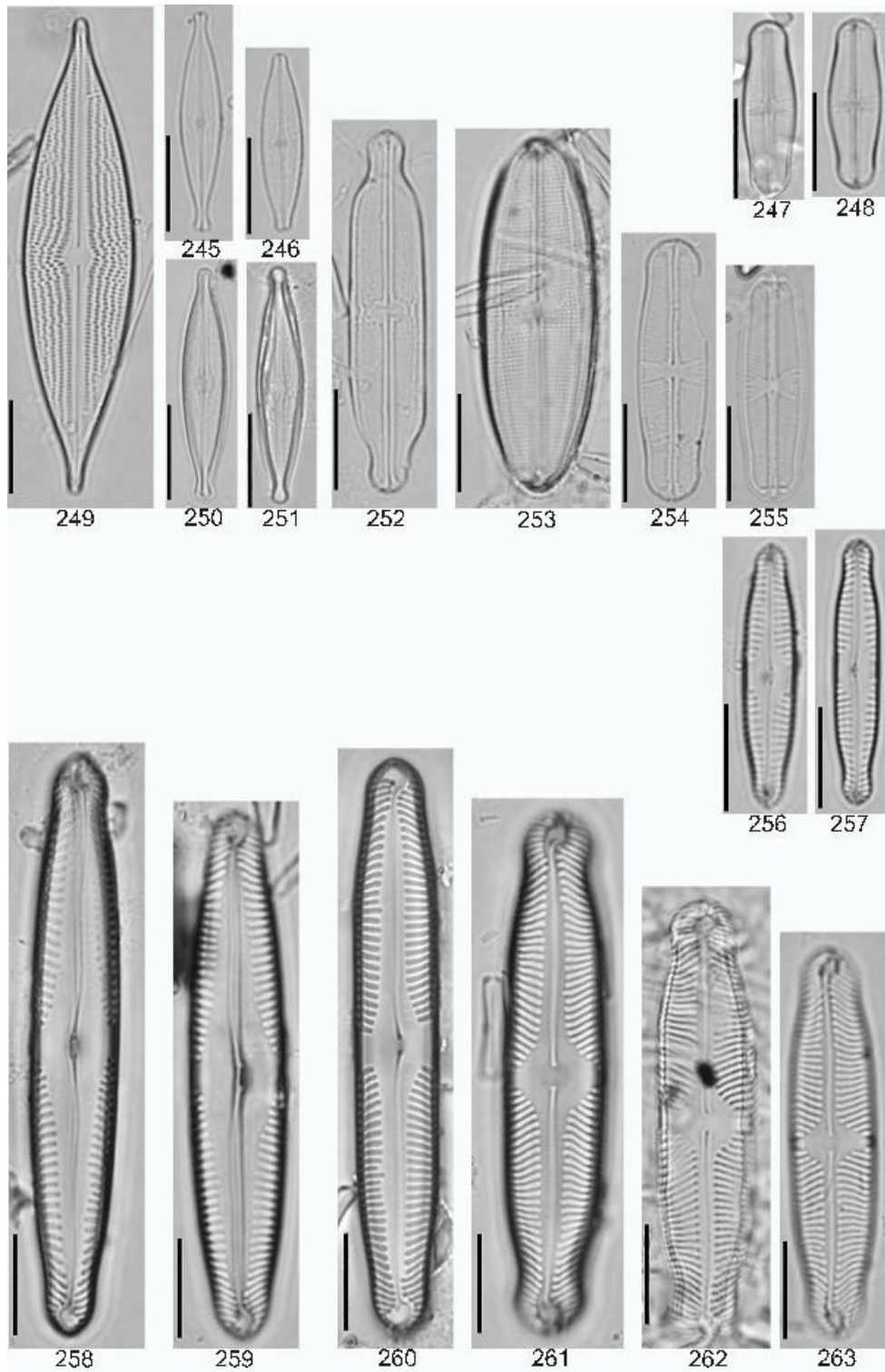
Figuras 173 – 190. 173-175 *Eunotia camelus*; 176, 177 *E. bilunaris*; 178 *Placoneis* cf. *pseudoanglica*; 179 e 181 *Cymbopleura naviculiformis*; 180 *Eunotia pirla*; 182 e 190 *E. didyma*; 183 e 189 *E. sudetica*; 184 *E. flexuosa*; 185 *E. maior*; 186, 187 *E. naegelii*; 188 *Eunotia* sp. 3



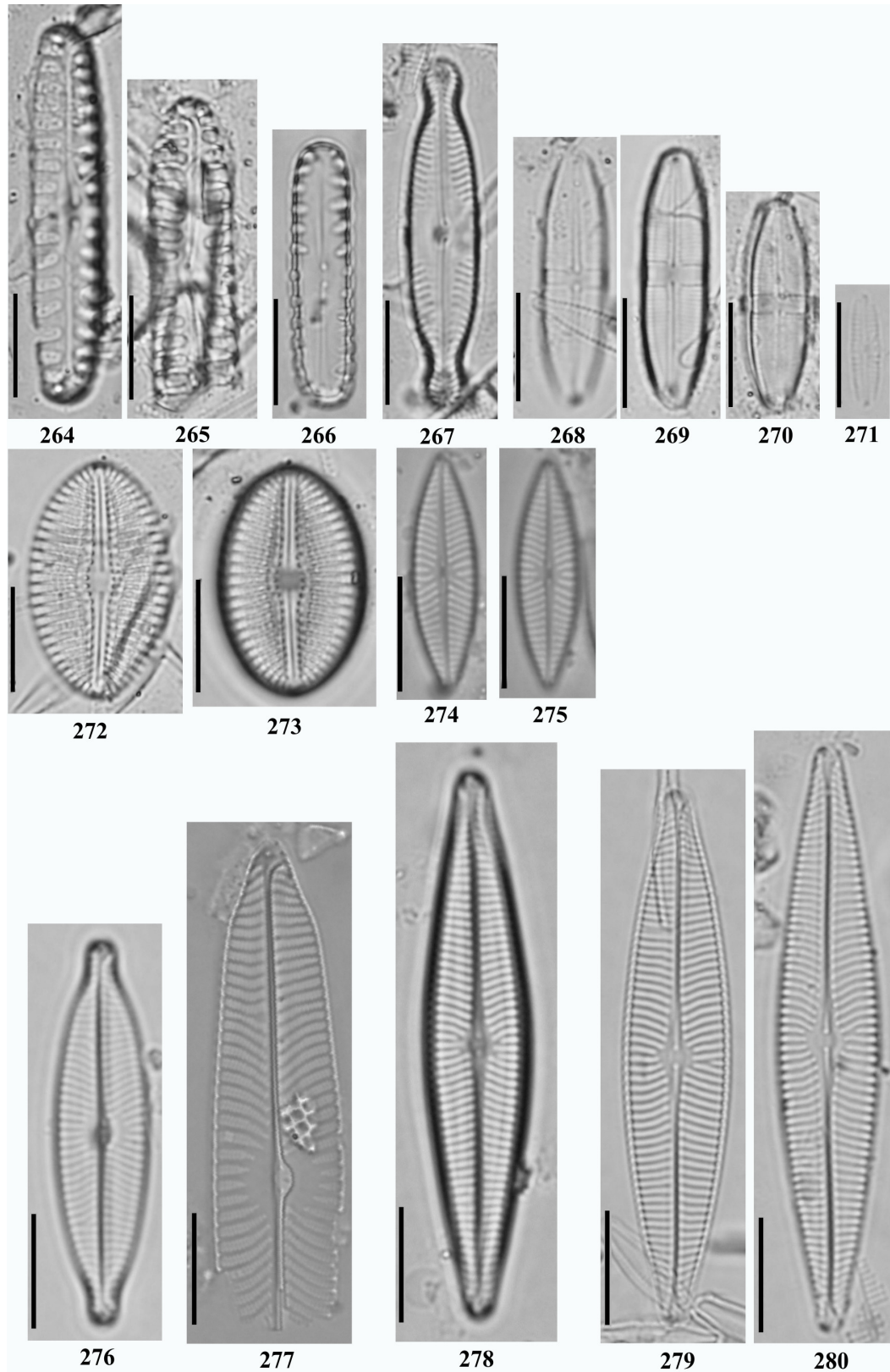
Figuras 191 – 218. 191 *Gomphonema pumilum*; 192 *G. lagenula*; 193-195 *G. parvulum*; 196-198 *G. sp. 3*; 199, 200 *G. sp. 2*; 201-203 *Encyonopsis schubartii*; 204 *E. subminuta*; 205 *E. microcephala*; 206-208 *Gomphonema sp. 1*; 209, 210 *Encyonema minutum*; 211, 212 *E. silesiacum*; 213 e 218 *E. riotecense*; 214 *Cymbella charrua*; 215 *C. tumida*; 216, 217 *Encyonema neomesianum*



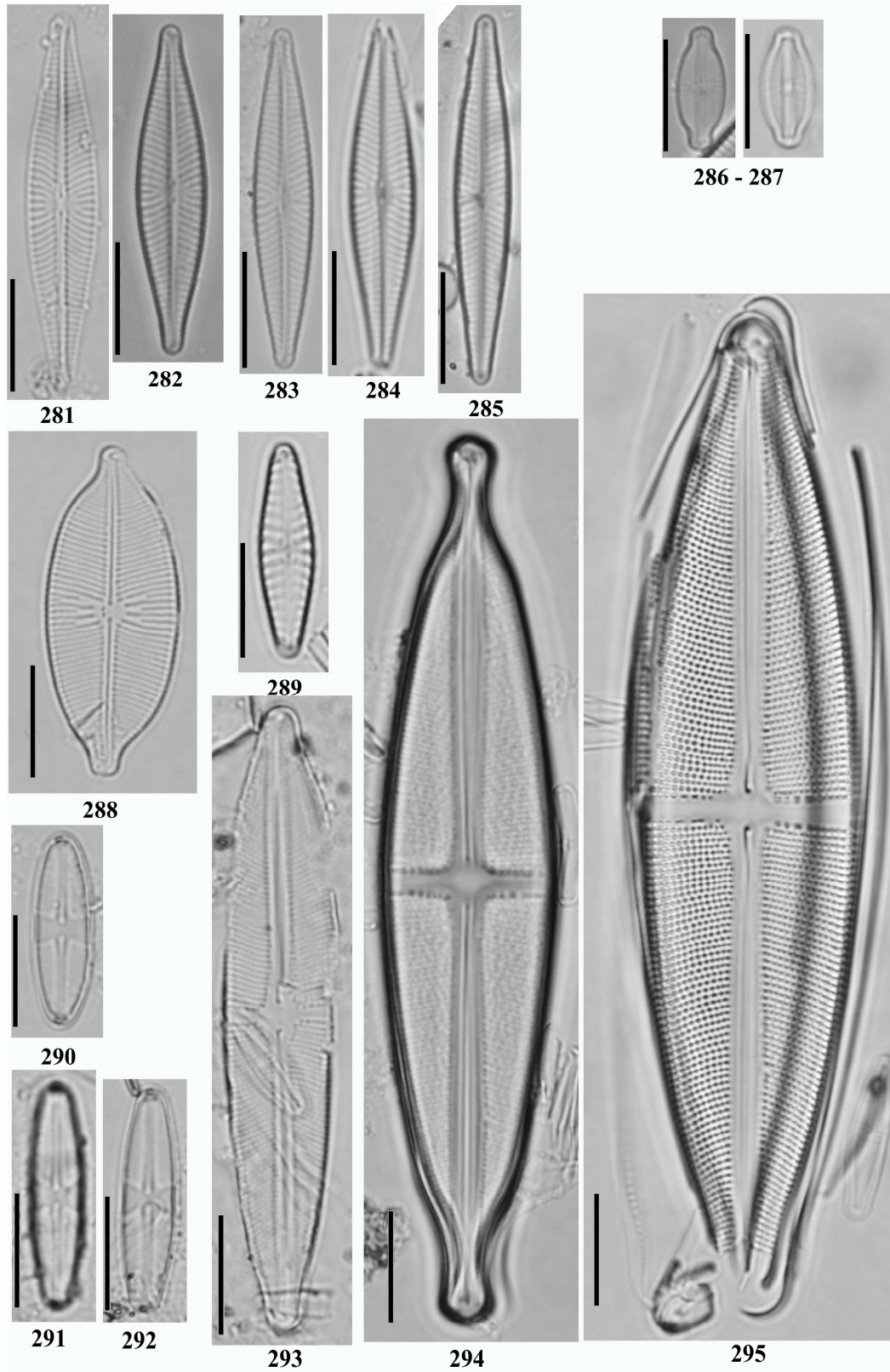
Figuras 219 – 244. 219-221 *Gomphonema laticollum*; 222-224 *G. affine*; 225 *G. pseudoaugur*; 226, 236, 237 *Luticola mutica*; 227 *Cocconeis placentula* var. *lineata*; 228 – 231 *Achnanthisdium minutissimum*; 232, 233 *Planothidium lanceolatum* var. *rostrata*; 234, 235 *Diadesmis contenta*; 238, 239 *Gomphonema gracile*; 240, 241 *Frustulia crassinervia*; 242, 243 *F. neomundana*; 244 *F. saxonica*.



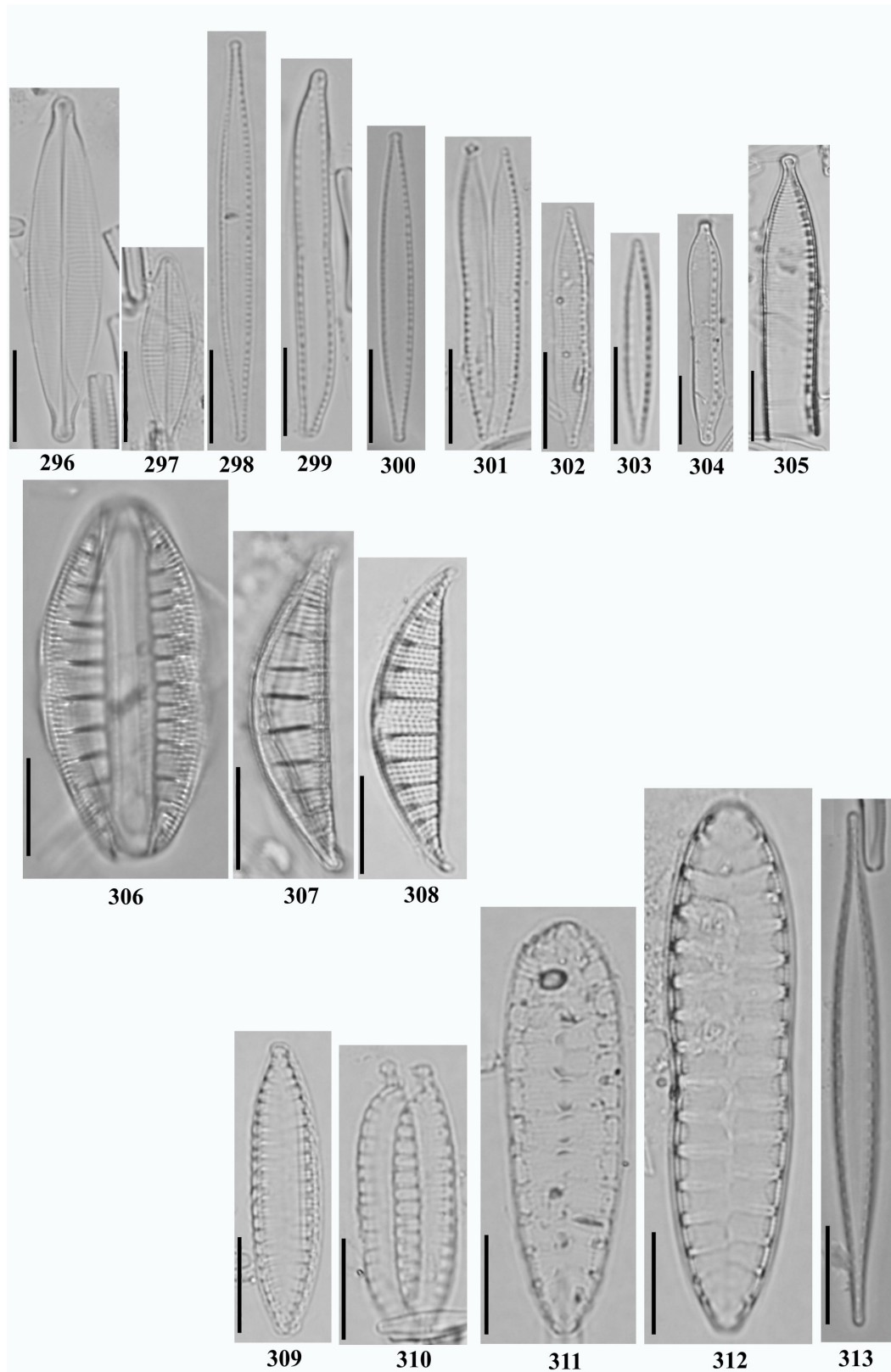
Figuras 245 – 263. 245, 246, 250, 251 *Brachysira neoexilis*; 247, 248 *Sellaphora capitata*; 249 *Brachysira rostrata*; 252 *Neidium affine*; 253 *N. ampliatum*; 254, 255 *Sellaphora rectangularis*; 256, 257 *Pinnularia microstauron* var. *rostrata*; 258, 259 *P. gibba*; 260 *P. subgibba* var. *lanceolata*; 261-263 *P. divergens* var. *media*



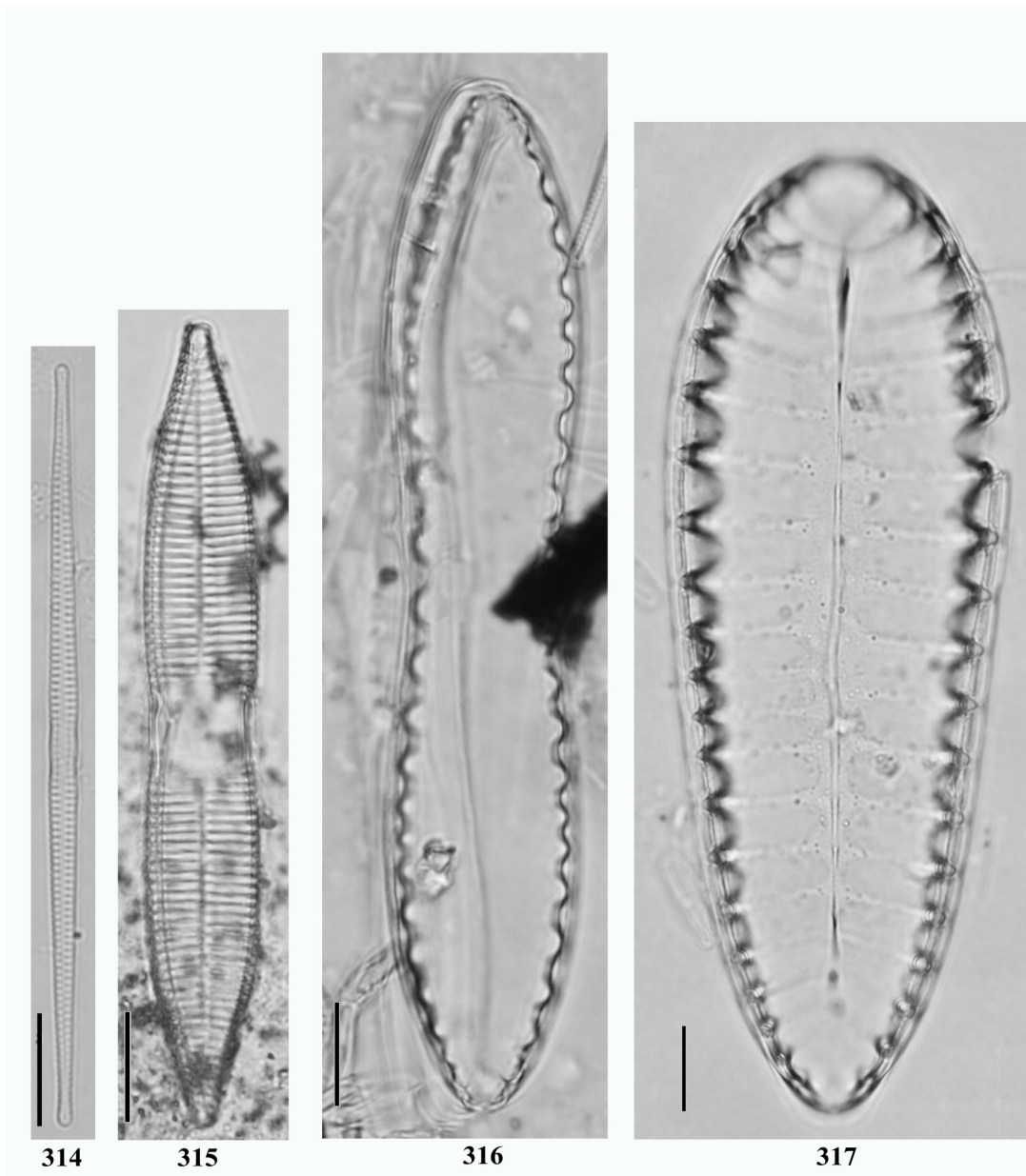
Figuras 264 – 280. 264, 265 *Pinnularia borealis* var. *scalaris*; 266 *P. borealis* var. *rectangularis*; 267 *P. brauniana*; 268-270 *Caloneis bacillum*; 271 *Chamaepinnularia mediocris*; 272 *Diploneis subovalis*; 273 *D. ovalis*; 274, 275 *N. cryptotenella*; 276 *N. viridula*; 277 *N. viridulacalcis* var. *neomundana*; 278 *N. wildii*; 279, 280 *N. kuseliana*.



Figuras 281 – 295. 281, 282 *Navicula cryptocephala*; 283, 284 *N. cryptotenella*; 285 *N. leptostriata*; 286, 287 *Naviculadicta* sp.; 288 *Navicula clementis* var. *lineata*; 289 *Hippodonta hungarica*; 290-292 *Stauroneis microbutsa*; 293 *Stauroneis anceps*; 294 *Stauroneis gracilior*; 295 *Stauroneis phoenicenteron*



Figuras 296 – 313. 296 *Craticula cuspidata*; 297 *C. halophia*; 298 *Nitzschia gracilis*; 299 *N. clausii*; 300 *N. palea*; 301, 302 *N. sp. 1*; 303 *N. perminuta*; 304, 305 *Hantzschia amphioxys*; 306-308 *Rhopalodia gibberula* var. *vanheurckii*; 309, 310 *Surirella angusta*; 311 *S. sp.*; 312 *S. linearis* var. *linearis*; 313 *Stenopterobia delicatissima*



Figuras 314 – 317. 314 *Fragilaria* sp. 3; 315 *F. goulardii*; 316 *Surirella linearis* var. *constricta*; 317 *S. splendens*

3.6 REPRESENTATIVIDADE DAS CLASSES DE ALGAS DO PERIFÍTON

A densidade total (valvas.cm²) das algas perifíticas dos reservatórios foi bem mais elevada no reservatório eutrófico, do Iraí, em todos os meses de amostragem. De maneira geral, os maiores valores numéricos foram registrados em fevereiro de 2008, exceto no substrato natural do reservatório do Iraí, com densidade mais elevada em novembro de 2007 (tabela 8).

TABELA 8 – DENSIDADE TOTAL DE INDIVÍDUOS (VALVAS/CM²) NO RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I E DO IRAÍ EM SUBSTRATO ARTIFICIAL E NATURAL NOS MESES AMOSTRADOS.

Reservatórios	Piraquara I		Iraí	
	Artificial	Natural	Artificial	Natural
Outubro e Novembro 2007	982	3.572	112.442	256.297
Fevereiro 2008	4.360	8.270	114.302	51.768
Mai 2008	1.738	5.041	56.797	21.865
Agosto 2008	1.806	3.294	176.972	37.780

No reservatório do Piraquara I (oligotrófico) as classes encontradas foram Cyanophyceae, Chlamydoephyceae, Chlorophyceae, Zygnemaphyceae, Euglenophyceae, Dinophyceae e as Bacillariophyceae. Em *Polygonum* sp. as classes foram Cyanophyceae, Chlamydoephyceae, Chlorophyceae, Zygnemaphyceae, Dinophyceae e Bacillariophyceae .

Para o reservatório do Iraí (eutrófico) as classes encontradas foram Cyanophyceae, Chlamydoephyceae, Chlorophyceae, Zygnemaphyceae, Dinophyceae e Bacillariophyceae. Em *Polygonum* sp. as classes foram Cyanophyceae, Chlamydoephyceae, Chlorophyceae, Zygnemaphyceae, Dinophyceae e Bacillariophyceae.

Bacillariophyceae foi a classe mais abundante na comunidade perifítica do substrato artificial e natural nos reservatórios do Iraí e do Piraquara I (Figuras 318 a 321) em todos os períodos amostrados.

No substrato artificial do sistema eutrófico, durante os meses de fevereiro e maio de 2008, houve um aumento na participação de clorofíceas (26% e 16%), enquanto que em agosto de 2008 houve um representativo aumento de Chlamydoephyceae (12%) (Figura 318). Em *Polygonum* sp., houve no mês de fevereiro/2008 uma alta contribuição de Zygnemaphyceae (12%), e em maio/2008, Chlorophyceae (14%) e Zygnemaphyceae (13%) foram também representativas (Figura 319).

No ambiente oligotrófico, constatou-se o predomínio de Bacillariophyceae em relação aos outros grupos. No substrato artificial, no mês de maio de 2008, os outros grupos demonstraram incremento em sua proporção, de modo que Cyanophyceae e Zygnemaphyceae apresentaram 5% e Chlamydoephyceae 7% de contribuição. No mês de agosto de 2008, esses grupos diminuíram sua representatividade e houve o aparecimento de Euglenophyceae 1% (Figura 320).

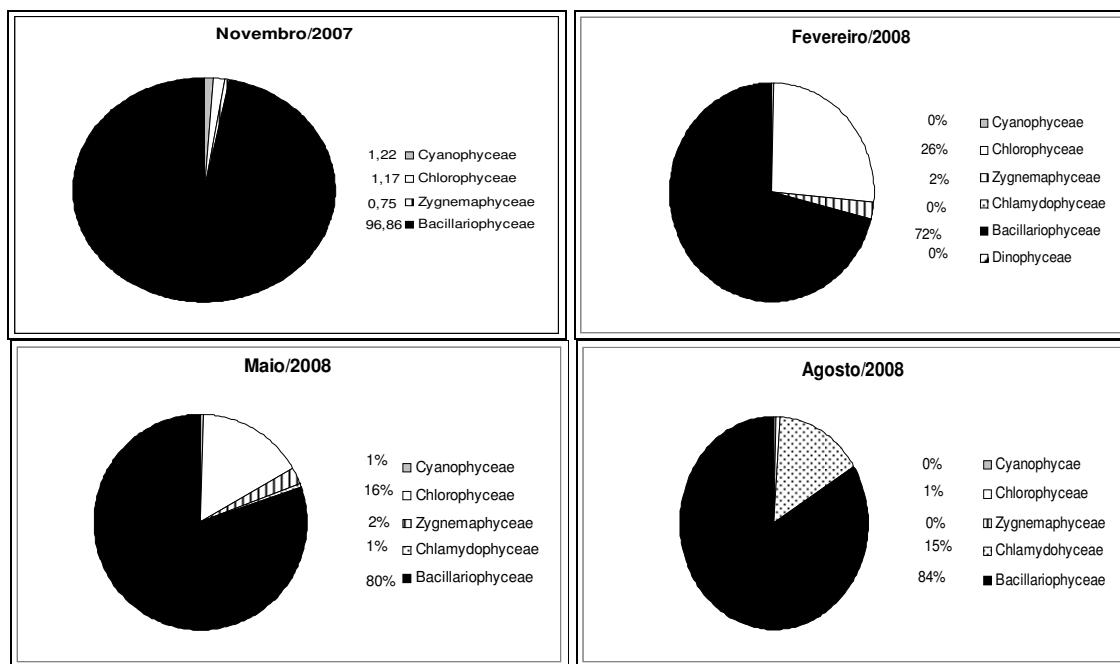


FIGURA 318 – DENSIDADE DAS CLASSES ALGAIS DURANTE PERÍODO AMOSTRAL EM SUBSTRATO ARTIFICIAL – RESERVATÓRIO DO IRAÍ.

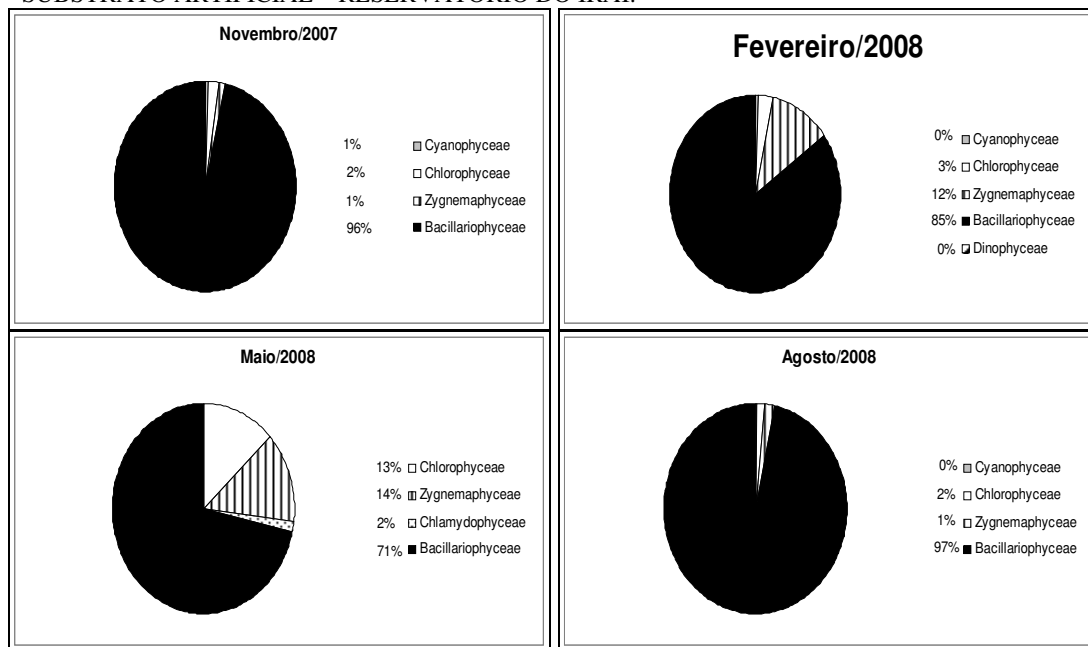


FIGURA 319 – DENSIDADE DAS CLASSES ALGAIS DURANTE PERÍODO AMOSTRAL EM *POLYGONUM SP.* – RESERVATÓRIO DO IRAÍ.

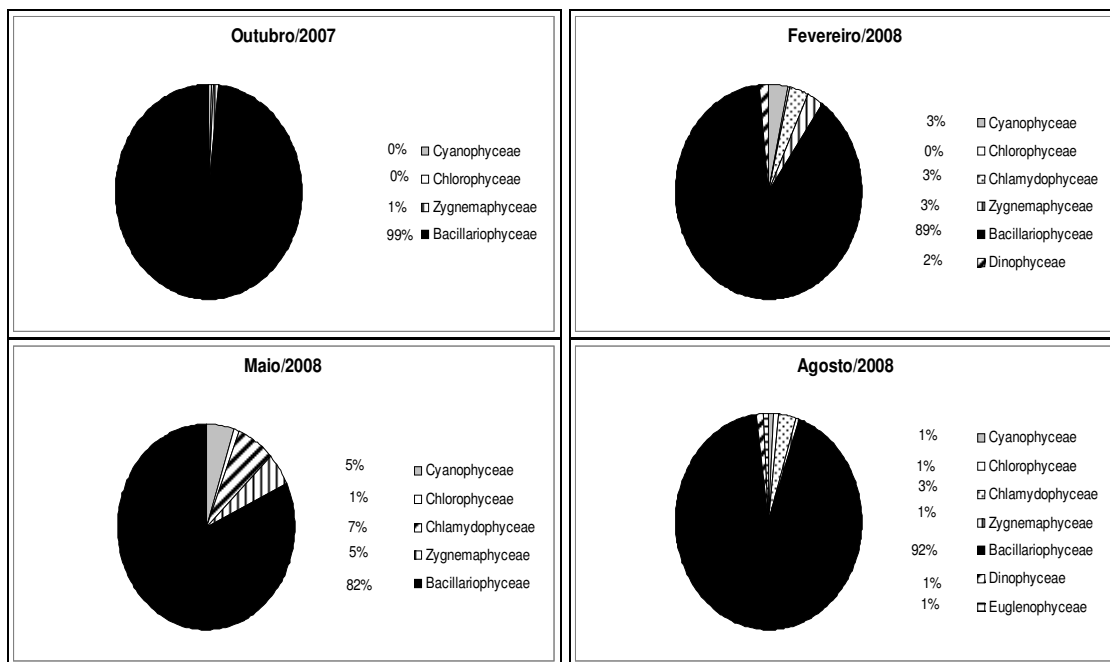


FIGURA 320 – DENSIDADE DAS CLASSES ALGAIS DURANTE PERÍODO AMOSTRAL EM SUBSTRATO ARTIFICIAL – RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I.

Em *Polygonum* sp., Zygnemaphyceae foi mais representativa (3%) nos meses de temperaturas mais baixas. No mês de agosto houve um acréscimo na contribuição de Chlorophyceae, com 9% de representatividade. Bacillariophyceae foi sempre melhor representada durante todo o período de amostragem (Figura 321).

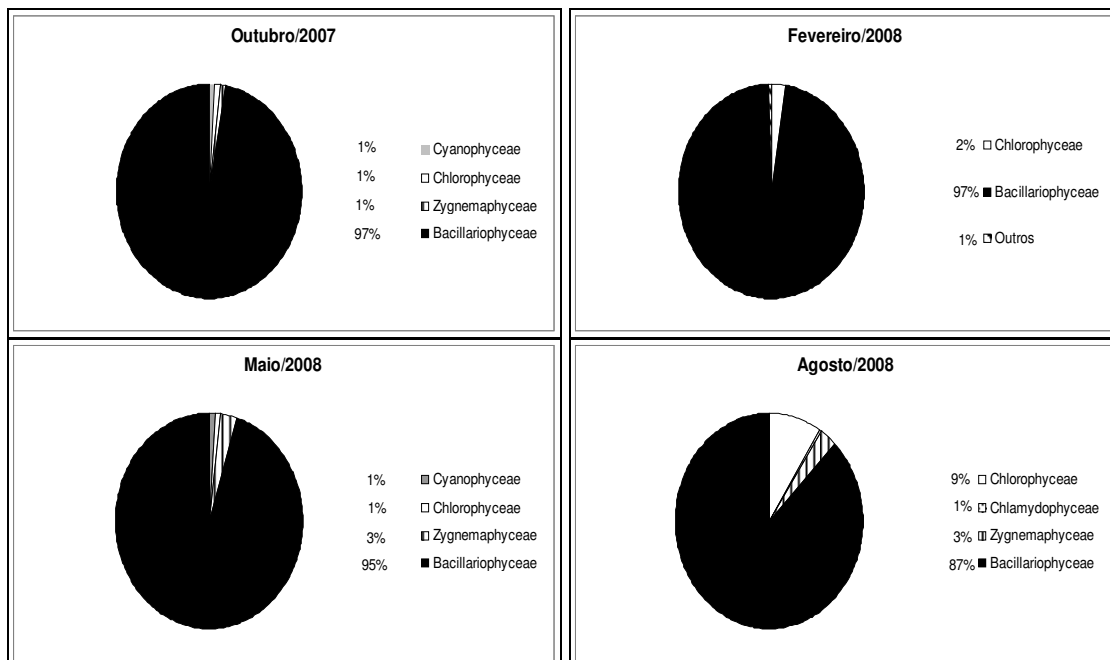


FIGURA 321 – DENSIDADE DAS CLASSES ALGAIS DURANTE PERÍODO AMOSTRAL EM *POLYGONUM* SP. – RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I.

As figuras 322 e 323 ilustram a densidade de indivíduos entre os substratos artificial e natural de ambos reservatórios.

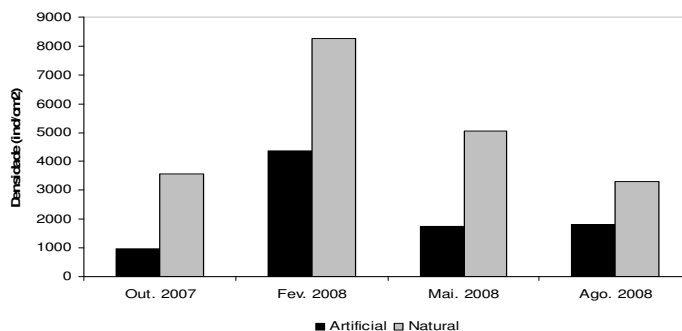


FIGURA 322 – DENSIDADE DE INDIVÍDUOS NOS SUBSTRATOS NATURAL E ARTIFICIAL - RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I.

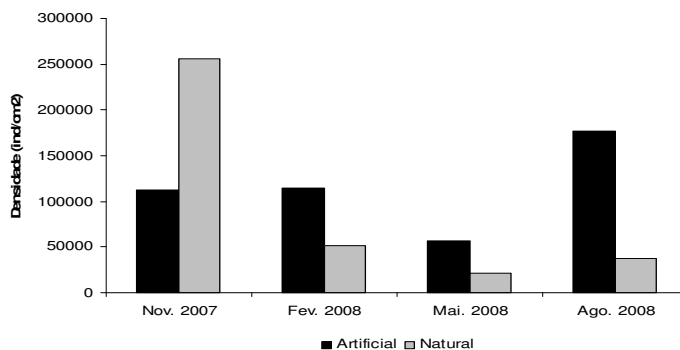


FIGURA 323 – DENSIDADE DE INDIVÍDUOS NOS SUBSTRATOS NATURAL E ARTIFICIAL NO RESERVATÓRIO DO IRAÍ.

Os gêneros e o número de espécies encontrados nos substratos artificial e natural no reservatório do Piraquara I e do Iraí estão compilados nas tabelas 9 e 10 respectivamente.

TABELA 9 – GÊNEROS E O NÚMERO DE ESPÉCIES ENCONTRADOS NOS SUBSTRATOS ARTIFICIAL E NATURAL DO RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I.

Substrato	Gêneros (número de espécies)
Artificial (lâmina de vidro)	<i>Anabaena</i> (1); <i>Coelastrum</i> (1); <i>Desmodesmus</i> (3); <i>Elakatothrix</i> (1); <i>Eutetramorus</i> (1); <i>Mougeotia</i> (1); <i>Oedogonium</i> (1); <i>Pediastrum</i> (1); <i>Penium</i> (1); <i>Scenedemus</i> (2); <i>Chlamydomonas</i> (1); <i>Cosmarium</i> (4); <i>Euastrum</i> (2); <i>Pleurotaenium</i> (1); <i>Staurastrum</i> (4); <i>Zygnema</i> (1); <i>Achnantheidium</i> (2); <i>Aulacoseira</i> (3); <i>Brachysira</i> (1); <i>Discostella</i> (1); <i>Encyonema</i> (4); <i>Encyonopsis</i> (2); <i>Eunotia</i> (1); <i>Fragilaria</i> (5); <i>Frustulia</i> (1); <i>Gomphonema</i> (3); <i>Navicula</i> (5); <i>Pinnularia</i> (4); <i>Stenopterobia</i> (1); <i>Surirella</i> (1); <i>Synedra</i> (1); <i>Thalassiosira</i> (1); <i>Ulnaria</i> (1); <i>Trachelomonas</i> (1); <i>Peridinium</i> (1).
Natural (macrófita <i>Polygonum</i> sp.)	<i>Anabaena</i> (1); <i>Closterium</i> (1); <i>Coelastrum</i> (1); <i>Desmodesmus</i> (1); <i>Elakatothrix</i> (1); <i>Eutetramorus</i> (1); <i>Mougeotia</i> (1); <i>Oedogonium</i> (1); <i>Pediastrum</i> (1); <i>Penium</i> (1); <i>Cosmarium</i> (4); <i>Eastrum</i> (2); <i>Pleurotaenium</i> (1); <i>Staurastrum</i> (2); <i>Zygnema</i> (1); <i>Chlamydomonas</i> (1); <i>Achnantheidium</i> (2); <i>Aulacoseira</i> (2); <i>Brachysira</i> (1); <i>Discostella</i> (1); <i>Encyonema</i> (2); <i>Encyonopsis</i> (1); <i>Eunotia</i> (4); <i>Fragilaria</i> (4); <i>Frustulia</i> (1); <i>Gomphonema</i> (3); <i>Navicula</i> (2); <i>Pinnularia</i> (2); <i>Surirella</i> (1); <i>Synedra</i> (1); <i>Peridinium</i> (1).

TABELA 10 – GÊNEROS E O NÚMERO DE ESPÉCIES ENCONTRADOS NOS SUBSTRATOS ARTIFICIAL E NATURAL DO RESERVATÓRIO DO IRAÍ.

Substrato	Gêneros (número de espécies)
Artificial (lâmina de vidro)	<i>Anabaena</i> (1); <i>Lyngbya</i> (1); <i>Merismopedia</i> (2); <i>Microcystis</i> (1); <i>Oscillatoria</i> (1); <i>Spirogyra</i> (1); <i>Ankistrodesmus</i> (1); <i>Coelastrum</i> (1); <i>Desmodesmus</i> (5); <i>Eutetramorus</i> (1); <i>Mougeotia</i> (1); <i>Oedogonium</i> (1); <i>Pediastrum</i> (3); <i>Closterium</i> (2); <i>Cosmarium</i> (3); <i>Euastrum</i> (2); <i>Micrasterias</i> (1); <i>Pleurotaenium</i> (1); <i>Staurastrum</i> (2); <i>Staurodesmus</i> (1); <i>Clamydomonas</i> (1); <i>Achnanthidium</i> (1); <i>Asterionella</i> (1); <i>Aulacoseira</i> (3); <i>Cymbella</i> (1); <i>Discostella</i> (1); <i>Encyonema</i> (2); <i>Fragilaria</i> (6); <i>Gomphonema</i> (5); <i>Navicula</i> (2); <i>Nitzschia</i> (2); <i>Synedra</i> (1); <i>Thalassiosira</i> (1); <i>Ulnaria</i> (1); <i>Durinskia</i> (1).
Natural (macrófita <i>Polygonum</i> sp.)	<i>Anabaena</i> (1); <i>Merismopedia</i> (1); <i>Microcystis</i> (1); <i>Oscillatoria</i> (1); <i>Ankistrodesmus</i> (1); <i>Closterium</i> (1); <i>Coelastrum</i> (1); <i>Desmodesmus</i> (2); <i>Eutetramorus</i> (1); <i>Hyalotheca</i> (1); <i>Mougeotia</i> (1); <i>Oedogonium</i> (1); <i>Pediastrum</i> (2); <i>Spirogyra</i> (1); <i>Cosmarium</i> (5); <i>Desmodesmus</i> (1); <i>Eastrum</i> (2); <i>Micrasterias</i> (2); <i>Pleurotaenium</i> (2); <i>Scenedesmus</i> (1); <i>Staurastrum</i> (2); <i>Staurodesmus</i> (1); <i>Clamydomonas</i> (1); <i>Achnanthidium</i> (1); <i>Aulacoseira</i> (4); <i>Brachysira</i> (1); <i>Cymbella</i> (1); <i>Discostella</i> (1); <i>Encyonema</i> (3); <i>Eunotia</i> (1); <i>Fragilaria</i> (6); <i>Frustulia</i> (1); <i>Gomphonema</i> (3); <i>Luticola</i> (1); <i>Navicula</i> (3); <i>Nitzschia</i> (1); <i>Pinnularia</i> (2); <i>Rhopalodia</i> (1); <i>Surirella</i> (2); <i>Thalassiosira</i> (1); <i>Ulnaria</i> (1); <i>Durinskia</i> (1).

3.7 ANÁLISE QUANTITATIVA DAS DIATOMÁCEAS EM MATERIAL OXIDADO (lâminas) E NÃO OXIDADO (cubeta)

3.7.1 SUBSTRATO ARTIFICIAL

As densidades das diatomáceas perifíticas do substrato artificial obtidas em material oxidado e em cubeta estão reunidas nas tabelas 11 (Piraquara I) e 12 (Iraí). Os valores em negrito referem-se às espécies dominantes e as células em cinza referem-se às espécies abundantes.

TABELA 11 – DENSIDADES MÉDIAS DAS DIATOMÁCEAS EM LÂMINAS COM AMOSTRAS OXIDADAS (VALVAS/CM²) E EM CUBETAS (VALVAS/CM²) NO RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I – SUBSTRATO ARTIFICIAL. VALORES EM NEGRITO: ESPÉCIES DOMINANTES. CÉLULAS EM CINZA: ESPÉCIES ABUNDANTES.

Tipo de Contagem	Reservatório do Piraquara I – Substrato Artificial							
	Outubro/07		Fevereiro/08		Maio/08		Agosto/08	
	Oxidada	Cubeta	Oxidada	Cubeta	Oxidada	Cubeta	Oxidada	Cubeta
<i>Achnanthidium microcephalum</i>	0	14	0	32	107	21	113	20
<i>A. minutissimum</i>	181	0	0	0	23	0	67	15
<i>Aulacoseira alpigena</i>	0	0	0	0	91	0	25	17
<i>A. ambigua</i>	20	5	0	0	743	19	276	26
<i>A. granulata</i>	0	0	0	0	0	41	0	0
<i>Brachysira neoexilis</i>	2.196	378	58.246	1.868	343	612	167	160
<i>Chammaepinnularia mediocris</i>	0	0	991	0	0	0	0	0
<i>Cocconeis placentula</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	12	0	0	0	0	0	0	0
<i>Denticula kuetzingii</i>	0	0	0	0	0	0	32	0
<i>Diadesmis contenta</i>	0	0	0	0	13	0	2	0
<i>Discostella stelligera</i>	757	15	738	9	1.770	76	763	126
<i>Encyonema minutum</i>	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>E. neogracile</i>	17	20	3.635	77	777	119	72	6

continuação

Tipo de Contagem	Reservatório do Piraquara I – Substrato Artificial							
	Outubro/07		Fevereiro/08		Maio/08		Agosto/08	
	Oxidada	Cubeta	Oxidada	Cubeta	Oxidada	Cubeta	Oxidada	Cubeta
<i>E. riotecense</i>	4	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. neomesianum</i>	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>E. silesiacum</i>	2	0	0	0	0	0	0	15
<i>Encyonopsis schubartii</i>	721	3	0	0	107	0	0	3
<i>E. spicula</i>	0	0	1.425	0	352	0	176	31
<i>Eunotia camelus</i>	0	0	0	0	40	0	0	0
<i>E. faba</i>	0	0	500	0	0	0	2	0
<i>E. flexuosa</i>	0	0	0	0	67	25	0	0
<i>E. monodon</i>	0	0	0	0	67	0	11	0
<i>E. naegelii</i>	0	0	0	0	27	0	0	0
<i>E. sudetica</i>	0	0	0	0	27	0	0	0
<i>Eunotia. sp. 1</i>	0	0	125	0	0	0	0	0
<i>Fragilaria crotonensis</i>	83	0	0	0	0	0	0	0
<i>F. gracilis</i>	111	5	14.688	667	0	32	242	636
<i>F. rumpens</i>	0	0	0	0	0	0	26	0
<i>F. vaucherae</i>	2	0	0	8	0	0	4	39
<i>F. sp. 2</i>	111	58	0	529	225	0	236	366
<i>F. sp. 3</i>	171	3	450	0	0	40	0	114
<i>Frustulia crassinervia</i>	0	0	4.267	50	285	50	0	3
<i>Gomphonema gracile</i>	506	48	0	159	335	122	32	39
<i>G. laticollum</i>	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>G. parvulum</i>	521	33	0	321	0	10	13	0
<i>G. sp. 1</i>	0	11	0	0	0	0	0	0
<i>Navicula cryptocephala</i>	222	0	0	0	0	296	108	0
<i>N. cryptotenella</i>	387	44	3.117	92	161	124	101	117
<i>N. kuseliana</i>	123	0	0	0	0	23	0	0
<i>N. leptostriata</i>	0	3	0	11	0	22	0	0
<i>Nitzschia clausii</i>	0	0	0	0	54	0	2	0
<i>N. palea</i>	0	0	0	0	0	0	9	0
<i>Pinnularia brauniana</i>	0	3	0	0	16	12	0	0
<i>P. divergens</i>	0	0	0	0	8	0	0	0
<i>P. gibba</i>	28	0	0	8	0	14	4	0
<i>Placoneis sp.</i>	0	0	0	0	13	0	0	0
<i>Sellaphora rectangularis</i>	0	0	0	0	27	0	2	0
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	0	0	0	0	27	0	16	0
<i>Staurosirella pinnata</i>	0	0	0	0	0	0	16	0
<i>Stenopeterobia delicatissima</i>	0	0	0	8	0	0	0	0
<i>Surirella linearis var. linearis</i>	0	0	0	0	0	7	0	0
<i>S. linearis var. constricta</i>	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Synedra delicatissima</i>	720	355	3.600	400	0	58	484	0
<i>Thalassiosira rudis</i>	16	3	0	8	0	10	0	0
Total	6.913	982*	91.782	4.360*	5.705	1.738*	3.002	1.806*
Número de espécies	23	23**	12	28**	25	32**	28	31**
Valor de dominância	3.456	491	45.891	2.180	2.852	869	1.501	543
Valor de abundância	300	42	7.648	155	228	54	107	58

- * Total da contagem em cubeta com todos os grupos algais.
- ** número de indivíduos encontrado na contagem em cubeta

Brachysira neoexilis foi dominante somente no mês de fevereiro/2008 na contagem em lâmina permanente. Em geral, as espécies abundantes que mais coincidiram entre os métodos de contagem foram: *Brachysira neoexilis*, *Discostella stelligera*, *Fragilaria gracilis*, *Fragilaria sp. 2*, *Gomphonema gracile* e *Synedra delicatissima*.

Outras espécies abundantes, mas nem sempre coincidentes entre os substratos foram *Encyonema neogracile*, *Fragilaria* sp. 3, *Gomphonema parvulum* e *Navicula cryptocephala*. Espécies abundantes somente para o substrato artificial foram *Achnantheidium microcephalum*, *Aulacoseira ambígua*, *Encyonopsis schubartii*, *E. spicula*, *Frustulia crassinervia*.

No reservatório do Irai, *Achnantheidium minutissimum* foi a espécie dominante em todo período amostrado (Tabela 12).

TABELA 12 – DENSIDADES MÉDIAS DAS DIATOMÁCEAS EM LÂMINAS COM AMOSTRAS OXIDADAS (VALVAS/CM²) E EM CUBETAS (VALVAS/CM²) NO RESERVATÓRIO DO IRAÍ – SUBSTRATO ARTIFICIAL. VALORES EM NEGRITO: ESPÉCIES DOMINANTES. CÉLULAS EM CINZA: ESPÉCIES ABUNDANTES.

Tipo de Contagem	Reservatório do Irai – Substrato Artificial							
	Novembro/07		Fevereiro/08		Maio/08		Agosto/08	
	Oxidada	Cubeta	Oxidada	Cubeta	Oxidada	Cubeta	Oxidada	Cubeta
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	17.751	64.491	43.756	67.003	240.009	72.419	117.031	143.451
<i>Asterionella formosa</i>	69	174	0	0	268	174	0	0
<i>Aulacoseira alpigena</i>	0	0	905	0	0	0	0	0
<i>A. ambigua</i>	0	109	0	546	3.318	176	0	120
<i>A. ambigua</i> var. <i>ambigua</i> f. <i>spiralis</i>	0	89	0	342	411	164	0	0
<i>A. granulata</i>	66	213	224	186	976	234	161	0
<i>Brachysira neoexilis</i>	0	0	0	0	233	0	161	0
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0	0	1.151	0	0	0	0	0
<i>Cymbela tumida</i>	406	2.267	0	259	0	3.109	0	131
<i>Cymbopleura naviculiformis</i>	0	0	164	0	0	0	0	0
<i>Diadsmis contenta</i>	0	0	0	0	107	0	0	0
<i>Discostella stelligera</i>	0	97	905	357	0	164	0	43
<i>D. stelligeroides</i>	63	0	164	0	269	0	161	0
<i>Encyonema minutum</i>	0	0	0	0	81	0	0	0
<i>E. neomesianum</i>	0	328	0	0	0	328	0	0
<i>E. silesiacum</i>	0	0	0	0	107	0	0	43
<i>Eunotia bilunaris</i>	0	0	0	0	107	0	0	0
<i>E. camelus</i>	63	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. faba</i>	0	0	0	0	54	0	0	0
<i>E. sudetica</i>	0	0	0	0	81	0	0	0
<i>Fragilaria crotonensis</i>	31	224	164	373	788	328	161	105
<i>F. gracilis</i>	387	1.291	0	1.046	0	1.265	0	601
<i>F. rumpens</i>	1.690	20.016	1.168	9.621	5.857	21.804	8.454	4.837
<i>F. tenera</i>	0	0	1.398	0	0	0	0	0
<i>F. vaucheriae</i>	0	523	0	0	967	365	0	173
<i>Fragilaria</i> sp.1	313	345	0	0	0	338	0	272
<i>Fragilaria</i> sp.2	350	10.470	1.151	0	1.182	8.827	4.550	819
<i>Frustulia crassinervia</i>	63	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema augur</i>	0	0	0	0	0	0	3.869	0
<i>G. gracile</i>	461	1.406	1.505	583	5.562	1.650	10.183	2.074
<i>G. lagenula</i>	525	60	0	0	0	0	3.949	0
<i>G. laticollum</i>	928	5.834	0	79	0	8.422	1.290	305
<i>G. parvulum</i>	250	1.054	0	228	0	1.020	1.934	2.344
<i>Gomphonema</i> sp.1	125	164	0	86	0	164	0	0
<i>Gomphonema</i> sp.2	63	0	0	0	0	0	0	0
<i>Navicula cryptocephala</i>	63	261	0	0	0	261	0	0
<i>N. cryptotenella</i>	63	372	0	153	340	536	107	80
<i>Nitzschia palea</i>	69	164	172	0	322	164	0	0
<i>Nitzschia</i> sp.1	0	0	168	0	197	69	0	0

continuação

Tipo de Contagem	Reservatório do Irai – Substrato Artificial							
	Novembro/07		Fevereiro/08		Maio/08		Agosto/08	
	Oxidada	Cubeta	Oxidada	Cubeta	Oxidada	Cubeta	Oxidada	Cubeta
<i>Synedra delicatissima</i>	406	758	0	691	0	923	0	506
<i>Thalassiosira rudis</i>	0	87	658	0	0	87	0	0
<i>Ulnaria ulna</i>	412	2.984	858	2.097	0	2.923	0	1.843
Total	24.617	112.443*	54.511	114.302*	261.233	56.798*	152.011	176.972*
Número de espécies	23	41**	16	31**	21	29**	13	32**
Valor de dominância	12.308	56.221	27.255	57.151	130.616	28.399	76.005	88.486
Valor de abundância	1.070	2.742	3.406	3.687	12.439	1.958	11.693	5.530

- * Total da contagem em cubeta com todos os grupos algais.
- ** número de indivíduos encontrado na contagem em cubeta

Fragilaria rumpens foi a espécie mais abundante durante o período estudado em ambos os métodos de contagem. No entanto, a contagem em cubeta apresentou 4 abundantes a mais que o apresentado pelo método da lâmina, que só detectou *F. rumpens*. As espécies abundantes no substrato artificial foram: *Cymbella túmida*, *Fragilaria* sp. 2; *Gomphonema laticollum* e *Synedra delicatissima*.

Para as amostras do Piraquara I, as densidades estimadas em contagens nas lâminas de vidro foram sempre superiores às encontradas em cubetas. A maioria das análises quantitativas em amostras do Irai (62,5%) foi mais elevada quando contadas em cubetas, do que nas lâminas permanentes.

3.7.2 SUBSTRATO NATURAL

Para o substrato natural *Polygonum* sp., as densidades das diatomáceas estimadas em material oxidado e em cubeta estão reunidas nas tabelas 13 e 14 respectivamente para o reservatório do Piraquara I e do Irai.

TABELA 13 – DENSIDADES MÉDIAS DAS DIATOMÁCEAS EM LÂMINAS COM AMOSTRAS OXIDADAS (VALVAS/CM²) E EM CUBETAS (VALVAS/CM²) NO RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I –SUBSTRATO NATURAL. VALORES EM NEGRITO: ESPÉCIES DOMINANTES. CÉLULAS EM CINZA: ESPÉCIES ABUNDANTES.

Tipo de Contagem	Reservatório do Piraquara I – Substrato Natural							
	Outubro/07		Fevereiro/08		Maio/08		Agosto/08	
	Oxidada	Cubeta	Oxidada	Cubeta	Oxidada	Cubeta	Oxidada	Cubeta
<i>Achnanthyidium microcephalum</i>	1.581	48	2.931	177	5.263	55	1.262	82
<i>A.minutissimum</i>	107	0	51	0	1.801	0	587	14
<i>Asterionella formosa</i>	0	0	17	0	0	0	0	0
<i>Aulacoseira alpigena</i>	263	0	0	0	5.999	0	161	0
<i>A. ambigua</i>	7.071	0	106	0	24.444	1.392	843	50
<i>A. granulata</i>	0	138	0	90	0	0	0	0
<i>Brachysira neoexilis</i>	20.839	1.130	63.688	3.169	66.712	1.929	11.205	723
<i>Chamaepinnularia mediocris</i>	0	0	17	0	619	0	96	0
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	24	0	0	0	0	0	0	0
<i>Denticula kuetzingii</i>	207	0	0	0	939	0	64	0
<i>Discostella stelligera</i>	13.270	113	585	0	30.610	207	1.914	101
<i>Encyonema neogracile</i>	4.794	146	2.504	402	12.945	449	372	32
<i>E. silesiacum</i>	26	0	863	0	0	0	40	27
<i>E. schubartii</i>	621	0	0	0	3.711	0	0	0
<i>E. spicula</i>	0	0	645	0	7.481	0	356	19
<i>Eunotia bilunaris</i>	0	0	0	0	0	0	144	0
<i>E. camelus</i>	0	0	0	0	0	0	64	27
<i>E. faba</i>	0	0	0	0	3.093	0	58	0
<i>E. flexuosa</i>	314	0	261	0	629	14	64	0
<i>E. minor</i>	0	0	0	0	0	0	96	0
<i>E. monodon</i>	107	0	0	0	640	0	409	147
<i>E. muscicola</i>	0	0	17	0	0	0	32	0
<i>E. sudetica</i>	0	0	0	0	0	0	165	0
<i>E. veneris</i>	26	0	0	0	0	0	226	0
<i>E. sp.1</i>	0	8	0	0	1.557	0	0	0
<i>Fragilaria gracilis</i>	2.691	1.206	4.724	2.011	13.626	77	756	499
<i>F. rumpens</i>	0	8	17	0	234	14	359	0
<i>F. vaucheriae</i>	0	0	0	0	21	17	0	35
<i>F. sp. 1</i>	828	0	448	0	0	0	0	0
<i>F. sp. 2</i>	0	392	599	2.309	1.076	30	1.476	671
<i>F. sp. 3</i>	126	0	0	0	0	0	0	0
<i>Frustulia crassinervia</i>	3.638	280	6.917	409	14.116	845	1.847	128
<i>Gomphonema gracile</i>	424	67	1.060	284	2.409	73	1.794	140
<i>G. lagenula</i>	0	0	0	0	0	0	24	0
<i>G. laticollum</i>	0	0	0	0	20	0	0	0
<i>G. parvulum</i>	0	13	0	254	102	0	256	0
<i>G. sp.1</i>	0	0	203	0	0	0	0	0
<i>Hantzschia amphyoxis</i>	0	0	17	0	0	0	0	0
<i>Navicula cryptocephala</i>	46	0	34	0	0	0	188	0

continuação

Tipo de Contagem	Reservatório do Piraquara I – Substrato Natural							
	Outubro/07		Fevereiro/08		Maio/08		Agosto/08	
	Oxidada	Cubeta	Oxidada	Cubeta	Oxidada	Cubeta	Oxidada	Cubeta
<i>N. cryptotenella</i>	6.930	667	4.325	608	10.604	287	880	139
<i>N. leptostriata</i>	0	63	0	90	0	69	0	0
<i>N. sp. 1</i>	40	0	0	0	0	0	0	0
<i>N. sp. 2</i>	7	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia palea</i>	207	0	0	0	0	0	64	0
<i>N. sp. 1</i>	0	0	308	0	619	0	0	0
<i>Nupela praecipua</i>	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pinnularia brauniana</i>	0	0	0	0	619	17	0	27
<i>P. gibba</i>	414	0	17	0	20	83	0	0
<i>Surirella linearis</i> <i>var. constricta</i>	0	0	0	0	0	14		0
<i>Synedra delicatissima</i>	107	75	0	411	0	171	2.486	258
Total	64.711	3.572*	90.354	8.270*	209.909	5.041*	28.288	3.294*
Número de espécies	27	19**	27	18**	27	28**	31	28**
Valor de dominância	32.355	1.786	45.177	4.135	104.954	2.520	14.144	1.647
Valor de abundância	2.396	188	3.764	459	7.774	180	912	117

- * Total da contagem em cubeta com todos os grupos algais.
- ** número de indivíduos encontrado na contagem em cubeta

Somente no mês de fevereiro a contagem em lâmina permanente detectou uma espécie dominante, *B. neoexilis*. As espécies mais abundantes foram sempre coincidentes entre os métodos de contagem, são elas: *B. neoexilis*, *F. gracilis*, *F. crassinervia* e *N. cryptotenella*. *A. microcephalum* foi a única espécie abundante detectada somente pela contagem em lâminas permanentes, e *Eunotia monodon* pela contagem em cubeta.

No reservatório do Irai, *Achnantheidium minutissimum* só não foi dominante no mês de maio/2008 dando lugar *F. rumpens* que foi dominante pelo método da contagem em cubeta (Tabela 14). Em meses isolados houve a coincidência de espécies entre os métodos como *Aulacoseira ambígua*, *A. granulata* no mês de fevereiro/2008. *Discostella stelligera*, *Encyonema silesiacum*, *Encyonopsis difficilis*, *Fragilaria gracilis*, *Gomphonema lagenula* e *Thalassiosira rudis* foram espécies abundantes somente na contagem em lâmina. Somente *Fragilaria crotonensis* e *Gomphonema parvulum* foram espécies abundantes pela contagem em cubeta.

TABELA 14 – DENSIDADES MÉDIAS DAS DIATOMÁCEAS EM LÂMINAS COM AMOSTRAS OXIDADAS (VALVAS/CM²) E EM CUBETAS (VALVAS/CM²) NO RESERVATÓRIO DO IRAÍ – SUBSTRATO NATURAL. VALORES EM NEGRITO: ESPÉCIES DOMINANTES. CÉLULAS EM CINZA: ESPÉCIES ABUNDANTES.

Tipo de Contagem	Reservatório do Iraí – Substrato Natural							
	Novembro/07		Fevereiro/08		Maio/08		Agosto/08	
	Oxidada	Cubeta	Oxidada	Cubeta	Oxidada	Cubeta	Oxidada	Cubeta
<i>Achnanthyidium minutissimum</i>	22.570	222.388	16.470	30.080	5.146	2.309	26.386	22.266
<i>Asterionella formosa</i>	50	0	60	0	5	0	0	0
<i>Aulacoseira alpigena</i>	0	0	285	0	322	0	145	0
<i>A. ambigua</i>	311	391	1.187	3.350	708	0	158	0
<i>A. ambigua</i> var. <i>ambigua</i> f. <i>spiralis</i>	0	0	214	84	8	0	0	0
<i>A. granulata</i>	86	391	1.071	1.081	490	272	279	134
<i>Brachysira neoexilis</i>	187	0	1.006	421	1.130	0	443	0
<i>B. sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1.158	0
<i>B. vitrea</i>	0	0	60	0	0	0	0	0
<i>Caloneis bacillum</i>	0	0	0	0	4	0	289	0
<i>Chamaepinnularia mediocris</i>	0	0	0	0	160	0	0	0
<i>Cocconeis placentula</i>	0	0	0	0	8	0	0	0
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	25	0	131	0	0	0	0	0
<i>Cymbela affinis</i>	0	0	0	0	0	0	289	0
<i>C. tumida</i>	50	343	96	96	0	0	0	201
<i>Cymbopleura naviculiformis</i>	82	0	78	0	6	0	0	0
<i>Diadesmis contenta</i>	0	0	0	0	0	0	13	0
<i>Diploneis ovalis</i>	0	0	193	0	0	0	0	0
<i>Discostella stelligera</i>	99	0	570	549	747	0	234	268
<i>D.stelligeroides</i>	0	0	197	0	244	0	289	0
<i>Encyonema minutum</i>	0	0	193	59	6	0	13	335
<i>E. neogracile</i>	0	0	0	253	0	0	0	0
<i>E. neomesianum</i>	0	0	0	0	0	136	0	0
<i>E. silesiacum</i>	96	0	119	133	727	0	289	0
<i>Encyonopsis difficilis</i>	0	0	0	0	0	0	2.026	0
<i>E. schubartii</i>	0	0	60	0	6	0	0	0
<i>Eunotia camelus</i>	0	0	96	59	0	0	0	0
<i>E. faba</i>	0	0	0	0	8	0	13	0
<i>E. monodon</i>	0	0	0	0	5	0	39	0
<i>E. muscicola</i>	0	0	71	0	56	0	0	0
<i>E. sudetica</i>	0	0	0	0	342	0	0	0
<i>E. sp. 3</i>	0	0	60	0	0	0	0	0
<i>Fragilaria crotonensis</i>	125	1.025	348	379	174	136	114	3.554
<i>F. gracilis</i>	110	0	76	253	4.636	340	921	211
<i>F. javanica</i>	96	0	71	0	639	0	151	0
<i>F. rumpens</i>	598	17.627	160	1.881	3.125	11.951	4.251	11.287
<i>F. vaucheriae</i>	903	3.463	100	407	2.733	0	1.191	288
<i>F. sp. 1</i>	75	0	71	0	4.788	0	40	221
<i>F. sp. 2</i>	1.951	3.092	340	9.607	6	0	3.691	245
<i>Frustulia crassinervia</i>	25	0	172	119	279	272	289	0
<i>F. neomundana</i>	0	0	71	0	8	0	0	0
<i>F. saxonica</i>	125	0	66	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema gracile</i>	25	524	96	169	285	68	136	329
<i>G. lagenula</i>	86	0	245	0	814	0	309	0
<i>G. laticollum</i>	0	0	0	0	0	0	224	76
<i>G. parvulum</i>	374	492	84	1.433	285	136	136	229
<i>Hantzschia amphyoaxis</i>	0	0	0	0	6	0	0	0
<i>Luticola mutica</i>	0	0	0	89	8	0	289	0
<i>Navicula cryptocephala</i>	125	0	71	0	0	0	0	0
<i>N. cryptotenella</i>	0	393	264	1.508	737	0	3.762	731

continuação

Tipo de Contagem	Reservatório do Iraí – Substrato Natural							
	Novembro/07		Fevereiro/08		Maio/08		Agosto/08	
	Oxidada	Cubeta	Oxidada	Cubeta	Oxidada	Cubeta	Oxidada	Cubeta
<i>N. kuseliana</i>	0	0	60	0	0	0	0	0
<i>N. leptostriata</i>	0	0	137	104	0	0	0	0
<i>N. wildii</i>	0	0	71	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia gracilis</i>	50	0	0	0	4	0	0	0
<i>N. palea</i>	75	0	257	0	402	0	579	380
<i>N. sp.</i>	125	0	168	0	13	0	0	0
<i>Pinnularia brauniana</i>		176		144		0		0
<i>P. gibba</i>	0	0	0	0	160	0	0	0
<i>P. microstauron</i>	0	0	214	84	0	0	0	0
<i>Rhopalodia giberulla</i>	0	0	0	84	192	0	579	0
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	0	0	0	0	0	0	289	0
<i>Surirella angusta</i>	75	0	0	52	0	0	13	0
<i>S. linearis var. constricta</i>	0	0	0	0	160	0	0	0
<i>Thalassiosira rudis</i>	149	0	824	228	254	0	39	0
<i>Ulnaria ulna</i>	0	0	0	59	0	0	0	36
Total	28.648	256.297*	26.183	51.768*	29.836	21.865*	49.066	37.780*
Número de espécies	28	26**	42	48**	42	18**	35	27**
Valor de dominância	14.324	128.148	13.091	25.884	14.918	10.932	24.533	18.890
Valor de abundância	1.023	9.857	623	1.078	710	1.214	1.401	1.399

- * Total da contagem em cubeta com todos os grupos algais.
- ** número de indivíduos encontrado na contagem em cubeta

3.8 ANÁLISE DE CLOROFILA-A

Os dados de teor de clorofila a apresentados referem-se ao período experimental que abrangeu os meses de outubro e novembro de 2007 e fevereiro, maio e agosto de 2008.

Constatarem-se grande diferença no acúmulo de biomassa perifítica entre os ambientes eutrófico e oligotrófico, sendo os maiores valores encontrados no ambiente eutrofizado. Em ambos os reservatórios e nos diferentes substratos, os meses de temperaturas mais baixas (Tabela 15), maio e agosto de 2008, se caracterizaram por apresentar valores extremamente baixos de biomassa fotossintética.

TABELA 15 – TEMPERATURA (°C) DURANTE O PERÍODO DE COLETA NOS RESERVATÓRIOS DO IRAÍ E DE PIRAQUARA I.

Reservatórios	Temperatura °C			
	Outubro /Novembro 2007	Fevereiro 2008	Maio 2008	Agosto 2008
Piraquara I	20,8	27	18,6	16
Iraí	27	26,5	18	17

Maiores valores de biomassa foram encontrados nos meses de temperaturas mais altas, a saber, outubro de 2007 e fevereiro de 2008 no sistema oligotrófico e novembro de 2007 e fevereiro de 2008 no eutrófico. O reservatório do Iraí apresentou teor de clorofila a 48 vezes maior no mês de novembro (27°C) em relação ao mês mais frio, agosto (17°C) para o substrato artificial. No reservatório do Piraquara I, o teor de clorofila a também foi maior nos

meses mais quentes. Nos meses de temperaturas mais baixas, o teor de clorofila a esteve abaixo do limite de detecção do método.

Avaliando o substrato artificial, no sistema eutrófico as temperaturas mais altas registradas foram 27°C no mês de novembro de 2007 e 26,5 °C no mês de fevereiro de 2008. A queda insignificante de temperatura diminuiu a produtividade em 2 vezes. No mês de agosto (17 °C) a biomassa foi 8 vezes maior em relação ao mês de maio (18 °C).

No ambiente oligotrófico, a temperatura da água teve um aumento de 6,2 graus no mês de fevereiro de 2008 em relação ao mês de outubro de 2007, e o teor de clorofila a aumentou de 0,02 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) para 0,03 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$). Nos meses mais frios os resultados encontrados foram negativos, adotando o valor zero.

Na macrófita *Polygonum* sp. o teor de clorofila a no reservatório do Iraí no mês de novembro de 2007 foi de 0,49 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) e teve um aumento de cerca de duas vezes no mês de fevereiro de 2008 (0,86 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$). Na temperatura mais baixa, em agosto (17°C) o teor de clorofila a foi de 0,08 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$). No Piraquara I, com o aumento da temperatura de 6,2 graus no mês de fevereiro de 2008 (27°C), a biomassa diminuiu de 0,13 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) para 0,01 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$). Na temperatura mais baixa 16°C a biomassa foi de 0,02 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$). O reservatório do Iraí apresentou em média 133 vezes maior biomassa em relação ao reservatório do Piraquara I no período de estudo (Tabela 16, figura 324 e 325).

TABELA 16 - CLOROFILA A NO SUBSTRATO ARTIFICIAL E NATURAL NOS DIFERENTES RESERVATÓRIOS.

Reservatórios	Substratos	Clorofila <u>a</u> ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)			
		Outubro /Novembro 2007	Fevereiro 2008	Mai 2008	Agosto 2008
Piraquara I	Substrato Artificial	0,015	0,026	0	0
	Substrato Natural	0,13	0,008	0,005	0,02
Iraí	Substrato Artificial	3,61	1,66	0,01	0,075
	Substrato Natural	0,49	0,86	0,03	0,015

No mês de novembro/2007 o substrato artificial do reservatório eutrófico acumulou cerca de 240 vezes mais biomassa que o oligotrófico. Em geral, o teor de clorofila a em ambos os ambientes diminuiu com a queda da temperatura (Figura 324).

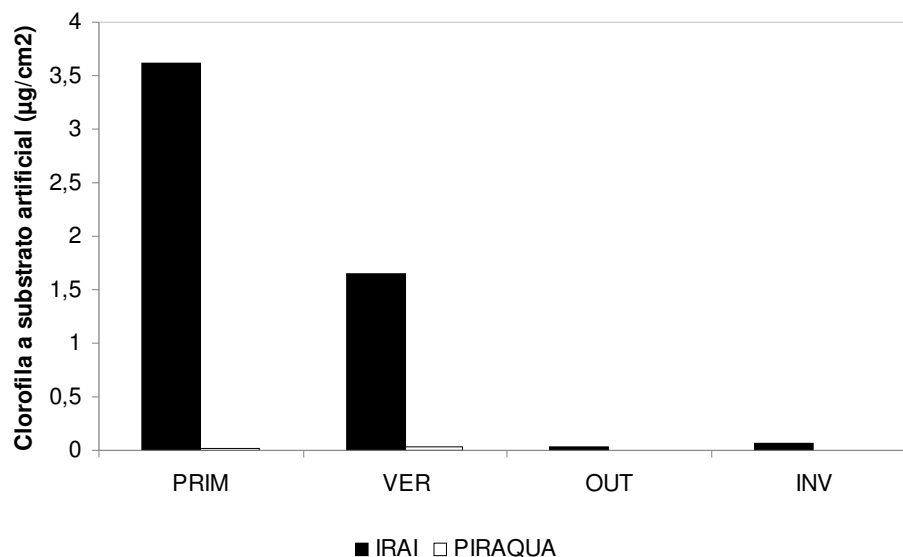


FIGURA 324 - BIOMASSA DO PERIFÍTON DO SUBSTRATO ARTIFICIAL. NOS SISTEMAS EUTRÓFICO (IRAI) E OLIGOTRÓFICO (PIRAQUARA I).

Polygonum sp. no sistema eutrofizado apresentou biomassa fotossintética perifítica cerca de quatro vezes maior do que a o ambiente oligotrófico no mês de novembro, ao passo que no mês de agosto essa diferença diminuiu e o reservatório do Piraquara I apresentou biomassa 1,3 vezes maior que o sistema eutrófico (tabela 16, figura 325).

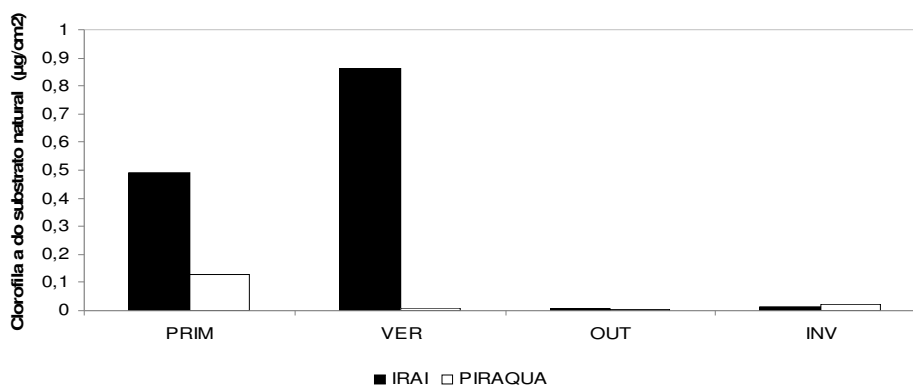


FIGURA 325 - BIOMASSA DO PERIFÍTON DE *POLYGONUM* SP. EUTRÓFICO (IRAI) E OLIGOTRÓFICO (PIRAQUARA I).

3.9 SELEÇÃO DE ESPÉCIES DE DIATOMÁCEAS COM POTENCIAL PARA BIOINDICAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO DA ÁGUA

3.9.1 RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA

No reservatório do Piraquara I, foram identificadas 47 espécies durante a contagem de 600 valvas nos substratos artificial e natural. As espécies abundantes e dominantes (LOBO & LEIGHTON, 1983) estão listadas com os valores de densidade (valvas/cm²) e densidade relativa (%) para cada uma das espécies citadas (Tabela 17).

De maneira geral, as espécies abundantes nos diferentes substratos foram as mesmas, diferenciando na densidade de indivíduos, de modo que as espécies do substrato natural obteve sempre, maior densidade que a lâmina de vidro. Somente no mês de fevereiro houve a presença de espécie dominante, *Brachysira neoexilis*, que aparece no restante dos meses como espécie abundante.

TABELA 17 - ESPÉCIES ABUNDANTES (A) E DOMINANTES (D) (VALVAS/CM²) NO RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I DURANTE O PERÍODO AMOSTRADO NOS SUBSTRATOS ARTIFICIAL E NATURAL. OS VALORES DE DENSIDADE (VALVAS/CM²) E DENSIDADE RELATIVA (%) ESTÃO DADOS PARA CADA ESPÉCIE.

Data de Coleta	Artificial (VALVAS/cm ² ; %)	Natural (VALVAS/cm ² ; %)
outubro/2007	A: <i>Brachysira neoexilis</i> (2.196; 31,76%), <i>Discostella stelligera</i> (757; 10,95%), <i>Encyonopsis schubartii</i> (721; 10,42%), <i>Synedra delicatissima</i> (720; 10,41%), <i>Gomphonema parvulum</i> (521; 7,53%), <i>Gomphonema gracile</i> (506; 7,31%), <i>Navicula cryptotenella</i> (387; 5,59%), <i>Fragilaria tenera</i> (171; 2,47%); <i>Fragilaria gracilis</i> (111; 1,60%) e <i>Fragilaria. sp. 2</i> (111; 1,60%)	A: <i>B. neoexilis</i> (20.839; 32,20%), <i>D. stelligera</i> (13.270; 21,50%), <i>Aulacoseira ambigua</i> (7.071; 10,92%), <i>N. cryptotenella</i> (6.930; 10,70%), <i>Encyonema neogracile</i> (4.794; 7,40%), <i>Frustulia crassinervia</i> (3.638; 5,62%); <i>F. gracilis</i> (2.691; 4,15%)
fevereiro/2008	D: <i>B. neoexilis</i> (58.246; 63,46%) A: <i>F. gracilis</i> (14.688; 16,0%)	D: <i>B. neoexilis</i> (63.688; 70,48%) A: <i>F. crassinervia</i> (6.917; 7,65%), <i>F. gracilis</i> (4.724; 5,22%) e <i>N. cryptotenella</i> (4.325; 4,78%)
maio/2008	A: <i>D. stelligera</i> (1.770; 31,02%), <i>E. neogracile</i> (777; 13,61%), <i>A. ambigua</i> (343; 13,02%), <i>Encyonopsis spicula</i> (352; 6,17%), <i>B. neoexilis</i> (343; 6,01%), <i>G. gracile</i> (335; 5,87%); <i>F. crassinervia</i> (285; 5,0%)	A: <i>B. neoexilis</i> (66.712; 31,78%), <i>D. stelligera</i> (30.610; 14,58%), <i>A. ambigua</i> (24.444; 11,64%), <i>F. crassinervia</i> (14.116; 6,72%), <i>F. gracilis</i> (13.626; 6,49%), <i>E. neogracile</i> (12.942; 6,16%) e <i>N. cryptotenella</i> (10.604; 5,05%)
agosto/08	A: <i>D. stelligera</i> (763; 25,41%), <i>S. delicatissima</i> (484; 16,12%), <i>A. ambigua</i> (167; 9,19%), <i>F. gracilis</i> (242; 8,06%), <i>F. sp. 2</i> (236; 7,86%), <i>E. spicula</i> (176; 5,86%), <i>B. neoexilis</i> (167; 5,56%), <i>Achnantheidium microcephala</i> (113; 3,76%); <i>N. cryptocephala</i> (108; 3,59%)	A: <i>B. neoexilis</i> (11.205; 39,61%), <i>S. delicatissima</i> (2.486; 8,78%), <i>D. stelligera</i> (1.914; 6,76%), <i>F. crassinervia</i> (1.847; 6,59%), <i>G. gracile</i> (1.794; 6,34%), <i>F. sp. 2</i> (1.476; 5,21%), <i>A. microcephalum</i> (1.262; 4,46%)

A figura 326 ilustra a variação entre as espécies mais abundantes do reservatório do Piraquara I em ambos os substratos. No substrato macrófita, foram 10 as espécies com melhor representatividade enquanto que no substrato lâmina foram 8. No substrato natural *Achnanthydium microcephalum* obteve grande relevância assim como *Frustulia crassinervia*.

No substrato natural a espécie *Brachysira neoexilis* apresentou grande variação de sua densidade, aparecendo em dominância no mês de fevereiro, de modo que *Discostella stelligera* que estava abundante no mês de outubro/2007 diminuiu sua representatividade em 22 vezes. Nos meses seguintes o aumento da densidade de *D. stelligera* coincidiu com a diminuição da densidade de *B. neoexilis*. *Fragilaria gracilis* apresentou-se abundante durante as três primeiras coletas diminuindo sua representatividade no mês de agosto de 2008, assim como *Navicula cryptotenella*.

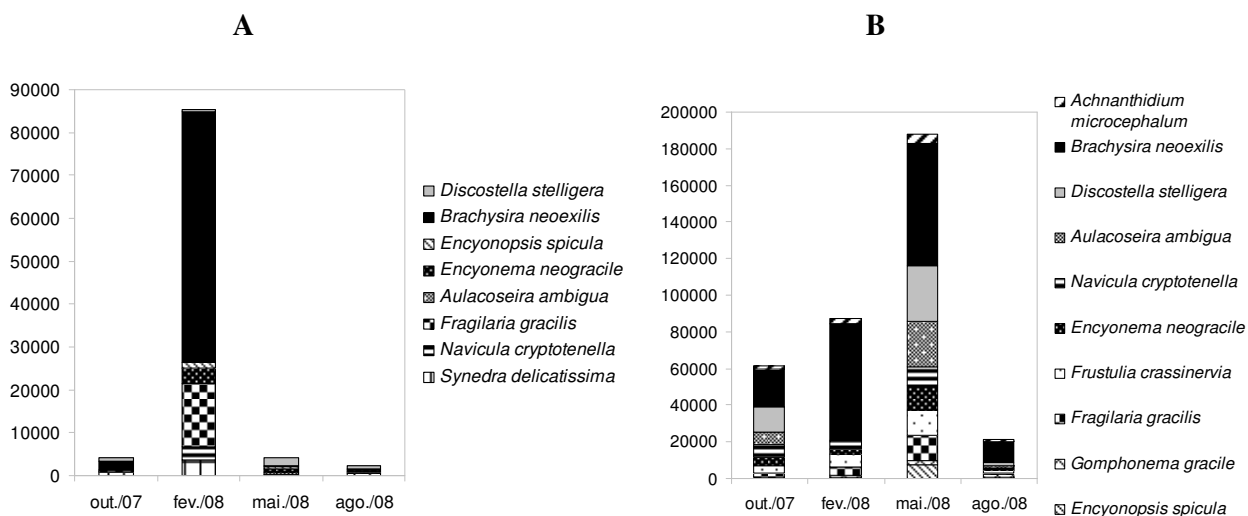


FIGURA 326 – VARIÇÃO DA ABUNDÂNCIA DAS DIATOMÁCEAS MAIS REPRESENTATIVAS DO SUBSTRATO ARTIFICIAL (A) E NATURAL (B) DURANTE O PERÍODO AMOSTRADO NO RESERVATÓRIO DO PIRAQUARA I.

No reservatório do Irai, durante a contagem de 600 valvas, foram encontradas 41 espécies no substrato artificial e 61 no natural. Para o substrato artificial a espécie dominante durante todo o período amostrado foi *Achnanthydium minutissimum* (nov/07 17.751, fev/08 43.756, mai/08 240.009 e ago/08 117.031). Somente no mês de novembro/2007 constatou-se uma espécie abundante: *Fragilaria rumpens* (1.650). No substrato natural foram 15 espécies abundantes durante o período amostrado, e *A. minutissimum* apresentou-se abundante somente no mês de maio de 2008 (Tabela 18).

TABELA 18 - ESPÉCIES ABUNDANTES (A) E DOMINANTES (D) (VALVAS/CM²) NO RESERVATÓRIO DO IRAI DURANTE O PERÍODO AMOSTRADO NOS SUBSTRATOS ARTIFICIAL E NATURAL. OS VALORES DE DENSIDADE (VALVAS/CM²) E DENSIDADE RELATIVA (%) ESTÃO DADOS PARA CADA ESPÉCIE.

Data de Coleta	Artificial (VALVAS/cm ² ; %)	Natural (VALVAS/cm ² ; %)
novembro/2007	D: <i>Achnantheidium minutissimum</i> (17.751; 72,10%) A: <i>Fragilaria rumpens</i> (1.650; 6,86%).	D: <i>A. minutissimum</i> (22.570; 78,78%) A: <i>Fragilaria</i> sp.2 (1.951; 6,81%)
fevereiro/2008	D: <i>A. minutissimum</i> (43.756; 80,27%)	D: <i>A. minutissimum</i> (16.470; 62,90%) A: <i>Aulacoseira ambigua</i> (1.178; 4,49%), <i>A. granulata</i> (1.071; 4,09%), <i>Brachysira neoexilis</i> (1.006; 3,84%); <i>Thalassiosira rudis</i> (824; 3,14%). A: <i>A. minutissimum</i> (5.146, 17,24%), <i>Fragilaria</i> sp.1 (4.788; 16,04%); <i>Fragilaria gracilis</i> (4.636; 15,53%), <i>F. rumpens</i> (3.125; 10,47%), <i>Fragilaria vaucheriae</i> (2.733; 9,16%), <i>B. neoexilis</i> (1.130; 3,78%), <i>Gomphonema lagenula</i> (814; 2,72%), <i>Discostella stelligera</i> (747, 2,50%), <i>Navicula cryptotenella</i> (737, 2,47%); <i>Encyonema silesiacum</i> (727; 2,43%).
maio/2008	D: <i>A. minutissimum</i> (240.009; 91,87%)	D: <i>A. minutissimum</i> (26.386, 53,77%) A: <i>F. rumpens</i> (4.251, 8,66%), <i>N. cryptotenella</i> (3.762; 7,66%), <i>F. sp. 2</i> (3.691; 7,52%), <i>Encyonopsis difficilis</i> (2.026; 4,12%); <i>F. vaucheriae</i> (1.191; 2,42%)
agosto/08	D: <i>A. minutissimum</i> (117.031; 76,98%)	

Achnantheidium minutissimum apresentou-se dominante em três coletas, somente em maio ela foi a espécie mais abundante, quando sua densidade diminuiu, coincidindo com o aumento de *Fragilaria rumpens*. Esta obteve grande variação de sua densidade durante o período amostrado, aumentando sua representatividade nos meses de maio e agosto de 2008 (Figura 327).

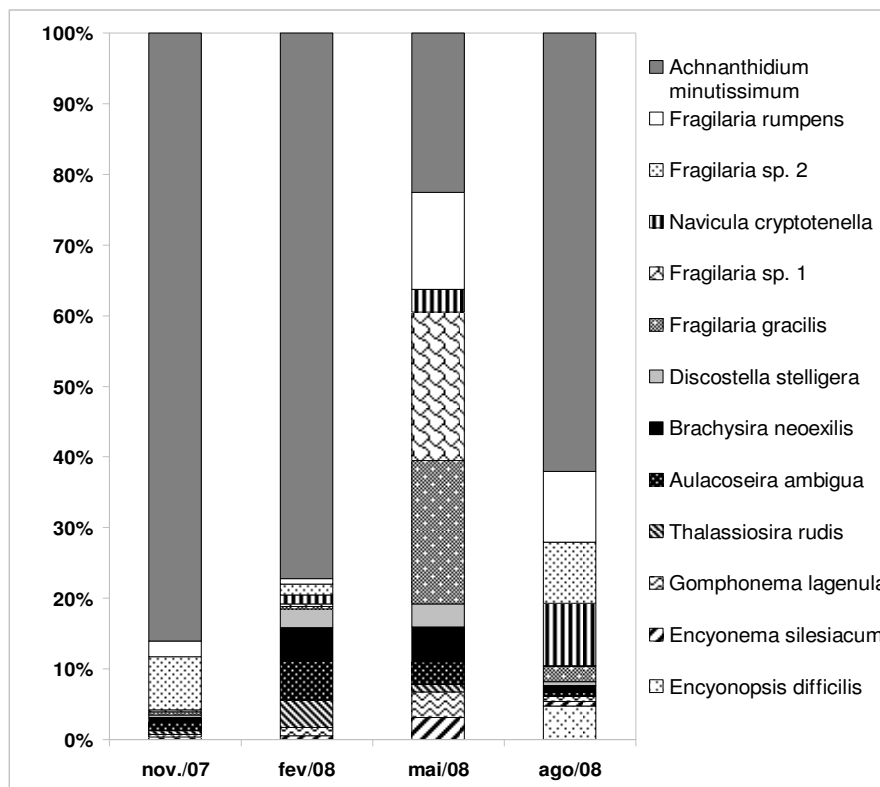


FIGURA 327 – VARIAÇÃO DA ABUNDÂNCIA DAS DIATOMÁCEAS MAIS REPRESENTATIVAS DO SUBSTRATO NATURAL DURANTE O PERÍODO AMOSTRADO NO RESERVATÓRIO DO IRAÍ.

A Análise de Componentes Principais (ACP) realizada para as densidades de espécies colonizadoras do substrato artificial nos ambientes eutrófico e oligotrófico resumiu 68,85% da variabilidade dos dados. Houve a nítida separação do sistema oligotrófico em relação ao eutrófico com base na composição específica. As unidades amostrais e os substratos do sistema oligotrófico se posicionaram do lado negativo do eixo 1, enquanto que no lado positivo estiveram as unidades do ambiente eutrofizado (Figura 328, Tabela 19).

As unidades amostrais do sistema eutrófico ficaram separadas, de modo que as amostras relacionadas ao substrato natural ordenaram-se positivamente em relação ao eixo 2, enquanto que as unidades amostrais referente ao substrato artificial ficaram ordenadas negativamente ao eixo 2. Em relação ao ambiente oligotrófico, embora a ordenação das unidades amostrais foi mais homogênea, ficando mais próximas umas das outras, as amostras do substrato natural ficaram melhor relacionadas positivamente com o eixo 2, enquanto que as referentes ao substrato artificial, negativamente ao eixo 2.

TABELA 19 – CORRELAÇÃO DAS ESPÉCIES COM AS COMPONENTES PRINCIPAIS – SUBSTRATO ARTIFICIAL E NATURAL (IRAÍ E PIRAQUARA I).

Variáveis	Abreviações	Componentes principais	
		1	2
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	ACHMIN	0,900	0,125
<i>Aulacoseira ambigua</i>	AULAMB	- 0,277	0,290
<i>Aulacoseira granulata</i>	AULGRA	0,328	0,903
<i>Brachysira neogracile</i>	BRANEO	- 0,908	0,287
<i>Discostella stelligera</i>	DISSTE	- 0,637	0,195
<i>Encyonema neogracile</i>	ENCNEO	- 0,933	- 0,205
<i>Fragilaria gracilis</i>	FRAGRA	- 0,734	0,206
<i>Fragilaria rumpens</i>	FRARUM	0,794	0,057
<i>Fragilaria</i> sp. 1	FRASP1	- 0,140	0,796
<i>Fragilaria</i> sp. 2	FRASP2	0,785	- 0,129
<i>Fragilaria vaucheriae</i>	FRAVAU	0,261	0,895
<i>Frustulia crassinervia</i>	FRUCRA	- 0,865	0,088
<i>Gomphonema lagenula</i>	GOMLAG	0,283	0,894
<i>Navicula cryptotenella</i>	NAVCRT	- 0,849	0,408
<i>Synedra delicatissima</i>	SYNDEL	- 0,279	- 0,432
Varição explicada		43,95%	24,90%

Associaram-se com o sistema oligotrófico ($r > 0,7$) as espécies *Encyonema neogracile* (ENCNEO), *Brachysira neoexilis* (BRANEO), *Frustulia crassinervia* (FRUCRA), *Navicula cryptotenella* (NAVCRT) e *Fragilaria gracilis* (FRAGRA). Em contrapartida, as espécies melhor associadas com o sistema eutrófico foram *Achnanthydium minutissimum* (ACHMIN), *Fragilaria rumpens* (FRARUM), *Fragilaria* sp. 2 (FRASP2).

Algumas espécies mostraram elevadas correlações com o eixo 2, estando melhor associadas com um tipo de substrato. No sistema eutrófico o substrato natural ficou positivamente relacionado com o eixo 2 e as espécies melhor relacionadas foram *Fragilaria vaucheriae* (FRAVAU), *Gomphonema lagenula* (GOMLAG) e *Aulacoseira granulata* (AULGRA). No ambiente oligotrófico, a espécie que teve alta correlação com o lado positivo do eixo 2 foi *Fragilaria* sp. 1 (FRASP1) e negativamente foi *Synedra delicatissima* (SYNDEL) (Tabela 19).

A correlação das concentrações de fósforo total (PT) e nitrato NO_3^- com as densidades das espécies mais abundantes no ambiente oligotrófico foi negativa, de modo que as maiores densidades de espécies relacionaram-se com as menores concentrações de nutrientes. No sistema eutrófico as elevadas densidades estiveram relacionadas com maiores concentrações nutricionais (Tabela 20).

TABELA 20 – CORRELAÇÃO DE PEARSON ENTRE A DENSIDADE DAS ESPÉCIES ABUNDANTES (SUBSTRATOS NATURAL E ARTIFICIAL) E A CONCENTRAÇÃO DE PT E NO₃⁻.

Espécies	Artificial		Natural	
	PT	NO ₃ ⁻	PT	NO ₃ ⁻
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	0,90	0,71	0,90	0,62
<i>Aulacoseira ambigua</i>	- 0,52	- 0,49	- 0,35	- 0,31
<i>Aulacoseira granulata</i>	0,78	0,40	0,44	- 0,04
<i>Brachysira neogracile</i>	- 0,62	- 0,45	- 0,78	- 0,67
<i>Discostella stelligera</i>	- 0,65	- 0,57	- 0,67	- 0,48
<i>Encyonema neogracile</i>	- 0,46	- 0,44	- 0,74	- 0,59
<i>Fragilaria gracilis</i>	- 0,37	- 0,32	- 0,44	- 0,22
<i>Fragilaria rumpens</i>	0,89	0,90	0,46	0,67
<i>Fragilaria</i> sp. 1	0,79	0,54	0,22	0,31
<i>Fragilaria</i> sp. 2	- 0,27	- 0,27	0,63	0,76
<i>Fragilaria vaucheriae</i>	0,92	0,65	0,46	0,57
<i>Frustulia crassinervia</i>	- 0,53	- 0,47	- 0,85	- 0,61
<i>Gomphonema lagenula</i>	0,86	0,69	0,45	0,41
<i>Navicula cryptotenella</i>	- 0,86	- 0,61	- 0,78	- 0,45
<i>Synedra delicatissima</i>	- 0,68	- 0,52	0,45	0,41

3.10 ÍNDICES DIATOMOLÓGICOS

Os índices de diatomáceas para avaliar a qualidade de águas foi aplicado em ambos os reservatórios para as comunidades do substrato artificial e natural. Para o reservatório do Piraquara I, o índice de diatomáceas (ID) proposto por Descy, (1979), permitiu classificar o ambiente como apresentando uma ótima qualidade biológica, não poluído. Somente no mês de agosto/2008, para as diatomáceas do substrato artificial, o índice detectou uma estreita mudança da comunidade, inferindo um leve grau de poluição.

O Índice Trófico de Diatomáceas (TDI) proposto por Kelly e Whitton (1995) classificou o reservatório do Piraquara I como possuindo leve grau de poluição, quando analisado as diatomáceas do substrato artificial e com baixa concentração de nutrientes quando analisada a comunidade natural.

O Índice Saprobico (IS), desenvolvido no Brasil, proposto por Lobo, Callegaro e Bender (2002) classificou o sistema oligotrófico, para o substrato artificial como β -mesossaprobico com poluição moderada no mês de maio/2008, e com condições α -mesossaprobicas com forte poluição nos meses de outubro/2007, fevereiro e agosto de 2008. Para o substrato macrófita o valor do índice oscilou discretamente entre os meses classificando-o como possuidor de poluição forte.

Os índices acima foram desenvolvidos para classificar a qualidade de água de rios, somente o Índice Trófico de Diatomáceas para Lagos (TDIL) proposto por Stenger-Kovács *et*

al. (2007) foi desenvolvido em lagos e classificou o reservatório do Piraquara I como possuindo moderada poluição em todo período amostrado (Tabela 21).

TABELA 21 – ÍNDICES DIATOMOLÓGICOS PARA OS SISTEMAS OLIGOTRÓFICO (SUBSTRATO ARTIFICIAL E NATURAL) DURANTE OS MESES DE COLETA.

PIRAQUARA I		ID (1979)	TDI (1995)	IS (2002)	TDIL (2007)
ARTIFICIAL	OUT/07	4,46	2,05	3,15	2,30
	FEV/08	4,83	1,32	2,66	2,08
	MAI/08	4,95	1,84	1,88	2,85
	AGO/08	4,38	2,60	3,34	2,84
		4,70	1,95	2,80	2,51
	Classificação	Não poluído	Leve grau de poluição	α-mesossapróbio poluição forte	Moderada poluição
NATURAL	OUT/07	4,65	1,94	2,75	2,56
	FEV/08	4,89	1,33	2,74	2,13
	MAI/08	4,80	1,57	3,02	2,83
	AGO/08	4,69	1,67	2,78	2,28
		4,80	1,62	2,82	2,45
	Classificação	Não poluído	Baixa concentração de nutrientes	α-mesossapróbio poluição forte	Moderada poluição

O reservatório do Iraí foi classificado, pelo índice de Descy (1979) como possuindo um significante grau de eutrofização com decrescimento das espécies sensíveis e mudanças na comunidade. Segundo o índice de Kelly e Whitton (1995) foi qualificado como possuidor ded um leve grau de poluição. O reservatório do Iraí, ainda foi classificado como um ambiente polissapróbico, com poluição excessiva durante todo o período estudado. O índice de Stenger-Kovács *et al.* (2007) qualificou o ambiente com boa qualidade de água (Tabela 22).

TABELA 22 – ÍNDICES DIATOMOLÓGICOS PARA OS SISTEMAS OLIGOTRÓFICO E EUTRÓFICO DURANTE OS MESES DE COLETA – SUBSTRATO NATURAL, *POLYGONUM* SP.

	PIRAQUARA I	ID (1979)	TDI (1995)	IS (2002)	TDIL (2007)
ARTIFICIAL	NOV/07	3,97	2,15	3,97	3,78
	FEV/08	3,99	2,09	3,96	3,83
	MAI/08	4,04	2,02	3,99	3,89
	AGO/08	4,10	2,10	3,96	3,75
		4,00	2,09	3,97	3,81
	Classificação	Estreita poluição	Leve grau de poluição	Polissapróbia Poluição excessiva	Boa qualidade de água
NATURAL	NOV/07	3,92	2,12	3,94	3,84
	FEV/08	3,85	2,03	3,92	3,73
	MAI/08	3,92	2,24	3,46	3,07
	AGO/08	3,97	2,22	3,94	3,52
		3,91	2,15	3,81	3,54
	Classificação	Significante eutrofização	Leve grau de poluição	Polissapróbia Poluição excessiva	Boa qualidade de água

3.11 ESPÉCIES RARAS

Espécies raras foram aquelas constatadas somente uma vez durante o período amostrado. No reservatório do Piraquara I, sistema oligotrófico, para o substrato artificial foram 18. Foram elas: *Chamaepinnularia mediocris*, *Cocconeis placentula*, *Cyclotella meneghiniana*, *Denticula kuetzingii*, *Encyonema riotecense*, *E. silesiacum*, *Eunotia camelus*, *E. flexuosa*, *E. naegeli*, *E. sudetica*, *Eunotia* sp. 1; *Fragilaria crotonensis*, *F. rumpens*, *Gomphonema laticollum*, *Navicula kuseliana*, *Nitzschia palea*, *Pinnularia brauniana*, *P. divergens*, *Placoneis* sp., *Stauroneis pinnata*, *Thalassiosira rudis*. E para o substrato natural foram 14 as espécies raras, sendo elas: *Asterionella formosa*, *Cyclotella meneghiniana*, *Eunotia camelus*, *E. minor*, *E. sudetica*, *Fragilaria* sp.3, *F. vaucheriae*, *Gomphonema lagenula*, *G. laticollum*, *G. sp.1*, *Hantzschia amphyoaxis*, *Nupela praecipua*, *Pinnularia brauniana*, e *Stauroneis phoenicenteron*.

No reservatório do Iraí, ambiente eutrófico, as espécies raras foram: *Aulacoseira alpigena*, *A. ambigua*, *Cyclotella meneghiniana*, *Cymbella tumida*, *Cymbopleura naviculiformis*, *Diadsmis contenta*, *Discostella stelligera*, *Encyonema minutum*, *E. silesiacum*, *Eunotia bilunaris*, *E. camelus*, *E. faba*, *E. sudetica*, *Fragilaria gracilis*, *F. tenera*, *F. vaucheriae*, *Fragilaria* sp. 1, *Frustulia crassinervia*, *Gomphonema augur*, *Gomphonema* sp.1, *Gomphonema* sp.2, *Navicula cryptocephala*, *Synedra delicatissima* e *Thalassiosira*

rudis, totalizando 24 espécies para o substrato artificial. Para a macrófita *Brachysira vitrea*, *Chamaeppinularia* sp., *Cocconeis placentula*, *Diadesmis contenta*, *Diploneis ovalis*, *Encyonopsis difficilis*, *Eunotia camelus*, *E. faba*, *Fragilaria goulardii*, *Hantzschia amphyois*, *Navicula kuseliana*, *N. wildii*, *Pinnularia gibba*, *P. microstauron*, *Stauroneis phoenicenteron* e *Surirella linearis* var. *contracta*, totalizando 16 espécies.

4 DISCUSSÃO

4.1 VARIÁVEIS AMBIENTAIS E ESTADO TRÓFICO DOS RESERVATÓRIOS DO PIRAQUARA I E DO IRAÍ

O reservatório do Piraquara I pelas suas características de alta transparência da água, e baixos valores para as concentrações de nutrientes, além de baixa biomassa acumulada pela comunidade foi classificado como um ambiente oligotrófico. Enquanto que o reservatório do Iraí, que apresenta altas concentrações de nutrientes e teor de biomassa, com baixa transparência da coluna de água foi classificado como ambiente eutrófico.

A literatura clássica ressalta que a transparência está diretamente relacionada à quantidade de material suspenso na coluna d'água, assim, em ambientes ricos em nutrientes os valores para a transparência da água são baixos e em ambientes pobres os valores são maiores (WETZEL, 1983).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) traz resoluções que definem as cargas de nutrientes permissíveis para cada tipo de ambiente, sendo a quantidade máxima de fósforo total, 0,020 mg/L para ambientes lênticos (CONAMA n° 357, 17 de março de 2005). Os valores encontrados no reservatório do Iraí (0,030 mg/L) foram 1,5 vezes mais elevados do que o recomendado, sugerindo uma maior atenção para a qualidade e usos desse reservatório. Bollmann, Carneiro, Pegorini (2005) e Júnior *et al.* (2005), encontraram valores de fósforo total para o reservatório do Iraí, maiores do que os estimados neste estudo, e consideraram este ambiente em processo de eutrofização. O reservatório do Iraí apresentou concentração média de nitrogênio total 1,57 mg/L, valores semelhantes aos encontrados no mesmo ambiente por Júnior *et al.* (2005) e Bollmann, Carneiro e Pegorini (2005).

O reservatório do Piraquara I apresentou concentrações abaixo da recomendada pelo CONAMA (2005). Os valores médios de fósforo total para o reservatório do Piraquara I foi de 0,015 mg/L. Júnior *et al.* (2005) encontraram valores menores em seu estudo no mesmo ambiente. Em relação à concentração de nitrogênio total, o reservatório do Piraquara I teve concentração de 1,32 mg/L, estes valores estão cerca de 2,7 vezes maior que encontrada por Júnior *et al.* (2005).

Segundo Horne e Goldman (1994), principalmente em ambientes tropicais com características tróficas extremas (oligotróficos e eutróficos), a limitação de nitrogênio é freqüente. Por outro lado, Wetzel (1993b) ressaltou que em ambientes oligotróficos a

disponibilidade de fósforo é limitada e as concentrações de nitrogênio permanecem em excesso. Os ambientes estudados apresentaram altos valores para a concentração de nitrogênio total em relação ao fósforo total.

No sistema oligotrófico, as concentrações de nitrito (0,002 mg/L) sempre foram extremamente baixas em relação ao nitrato (0,055 mg/L) e ao amônio (0,16 mg/L). As concentrações de amônio estiveram sempre maiores que as concentrações de nitrato. Essas concentrações se assemelham às encontrada por Júnior *et al.* (2005). A resolução do CONAMA n° 357, 17 de março de 2005 define que as concentrações ideais para o nitrato sejam de 10 mg/L, de nitrito seja 1,0 mg/L e de nitrogênio amoniacal 3,7 mg/L. Os valores encontrados no presente trabalho estão todos extremamente abaixo dos recomendados pelo CONAMA.

A concentração de nitrito no ambiente eutrófico, Iraí, também foi extremamente baixa em relação às outras formas. Ao contrário do Piraquara I, no sistema eutrófico, que recebe grandes quantidades de nutrientes, o teor de nitrato foi maior em relação ao íon amônio. A distribuição desses dois compostos na coluna d'água pode estar fortemente relacionada com a concentração de oxigênio e episódios de mistura e circulação. Além disso, tratam-se de ambientes com diferentes cargas de nutrientes, o que acarreta maiores concentrações de nitrato no ambiente eutrófico e menores no oligotrófico.

Os valores de oxigênio dissolvido foram semelhantes nos dois reservatórios estudados, porém os teores de DQO e DBO₅ variaram. A temperatura atua como fator controlador da concentração de oxigênio na coluna d'água e dos processos biológicos no ecossistema aquático (ESTEVES, 1998). Ruttner (1931) *apud* Esteves (1998) ressaltaram que o hipólímnio de ambientes tropicais apresenta temperaturas cerca de 20 graus mais elevadas que de ambientes temperados, portanto, os processos de decomposição são de quatro a nove vezes mais rápidas em ambientes com temperaturas elevadas.

Os valores médios de DBO₅ no sistema oligotrófico, reservatório do Piraquara I, nos meses de outubro de 2007 e fevereiro de 2008, a DQO foi cerca de 5 vezes maior que a DBO₅, enquanto que nos meses de maio e agosto de 2008 os valores de DQO diminuíram se aproximando dos valores de DBO₅. Valores próximos de DQO e de DBO₅ evidenciam uma maior biodegradabilidade dos efluentes (CETESB, 2008). Os valores obtidos no sistema oligotrófico estão abaixo dos estabelecidos pelo CONAMA (3 mg/L de O₂).

No reservatório do Iraí, as concentrações de DQO também foram maiores que os de DBO₅ e sua concentração oscilaram marcadamente durante o período amostrado. No mês de outubro de 2007 a DQO foi 6 vezes maior que os valores de DBO₅, enquanto que nos meses

de fevereiro, maio e agosto os valores de DQO foram 1,8, 4 e 9 vezes maiores que a DBO₅. O valor médio para DBO₅ está muito acima dos recomendados pelo CONAMA.

A DQO é a quantidade de oxigênio necessário para oxidar quimicamente a matéria orgânica do sistema aquático, o aumento da concentração desse composto no ambiente, está relacionado com o despejo de efluentes industriais, estes valores são normalmente maiores que os valores de DBO₅. A DBO₅ é a quantidade de oxigênio consumido por microorganismos para degradar a matéria orgânica (CETESB, 2008).

O Reservatório do Piraquara I foi classificado pelo IET como um ambiente oligotrófico, estes resultados se aproximam da classificação proposta pelo IAP (2004) que o coloca como sendo de ambiente de classe II (pouco degradado) com pequeno aporte de nutrientes, baixa com transparência da água relativamente altas e com baixa densidade de algas.

Já o reservatório do Iraí, classificado como eutrófico pelo IET, corresponde à categoria proposta pelo IQAR, como classe IV, definida pela alta tendência à eutrofização (IAP, 2004).

4.2 DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS DE SUBSTRATO ARTIFICIAL E NATURAL

Os gêneros mais representativos nos substratos do reservatório oligotrófico, Piraquara I, foram *Eunotia*, *Pinnularia*, *Fragilaria* e *Navicula*. Estes gêneros incluem espécies colonizadoras primárias, formadoras de almofadas de mucilagem secretadas pelas rimopórtulas e fissuras da rafe que conferem mobilidade sobre o substrato (TUJI, 2000). Segundo Cetto *et al.* (2004), por apresentarem estruturas especializadas de fixação aos substratos, as diatomáceas são consideradas rápidas colonizadoras de substratos.

No substrato *Polygonum* sp. registrou-se maior número de espécies exclusivas no período de coleta, sugerindo o maior tempo de sucessão nesse substrato, além de uma possível interação metabólica com a macrófita. Segundo Eminson e Moss (1980) as espécies apresentam especificidade em relação ao substrato em ambientes oligotróficos, já que a coluna d'água pode não suprir as necessidades nutricionais do perifíton, este se associa com as macrófitas que são metabolicamente ativas. Neste estudo, essa hipótese pode ser fortalecida quando observamos a diversidade encontrada nesse substrato que é maior em relação ao substrato lâmina de vidro.

Fontaine e Nigh (1983), comparando a comunidade perifítica de plantas submersas naturais e artificiais, não observaram diferenças significativas na comunidade aderida, sugerindo que o substrato planta natural funcionou como substrato neutro.

Embora *Polygonum* sp. tenha apresentado maior número de espécies em relação à lâmina de vidro a diferença é muito pequena, de maneira que os substratos agruparam-se nos diferentes meses de coleta com alta similaridade. Segundo Odum (2004), ambientes não impactados são mais estáveis, apresentando uniformidade nas comunidades algais. A baixa variação da comunidade entre os substratos e meses de coleta também pode ser explicada pela proximidade entre os locais dos substratos, de maneira que as lâminas de vidro ficaram cerca de 88 metros do banco de macrófitas.

Brachysira neoexilis, *Discostella stelligera*, *Aulacoseira ambigua* e *Fragilaria gracilis*, são exemplos de espécies de diatomáceas características de ambientes pobres em nutrientes (VAN DAM, MERTENS, SINKELDAM, 1994; HOFMANN, 1999) assim, essas espécies poderão ser utilizadas como base de trabalhos de biomonitoramento no local.

No reservatório eutrófico, Irai, os gêneros mais representativos nos substratos do reservatório do Iraí foram *Eunotia*, *Fragilaria* e *Gomphonema*. O gênero *Gomphonema* possui espécies que liberam mucilagem por campo de poros apicais formando longos pedúnculos mucilaginosos, essa característica fornece grande vantagem sobre representantes de outros gêneros em ambientes em que a competição por luz é alta (TUJI, 2000), como é o caso de reservatórios eutróficos.

O número de espécies de diatomáceas exclusivas do substrato natural, foi sempre maior em relação ao artificial. Durante o período estudado, o número de espécies ficou entre 69 e 28 no substrato natural e 59 e 29 no artificial. As espécies encontradas no reservatório do Irai são características de ambiente em processo de eutrofização. *Achnantheidium minutissimum*, *Fragilaria rumpens*, *Nitzschia palea* e *Gomphonema parvulum* são exemplos de espécies muito comuns em ambientes com altas concentrações de nutrientes, e segundo a literatura são caracterizadas como espécies tolerantes a eutrofização (VAN DAM, MERTENS, SINKELDAM, 1994; HOFMANN, 1999).

Comparando com os outros grupos algais, as diatomáceas foram o grupo de algas melhor representados em ambos os ambientes, sua contribuição ficou entre 82% e 99% na lâmina de vidro e 87% e 97% em *Polygonum* sp. para o Piraquara I, e entre 72% e 97% no substrato artificial e 71% e 96% em *Polygonum* sp. no reservatório do Iraí.

As diatomáceas, em relação aos demais grupos, possuem melhor desenvolvimento em situações de baixa luminosidade (SOMMER, 1988 *apud* FELISBERTO; RODRIGUES, 2005a). Reynolds (1984) *apud* Felisberto e Rodrigues (2005a) ressalta ainda que as diatomáceas sejam resistentes à instabilidade da coluna d'água, elevada transparência e baixas

temperaturas da água. Vercellino (2001) relatou que as diatomáceas requerem menores concentrações de fósforo, destacando-se como competidoras com os outros grupos algais.

Em geral, os estudos que analisaram a comunidade perifítica em relação aos diferentes substratos, pulsos nutricionais, incidência luminosa, hidrodinâmica entre outros fatores abióticos, apresentaram predominância de diatomáceas seguidas de Zygnemaphyceae e Cyanophyceae entre os outros grupos de algas (CAMBRA, 1992; ALBAY, AKCAALAN, 2003; COMTE, FAYOLLE, ROUX, 2005; RIER, STEVENSON, 2006).

Felisberto e Rodrigues (2005 a, b) avaliando a comunidade perifítica de macrófitas no ano de 2002 de três reservatórios paranaenses - Rosana, Mourão e Salto do Vau - todos oligotróficos, encontraram a classe das diatomáceas como a mais abundante nos três reservatórios durante o período amostrado. Os mesmos autores encontraram predominância de diatomáceas na maioria dos reservatórios em cascata do Rio Paranapanema, classificados predominantemente como oligotrófico tendendo à mesotrofia, durante o período seco.

Algarte, Moresco e Rodrigues (2006) estudaram o perifiton de diferentes habitats na planície de inundação do alto rio Paraná, que tem forte influência hidrológica, com períodos de águas altas e baixas. As diatomáceas predominaram em todos os ambientes durante as águas baixas, enquanto que em águas altas predominaram as Zygnemaphyceae seguidas de diatomáceas.

Em relação à biomassa encontrada na comunidade perifítica, no sistema eutrófico (reservatório do Iraí) foi sempre maior que a encontrada no sistema oligotrófico (reservatório do Piraquara I). O uso do teor de clorofila *a* para medir o acúmulo de biomassa pela comunidade algal é muito utilizado. A partir da variação da biomassa em relação às taxas de concentração de nutrientes, temperatura, incidência de luz, herbivoria e tipos de substrato associado, é possível analisar a influência dessas variáveis sobre a comunidade perifítica (STEVENSON, 1996; BIGGS, 1996).

Experimentos com enriquecimento de nutrientes em mesocosmos, têm auxiliado para o melhor entendimento da dinâmica do perifiton em ambientes em processo de eutrofização. Nesses ambientes manipulados, é possível o uso de diferentes substratos como lâmina de vidro, macrófitas, rochas, etc. que são objetos de estudo para avaliar a dinâmica da colonização e a influência dos substratos sobre a comunidade aderida.

Um maior acúmulo de biomassa é verificado em experimentos de enriquecimento por fósforo e nitrogênio, como relatado por Cerrao *et al.* (1991) que utilizou como substrato filtro Millipore AP-20 fixados em placas de acrílico. Mendes e Barbosa (2002), trabalhando com filtro de fibra de vidro, pedra e lâmina de vidro em um córrego limitado por fósforo, também

obtiveram um aumento da biomassa quando o ambiente foi artificialmente enriquecido com fósforo.

Resultados semelhantes foram encontrados por Fermino (2006), ao avaliar a comunidade perifítica de malha de 20 μ m em um lago raso mesotrófico e Vercellino 2007, analisando a resposta da comunidade perifítica em lâmina de vidro frente o enriquecimento combinado de fósforo e nitrogênio.

Em altas temperaturas a produtividade é maior quando comparado com temperaturas baixas como relata DeNicola (1996), em seu estudo avaliando a variação sazonal da biomassa epilítica foram encontrados picos de biomassa na primavera com uma queda nas temperaturas mais altas do verão.

Müller (1996), estudando algas epifíticas de *Phragmites australis* em uma lago eutrofizado, encontrou maiores valores de clorofila *a* nos meses mais quentes, relacionando seus resultados com a temperatura encontrada nas estações coletadas e com a incidência de luz.

Aqui não cabe uma discussão entre a especificidade da comunidade perifítica entre os substratos artificial e natural no mesmo ambiente, pois o tempo de colonização só foi conhecido nas lâminas de vidro. Mas, vale abordar que quando o tipo de substrato é avaliado, muitas questões são colocadas em discussão, principalmente no que se refere aos aspectos físicos e químicos do substrato.

O perifíton que coloniza a lâmina de vidro fornece respostas mais consistentes sobre a qualidade nutricional da coluna d'água do que o perifíton de macrófitas, pois este pode estar sendo suprido nutricionalmente pela planta. Esse fato fica mais evidente em ambientes pouco férteis (GOUGH; WOELKERLING, 1976; EMINSON; MOSS, 1980; BURKHOLDER; WETZEL, 1989; 1990).

Eminson e Moss (1980), avaliando algas epifíticas em lagos com diferentes trofias, encontraram uma alta especificidade do perifíton em relação ao substrato em lagos inférteis, ao passo que em lagos eutrofizados não houve preferência da comunidade por um tipo de macrófita, apresentando similaridade entre elas.

Cattaneo e Kalff (1978; 1979) compararam a biomassa do epifíton de macrófitas naturais e artificiais em um lago mesotrófico e não encontraram diferenças significativas entre a biomassa da planta natural e da artificial. Ao passo que Goldsborough e Hickman (1991), ao analisar a biomassa perifítica em colmos de acrílico imitando os da macrófita *Scirpus validus*, encontraram valores de biomassa da planta artificial maior do que a da natural.

4.3 ASPECTOS QUANTITATIVOS DA COMUNIDADE PERIFÍTICA - INTERFERÊNCIA DA METODOLOGIA DE CONTAGEM NOS RESULTADOS

As pesquisas atuais sobre a comunidade diatomológica perifítica para avaliar a qualidade das águas, principalmente no que diz respeito ao processo de eutrofização, baseiam-se em espécies dominantes e abundantes. Os métodos de contagem variam de autor para autor, principalmente no que diz respeito ao esforço de contagem. Entretanto, nos trabalhos sobre bioindicação, há pouca divergência sobre a quantificação efetuada em lâminas permanentes com amostras oxidadas, que possibilitam uma melhor visualização das características morfológicas das espécies e determinações taxonômicas mais acuradas. A contagem é realizada em transectos, e o número de valvas contadas varia de 400 valvas (LUND, KIPLING, CREN 1958) a 600 valvas, esta última sugestão foi a utilizada neste trabalho e está de acordo com as recomendações de Kobayasi e Mayama (1982).

No presente, as espécies dominantes foram as mesmas para ambos os métodos de contagem. As espécies abundantes muitas vezes coincidiram quando comparadas as diferentes contagens no mesmo mês, havendo diferença somente no número total de abundantes. Este fato foi melhor percebido nas amostras do reservatório oligotrófico, Piraquara I, onde se constatou um maior número de espécies abundantes em relação ao sistema eutrófico, reservatório do Irai. Neste ambiente, registrou-se *Achnantheidium minutissimum* em densidades elevadíssimas, reduzindo sobremaneira o número de espécies abundantes. Sugere-se uma alternativa metodológica para minimizar erros que possam advir deste tipo de ocorrência. Um dos fatores metodológicos que pode ter influenciado nos valores foi a elevada quantidade de grumos nas amostras, difíceis de desagregar, superestimando a quantidade de algas por área colonizada. O processo de oxidação que antecede à montagem das lâminas desagrega os materiais permitindo maior uniformidade na distribuição do material sobre a superfície de contagem.

No reservatório do Piraquara I, algumas espécies mostraram resultados discrepantes ao analisarmos os dois métodos de contagem, com material oxidado e não oxidado. *Discostella stelligera* destacou-se entre as mais abundantes na contagem em amostras oxidadas, no entanto, amostras não submetidas à oxidação revelaram que a maioria das células não continha plasto, sendo desconsiderada durante a contagem. Apenas indivíduos com conteúdo celular foram contados. O mesmo procedimento foi adotado com as colônias mortas de *Aulacoseira ambigua*, *A. granulata* e *Fragilaria crotonensis*, contadas nas amostras oxidadas, mas excluídas em amostras de cubetas.

Certamente estes casos resultam em valores superestimados na contagem em lâminas com material oxidado, então sugere-se não deixar de observar amostras com células, cujos conteúdos foram conservados por fixadores.

Notou-se que o número de espécies de diatomáceas foi mais elevado nas contagens realizadas nas lâminas permanentes do que nas cubetas, com algumas exceções. O número de espécies abundantes, segundo critérios de Lobo & Leighton (1986), quase sempre foi superior nas contagens em lâminas do que nas cubetas, exceto quando houve dominância de espécie nas contagens em lâminas.

Embora os métodos de contagem tenham sido diferentes, contando-se até 600 valvas em material oxidado e até a estabilização da curva de espécies em câmara de sedimentação, as espécies dominantes e abundantes coincidiram, diferindo as vezes, o número de espécies abundantes encontradas. Moro e Bicudo (2002) sugeriram a contagem das valvas de diatomáceas até a estabilização da curva de espécies. Procedimento que pode realmente garantir uma melhor representatividade da comunidade.

4.4 ESPÉCIES COM POTENCIAL BIOINDICADOR E SUA RELAÇÃO COM O ESTADO TRÓFICO

Para o presente estudo, as espécies que melhor descreveram as condições físico-químicas dos ecossistemas analisados foram aquelas que apresentaram densidades médias mais elevadas, sendo enquadradas como dominantes ou abundantes.

Brachysira neoexilis Lange-Bertalot esteve mais bem associada a concentrações baixas a médias de fósforo total, já em relação ao nitrato, a espécie apresentou alta densidade nas menores concentrações. Foi a mais abundante no reservatório do Piraquara I, ambiente oligotrófico, chegando a 56% no substrato artificial 44,29% no natural do total médio de valvas contadas, corroborando com a avaliação de Van Dam, Mertens e Sinkeldam (1994), que a classificam como próprias de ambientes com baixas concentrações de nitrogênio, categorizados como oligo-mesotróficos e de pH mais ácidos, dados também encontrados por Schiefele, Schreiner (1991) e Hofmann (1994).

Blanco, Ector e Bécares (2004) utilizando diatomáceas epífitas em lagos de diferentes estados tróficos da Espanha, encontraram *B. neoexilis* no lago Baña, classificado como oligotrófico.

Fragilaria gracilis Østrup apresentou-se melhor relacionada com baixas concentrações de nitrato e com concentrações baixo-medianas de fósforo total, concordando

com as observações de Van Dam, Mertens e Sinkeldam (1994) que a tratam como uma espécie sensível a altas concentrações de nitrogênio de águas oligo-mesotróficas e neutrófilas. Hofmann (1994) e Stenger-Kovács *et al.* (2007) enquadram *F. gracilis* como espécie tolerante e presente em ambientes oligo-mesossapróbicos.

Potapova e Charles (2007), analisando espécies de diatomáceas de rios norte americanos, encontraram *F. gracilis* relacionada com baixos teores de nitrogênio e fósforo total. Ao comparar diferentes substratos do rio Iskar na Bulgária, Ivanov e Kirilova (2004) encontraram abundância de *F. gracilis* epipélicas em águas com baixas concentrações de amônia, fósforo e nitrogênio; resultado semelhante foi encontrado por Lim, Smol e Douglas (2007). Almeida e Gil (2001) em estudo sobre os valores ecológicos de diatomáceas de rios portugueses relataram que a espécie supra citada está presente em águas de pH ácido e com baixa condutividade.

Outra espécie bastante comum no sistema oligotrófico foi *S. delicatissima* W. Smith que também mostrou maiores densidades em baixas concentrações de nitrato e médias concentrações de fósforo total, concordando com Schiefele e Schreiner (1991) que a classificam como sensível a alto grau de eutrofização. Potapova e Charles (2007), também reportam esse táxon como de ambiente pobre em nutrientes assim como Gómez e Licursi (2001). Já Hofmann (1994) e Van Dam, Mertens e Sinkeldam (1994) tratam essa espécie como de águas mesotróficas, este último autor ainda lista essa espécie como característico de águas com pH neutro.

Frustulia crassinervia (Brébisson) Costa teve relação negativa com as concentrações de nutrientes, apresentando altas densidades em valores baixos de PT e NO_3^- . Esta espécie foi uma das mais abundantes do sistema oligotrófico. Van Dam, Mertens e Sinkeldam (1994) consideraram espécie típica de ambiente oligotrófico. Já Salomoni *et al.* (2006), estudando diatomáceas epilíticas do rio Gravataí no Rio Grande do Sul, classificou-a como tolerante à poluição, em pesquisa com enfoque na saprobidade dos ambientes.

Encyonema neogracile Krammer, também abundante no Piraquara I, mas com densidades menos elevadas, melhor correlacionou-se com valores baixos tanto de fósforo total quanto de nitrato. Van Dam, Mertens e Sinkeldam (1994) a classifica como de ambiente oligo-mesotrófico e Hofmann (1994) como uma espécie comum em ambiente oligotrófico.

Comum no reservatório do Piraquara I, *Discostella stelligera* (Cleve et Grun.) Houk & Klee foi classificada como de ambiente oligomesotróficos, com concentrações de PT variando de 8,01 – 14,00 ($\mu\text{g/L}$) e com transparência variando de 5,01 a 6,00 metros (YANG; DICKMAN, 1993). Potapova e Charles (2007) classificam essa espécie como de ambientes

ricos em nutrientes, com teores de fósforo total acima de 100 µg/L e nitrogênio total acima de 3,0 mg/L. Analisando o uso de diatomáceas perifíticas em lâminas de vidro como bioindicadoras de poluição por nutrientes inorgânicos, Dela-Cruz *et al.* (2006) enquadraram *D. stelligera* como uma espécie de águas pobres em nutrientes. Laing, Pienitz e Smol (1999) encontraram esse táxon em lagos siberianos de águas com baixa condutividade e profundidade de 6,85 metros. Estudando mudanças na qualidade de água do lago Seepage em New York, Dixit e Smol (1995) encontraram *D. stelligera* habitando águas em torno de pH neutro a águas alcalinas.

Navicula cryptotenella Lange-Bertalot apresentou altas densidades em concentrações médias de fósforo total e em baixos teores de nitrato, apresentando-se abundante no sistema oligotrófico. Foi classificada por Hofmann (1994) e Van Dam, Mertens, Sinkeldam (1994) como uma espécie tolerante em relação ao estado trófico da água. Na classificação de Lobo, Callegaro e Bender (2002) ela está entre as espécies que mais toleram a poluição. Salomoni *et al.* (2006) a enquadraram como espécie de ambientes fortemente poluídos (sapróbica).

Aulacoseira ambigua (Grunow) Simonsen assim como os táxons acima apresentou altas densidades em concentrações médias de PT, de modo que nas concentrações mais altas sua densidade foi baixa. Em relação ao nitrato, ela teve densidade elevada nas menores concentrações. Stenger-Kovács *et al.* (2007) aplicando as diatomáceas epifíticas de lagos na Hungria, encontrou *A. ambigua* como pertencente à ambiente pobres em nutrientes e a classifica como estreitamente sensível à demanda de fósforo.

Gómez e Licursi (2001) a classificam como de águas com eutrofização moderada. Van Dam, Mertens e Sinkeldam (1994) assim como Schiefele e Schreiner (1991) a enquadraram em águas eutróficas. *A. ambigua* ainda tem sido reportada como de ambientes mesotróficos, com concentrações variando de baixo a moderada (YANG; DICKMAN, 1993; IVANOV; KIRILOVA, 2004; DELA-CRUZ *et al.* 2006).

O reservatório do Irai apresentou dominância de uma espécie e poucas representantes abundantes. *Achnanthydium minutissimum* (Kützing) Czarnecki, *Fragilaria rumpens* (Kützing) Carlson, *Fragilaria* sp.2 e *Gomphonema gracile* Ehrenberg foram as espécies mais abundantes do reservatório do Irai, sistema eutrófico.

Segundo Round (1990), *A. minutissimum* apresenta amplo espectro de tolerância a mudanças ambientais e é amplamente distribuída, sendo encontrada em densidades consideráveis tanto em ambientes pobres como ricos em nutrientes. Assim, é referida muitas vezes, como uma espécie tolerante, mas para alguns autores, é tratada como indiferente. Lobo, Callegaro e Bender (2002), em seu sistema de sapróbios, classificam-na como organismo

tolerante, de ambientes muito fortemente poluídos (α – polissapróbicos). Van Dam, Mertens e Sinkeldam (1994) enquadraram-na em típicas de águas de pH neutro e indiferente quanto ao estado trófico, assim como Hofmann (1999). Vários autores relataram encontrar essa espécie em ambientes pobres em nutrientes, como Jüttner, Rothfritz e Ormerod (1996), Lam e Lei (1999), Gómez e Licursi (2001) e Potapova e Charles (2007). Winter e Duthie (2000), estudando algas epilíticas em ambientes com diferentes concentrações de nutrientes (fósforo e nitrogênio), observaram essa espécie como abundante em todas as estações de coleta. Delacruz *et al.* (2006) classificaram essa espécie como de ambiente com concentrações de nutrientes baixo-moderadas a moderadas.

Torrisi *et al.* (2006) encontrou *A. minutissimum* colonizando diferentes algas e briófitas em diferentes pontos do rio Sûre em Luxemburgo. Os pontos amostrados foram classificados como possuindo baixa poluição orgânica e outros com alto grau de poluição.

No presente trabalho, *A. minutissimum* apresentou elevadas densidades no ambiente eutrófico em todo o período coletado, e menores densidades no ambiente oligotrófico, demonstrando afinidade com altas concentrações de nutrientes.

Densidade elevada de *F. rumpens* quando a concentração de nutrientes foi alta, condiz com o constatado por Hofmann (1999), que a considera uma espécie tolerante às condições tróficas. Para Lobo, Callegaro e Bender (2002) é característica de ambiente mesossapróbico. Há autores que a classificam como de ambientes pobres em nutrientes como Van Dam, Mertens, Sinkeldam (1994) e Potapova, Charles (2007). Stenger-Kovács *et al.* (2007) classificam *F. rumpens* como uma espécie tolerante de ambiente mesotrófico.

Gómez, Licursi (2001) e Potapova, Charles (2007) encontraram *G. gracile* em condições de baixo teor de nutrientes, Van Dam, Mertens e Sinkeldam (1994) em ambiente mesotrófico, Lobo, Callegaro e Bender (2002) em condições mesossapróbicas e Hofmann (1999) em sistemas eutróficos. No reservatório do Irai, *G. gracile* encontra-se entre as espécies mais abundantes, em elevadas densidades, em condições de concentrações médias a altas de PT e em baixa concentração de NO_3^- .

As espécies raras, juntamente com as espécies mais abundantes no ecossistema, são fundamentais para estabelecermos relações entre a comunidade e a qualidade ambiental. Essas espécies, quando conhecida sua ecologia, ou mesmo pela observação durante o biomonitoramento, responde de que maneira o ambiente está sendo transformado. Se em um ambiente não impactado, uma espécie rara começar a aumentar sua densidade, ela pode inferir, por exemplo, que um processo de eutrofização está ocorrendo. No caso de um

ambiente já eutrofizado, as espécies raras podem nos indicar condições pristinas, presentes e/ou futuras como sugere Pádisak (1992) em seu trabalho sobre memória ecológica.

A maioria das espécies raras presentes nos reservatórios estudados possui sua autoecologia conhecida segundo critérios de Van Dam, Mertens e Sinkeldam (1994) e Hofmann (1999). Considerando a classificação dos autores citados, as espécies que ocorreram no Piraquara I e foram consideradas raras, caracterizam-se da seguinte forma: *Eunotia sudetica*, *Denticula kuetzingii*, *Eunotia flexuosa* e *Fragilaria rumpens* como próprias de ambientes que variam de oligo-mesotrófico à eutrófico, *Asterionella formosa* e *Stauroneis phoenicenteron* como próprias de ambientes mesotrófico à eutrófico, *Cyclotella meneghiniana* e *Fragilaria vaucheriae* de ambientes eutróficos. *Cocconeis placentula* e *Nitzschia palea* como ocorrência em ambientes eutróficos a hipereutróficos, *Encyonema silesiacum*, *Staurosirella pinnata*, *Eunotia minor* e *Gomphonema lagenula* como espécies tolerantes e *Hantzschia amphyoaxis* indiferente. Espécies características de ambientes oligotróficos também foram raras como é o caso de *Pinnularia brauniana*, *Chamaepinnularia mediocris*, *Eunotia naegeli*, *Pinnularia brauniana* e *P. divergens*.

Embora as espécies raras do reservatório do Piraquara I sejam representativas de um amplo espectro de qualidade ambiental, sua presença sugere atenção em relação à qualidade ambiental da bacia em que o reservatório está inserido, alertando-se sobre a necessidade de ações mitigatórias a fim de se evitar a evolução do processo de degradação da qualidade da água.

No reservatório do Iraí, as espécies raras encontradas puderam ser caracterizadas (Van Dam, Mertens e Sinkeldam 1994, Hofmann 1999) como comuns em ambientes oligotróficos *Diploneis ovalis*, oligo-mesotróficos, como *Fragilaria tenera* *Brachysira vitrea*, *Navicula wildii* e *Surirella linearis* var. *constricta*, mesotróficos, como *Encyonema minutum*; meso-eutróficos como *Navicula radiosa* e *Stauroneis phoenicenterom*, e de ambiente eutrófico como *Aulacoseira ambigua*, *Cymbella tumida*, *Fragilaria vaucheriae*, *Gomphonema augur*, *Cocconeis placentula* e *Cymbella affinis*. Espécies raras classificadas como tolerantes foram *Aulacoseira alpigena*, *Cymbopleura naviculiformis* *Diademsis contenta* e *Eunotia bilunaris*; indiferentes *Diademsis contenta*, *Hantzschia amphyoaxis*, *Pinnularia gibba* e *P. microstauron*. Estas espécies inferem que esse ambiente está em processo de eutrofização avançado, pois a maioria das espécies são comuns em ambientes eutróficos e são espécies tolerantes a variações tróficas.

4.5 APLICAÇÃO DOS ÍNDICES DIATOMOLÓGICOS

O reservatório do Piraquara I foi classificado como um reservatório oligotrófico segundo Carlson modificado, pobre em nutrientes, enquanto que o reservatório do Irai, foi classificado como eutrófico. O IAP (2004) enquadrou o primeiro como pouco degradado (Classe II) e o segundo como criticamente degradado a poluído (Classe IV).

Os valores do índice de diatomáceas de Descy (1979) corroboraram com a classificação de ambos os reservatórios. De modo que o Piraquara I foi qualificado com ótima qualidade de água, sem grau de poluição e o do Irai, com significativo grau de eutrofização.

Entretanto, os demais índices diatomológicos utilizados apresentaram respostas controversas em relação à qualidade dos ambientes estudados. Isso pode estar relacionado com a origem dos índices, já que a maioria foram feitos para rios, e em regiões temperadas.

Os valores apresentados pelo índice proposto por Kelly e Whitton (1995) classificaram ambos os reservatórios como possuindo leve grau de poluição, sendo que o reservatório do Irai é bem mais degradado do que o de Piraquara I. O índice de sapróbios de Lobo, Callegaro e Bender (2002) apontaram o sistema oligotrófico como possuindo moderado a alto grau de poluição (β e α – mesossapróbico) não concordando com sua condição de possuidor de águas de excelente qualidade. Já o sistema eutrófico foi classificado como possuindo um forte grau de poluição (polissapróbico).

O índice proposto por Stenger-Kovács *et al.* (2007) classificou o ambiente oligotrófico como possuindo com moderado grau de eutrofização, enquanto que o sistema eutrófico foi classificado como de boa qualidade.

Cada índice apresentou valores ótimos e de sensibilidade diferentes para cada táxon, pesando também de forma diferente. Com exceção do índice de Lobo, Callegaro e Bender (2002), os índices calculados foram propostos para ecossistemas de países europeus, onde o critério de qualidade de água deve ser diferente dos apresentados aqui no Brasil. Então, a maioria dos índices projetados para regiões muito diferentes das brasileiras forneceu classificações não correspondentes com o perfil trófico dos ambientes estudados. O índice brasileiro de Lobo, Callegaro e Bender (2002) considerou critérios de saprobidade, portanto, os valores para cada espécie estão baseados em valores de demanda bioquímica de oxigênio na água e o enfoque para o presente trabalho é grau de trofia.

Cuidados devem ser tomados ao utilizar os índices diatomológicos para avaliar a qualidade da água, pois no caso do reservatório do Irai, um ambiente classificado como eutrófico, a espécie dominante foi *A. minutissimum* considerada como tolerante pela maioria

dos autores. Uma espécie tolerante pode estar presente em elevadas densidades em ambientes com diferentes perfis tróficos. Ao passo que, espécies com classificação diferente de tolerante apresentam um ótimo de sensibilidade, geralmente respondendo melhor às oscilações que interferem nas características particulares de cada ambiente.

Outra atenção necessária é em relação à avaliação dos estados tróficos dos ecossistemas, pois o que é considerado mais eutrofizado no Brasil, pode ser considerado oligotrófico em regiões temperadas, pois mesmo não havendo muita variação nas concentrações de nutrientes e na diversidade de espécies, os critérios para classificar o estado trófico dos ambientes tem sido diferentes (STRAŠKRABA; TUNDISI 2000).

Por esse prisma, baseando-se nos resultados obtidos através dos quatro índices acima discutidos, a aplicação destes e quaisquer outros índices para verificar a qualidade da água requer extrema cautela. De modo que, o investimento futuro fundamental seria no estabelecimento de critérios de classificação dos perfis limnológicos do país, para que dessa forma seja possível gerir os valores ótimos e de sensibilidade para cada espécie, criando-se índices biológicos adequados à realidade nacional.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS

- A aplicação do Índice de Estado Trófico (IET) permitiu classificar o reservatório do Piraquara I como oligotrófico e o reservatório do Iraí como eutrófico; e o perfil trófico dos ambientes está diretamente relacionado com as condições nutricionais;
- O levantamento florístico das diatomáceas perifíticas nos dois reservatórios revelou maior riqueza no eutrófico. No Piraquara I identificaram-se 72 espécies, sendo espécies pioneiras para o estado do Paraná *Achnantheidium microcephalum*, *Brachysira neoexilis*, *Denticula kuetzingii*, *Frustulia undosa*, *Pinnularia gibba* var. *subundulata*, *Pinnularia microstauron* var. *rostrata* e *Placoneis elginensis*. No reservatório do Iraí, 115 espécies perifíticas de diatomáceas foram identificadas provenientes dos substratos artificial e natural, sendo espécies pioneiras para o estado do Paraná foram *Cymbella charrua*, *Discostella stelligeroides*, *Navicula kuseliana* e *Navicula wildii*;
- Alta similaridade entre a comunidade perifítica do substrato artificial e natural foi encontrada no reservatório do Piraquara I, enquanto que no reservatório do Iraí não houve significativa semelhança entre os substratos, mas sim entre os meses de coleta.
- Diatomáceas foi o grupo de algas melhor representado durante todo o período amostral em ambos reservatórios e substratos, sua representatividade variou de 72,0% a 99,0%;
- As densidades da comunidade perifítica de substratos artificiais foram mais elevadas do que as de substratos naturais;
- Os diferentes métodos de contagem permitiram a seleção das mesmas espécies como dominantes e abundantes, porém, em alguns casos o número de espécies abundantes foi diferente;
- A biomassa medida pelo teor de clorofila *a* foi sempre maior no reservatório do Iraí (eutrófico) em relação ao reservatório do Piraquara I (oligotrófico);
- Houve a nítida distinção entre os reservatórios de Piraquara I, sistema oligotrófico e do Iraí, eutrófico, com base na composição e densidade da comunidade diatomológica;
- Para o reservatório do Piraquara I, as espécies com potencial bioindicador foram *Brachysira neoexilis*, *Fragilaria gracilis*, *Synedra delicatissima*, *Frustulia crassinervia*, *Encyonema neogracile*, *Discostella stelligera*, *Navicula cryptotenella* e *Aulacoseira ambígua*;

- Para o reservatório do Irai, as espécies melhor representadas foram *Achnantheidium minutissimum*, *Fragilaria rumpens* e *Gomphonema gracile*;
- A aplicação de índices diatomológicos desenvolvidos em países estrangeiros para avaliação da qualidade de água deve ser cuidadosa por não corresponder à real condição trófica dos ambientes estudados;
- As espécies raras podem ser consideradas como indicadoras de alterações na qualidade da água, então, sugere-se a observação da ocorrência e frequência destas espécies;
- Propõe-se a padronização da classificação da qualidade de água para o Brasil e a partir disso a geração de valências ótimas e de sensibilidade para as espécies de diatomáceas que habitam sistemas pobres e ricos em nutrientes. A partir daí, criar um índice diatomológico para o Brasil, já que o uso de índices gerados em outros países não forneceram respostas correspondentes à qualidade ambiental dos ecossistemas estudados;
- O Brasil possui grandes quantidades de rios e reservatórios com importante papel social. Estudos com a comunidade periférica com potencial indicador de eutrofização constituem em importante método de rotina que deve ser empregado pelos órgãos responsáveis pelo monitoramento de ecossistemas aquáticos continentais. Para otimizar o monitoramento desses ambientes, o fundamental seria primeiramente estabelecer critérios de classificação da qualidade de água no país, para que dessa forma possa haver geração de valores ótimos e de sensibilidade para cada espécie de diatomáceas, para a geração de um índice diatomológico de qualidade de água nacional.

8 REFERÊNCIAS

- ÁCS, É.; RESKÓNÉ, N. M.; SZABÓ, K.; TABA, G.; KISS, K. T. Application of epiphytic diatoms in water quality monitoring of lake Velence – Recommendations and Assignments. **Acta Botanica Hungarica**, v. 47, n. 3-4, p. 211-223. 2005.
- ANDREOLI, C. V. **Mananciais de abastecimento**: planejamento e gestão. Estudo de caso do Altíssimo Iguçu. Curitiba: Sanepar/FINEP, 2003.
- ALBAY, M.; AKCAALAN, R. Comparative study of periphyton colonisation on common reed (*Phragmites australis*) and artificial substrate in a shallow lake, Manyas, Turkey. **Hydrobiologia**, v. 506-509. p. 531-540. 2003.
- ALGARTE, V. M.; MORESCO, C.; RODRIGUES, L. Algas do perifíton de distintos ambientes na planície de inundação do alto rio Paraná. **Acta Scientiarum. Biological Sciences Maringá**, Maringá, v. 28, n. 3, p. 243-251. 2006.
- ALMEIDA, S. F. P. Use of diatoms for freshwater quality evaluation in Portugal. **Limnetica**, v. 20, n. 2, p. 205-213. 2001.
- ALMEIDA, S. F. P.; GIL, M. C. Ecology of freshwater diatoms from the central region of Portugal. **Cryptogamie. Algologie**, v. 22, n. 1, p. 109-126. 2001.
- ALMEIDA, S. F. P.; GIL, M. C. As diatomáceas na avaliação biológica da qualidade das águas doces superficiais. **Revista de Biologia (Lisboa)**, Lisboa, v.16, p.169-175. 1998.
- ALVES, L. Z. **Fitoplâncton do Reservatório Piraquara I I, Piraquara I, Paraná**: fatores reguladores das dinâmicas temporal e vertical. 70 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.
- ATAZADEH, I.; SHARIFI, M.; KELLY, M. G. Evaluation of the Trophic Diatom Index for assessing water quality in River Gharasou, western Iran. **Hydrobiologia**, v. 589, p. 165-173. 2007.
- BARBOSA, J. E. L.; ANDRADE, R. S.; LINS, R. P.; DINIZ, C. R. Diagnóstico do estado trófico e aspectos limnológicos de sistemas aquáticos da bacia hidrográfica do Rio Taperoá, Trópico semi-árido brasileiro. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. Suplemento especial n. 1. 2º semestre. 2006.

BELLINGER, B. J.; COCQUYT, C.; O'REILLY, C. M. Benthic diatoms as indicators of eutrophication in tropical streams. **Hydrobiologia**, v. 573, p. 75-87. 2006.

BICUDO, C. E. M.; RAMÍREZ R., J.J.; TUCCI, A.; BICUDO, D. C. Dinâmica de populações fitoplanctônicas em ambiente eutrofizado. In: HENRY, R. (Ed.). **Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: FUNDIBIO: FAPESP, 1999. p. 451-507.

BICUDO, D. C. Considerações sobre metodologias de contagem de algas do perifíton. **Acta Limnologica Brasílica**.v. 3. p. 459-475. 1990

BIGGS, B. J. F. Patterns in benthic algae of streams. In: STEVENSON, R. J.; BOTHWELL, M. L.; LOWE, R. L. (Eds). **Algal ecology: freshwater benthic ecosystems**. San Diego: Academic Press 1996. Section 1: Patterns of benthic algae in aquatic ecosystems, ch.2, p. 31-56.

BLANCO, S.; ECTOR, L.; BÉCARES, E. Epiphytic diatoms as water quality indicators in Spanish shallow lakes. **Vie Milieu**, v. 54, n. 2-3, p. 71-79. 2004.

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: Finep, 2005. cap. 7. p. 215 – 269 .

BORCHARDT, M. A. Nutrients. In STEVENSON, R. J.; BOTHWELL, M. L.; LOWE, R. L. (Eds). **Algal ecology: freshwater benthic ecosystems**. San Diego: Academic Press. 1996. Section 1: Patterns of benthic algae in aquatic ecosystems, ch.7, p. 183 - 227.

BURKHOLDER, J. M.; WETZEL, R. G. Microbial colonization on natural and artificial macrophytes in a phosphorus-limited, hardwater lake. **Journal of Phycology**, v. 25, p. 55-65. 1989.

BURKHOLDER, J. M.; WETZEL, R. G. Epiphytic alkaline phosphatase activity on natural and artificial plants in a P-limited lake: Re-evaluation of the role of macrophytes as a phosphorus source for epiphytes. **Limnology and Oceanography**, v. 35. p. 736-746. 1990.

BURKHOLDER, J. M. Interactions of benthic algae with their substrata. In: STEVENSON, R. J.; BOTHWELL, M. L.; LOWE, R. L. (Eds). **Algal ecology: freshwater benthic ecosystems**. San Diego: Academic Press 1996. Section 2: Factors affecting benthic algae, ch.9, p. 253-297.

CAMBRA, J. Distribución de las algas epifíticas em sistemas lacustres de Cataluña (N. E. de Espana). **Botanica Complutensis**. v. 17. p. 23-45. 1992.

CARLSON, R. E. A trophic state index for lakes. **Limnology and oceanography**, v. 22, n. 2, p. 361-369. 1977.

CARNEIRO, C.; PEGORINI, E. S.; ANDREOLI, C. V. Introdução. In: ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C. (Eds). **Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba: Finep, 2005. cap. 1. p. 27 – 44 .

CATTANEO, A.; KALFF, J. Seasonal changes in the epiphyte community of natural and artificial macrophytes in Lake Memphremagog (Que. & Vt.). **Hydrobiologia**, v. 60, p. 135-144. 1978.

CERRAO, G. C.; MOSCHINI-CARLOS, V.; SANTOS, M. J.; RIGOLIN, O. Efeito do enriquecimento artificial sobre a biomassa do perifíton em tanques artificiais da Represa do Lobo (“Broa”). **Revista Brasileira de Biologia**. v. 51. p. 71-78. 1991.

CETESB **Variáveis de qualidade das águas**: variáveis químicas – Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20}), disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp> acessado em 29/01/2008.

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

COLLINS, G. B.; WEBER, C. I. Phycoperiphyton (algae) as indicators of water quality. **Transactions of the American Microscopical Society**, v. 97, n. 1, p. 36-43. 1978.

COMTE, K.; FAYOLLE, S.; ROUX, M. Quantitative and qualitative variability of epiphytic algae on one Apiaceae (*Apium nodiflorum* L.) in a karstic river (Southeast of France). **Hydrobiologia**. v. 543. p. 37-53. 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 18/03/2005.

COSTA, S. V. **Histórico da eutrofização do Lago das Garças (Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, SP) durante o século XX com base no registro de diatomáceas em**

sedimentos. 155f. Tese (Doutorado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) – Setor de Ecologia, Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2008.

DELA-CRUZ, J.; PRITCHARD, T.; GORDON, G.; AJANI, P. The use of periphytic diatoms as a means of assessing impacts of point source inorganic nutrient pollution in south-eastern Australia. **Freshwater biology**, v. 51, p. 951-972. 2006.

DENICOLA, D. M. Periphyton responses to temperature at different ecological levels. In: STEVENSON, R. J.; BOTHWELL, M. L.; LOWE, R. L. (Eds). **Algal ecology: freshwater benthic ecosystems**. San Diego: Academic Press 1996. Section 2: Factors affecting benthic algae, ch.6, p. 149-181.

DESCY, J. P. A new approach to water quality estimation using diatom. **Nova Hedwigia**, v. 64, p. 305-323. 1979.

DIXIT, S. S.; SMOL, J. P. Diatom evidence of past water quality changes in Adirondack Seepage Lakes (New York, U.S.A.). **Diatom Research**, v. 10, n. 1, p. 113-129. 1995.

DOKULIL, M. T.; SCHMIDT, R.; KOFLER, S. Benthic diatom assemblages as indicators of water quality in an urban flood-water impoundment, Neue Donau, Vienna, Austria. **Nova Hedwigia**, v. 68, n. 1-4, p. 273-283. 1997.

EMINSON, D.; MOSS, B. The composition and ecology of periphyton communities in freshwaters. I. The influence of host type and external environment on community composition. **British Phycological Journal**, v. 15, p.429-446. 1980.

ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 1998.

FELISBERTO, S. A.; RODRIGUES, L. Comunidade de algas perifíticas em reservatórios de diferentes latitudes. In: RODRIGUES, L.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. (Eds). **Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais**. São Carlos: Rima. 2005a. cap. 8. p. 97-114.

FELISBERTO, S. A.; RODRIGUES, L. Periphytic community of reservoirs cascade in Paranapanema river, Brazil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences Maringá**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 215-223. 2005b.

FERMINO, F. S. **Avaliação sazonal dos efeitos do enriquecimento de N e P sobre o perifíton em represa tropical rasa mesotrófica (Lago das Ninféias, São Paulo)**. 121f. Tese

(Doutorado em Biologia Vegetal) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

FERREIRA, R. A.; SANTOS, C. M.; HENRY, R. Estudo qualitativo da comunidade perifítica no Complexo Canoas (Rio Paranapanema, SP/PR) durante as fases de pré e pós enchimento. In: NOGUEIRA, M. G.; HENRY, R.; JORCIN, A. (Eds.). **Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata**. São Carlos: Rima, 2005, cap.8, p. 205 – 234.

FONSECA, I. A.; RODRIGUES, L. Comunidade de algas perifíticas em distintos ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná. **Acta Scientiarum. Biological Sciences Maringá**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 21-28. 2005.

FONTAINE, T. D.; NIGH, D. G. Characteristics of epiphyte communities on natural and artificial submersed lotic plants: Substrate effects. **Archiv für Hydrobiologie**, v. 96, 293-301. 1983.

GOLDSBOROUGH, L. G.; HICKMAN, M. A comparison of periphytic algal biomass and community structure on *Scirpus validus* and on a morphologically similar artificial substratum. **Journal of Phycology**. v. 27. p.196-206. 1991.

GÓMÉZ, N.; LICURSI, M. The Pampean Diatom Index (IDP) for assessment of rivers and streams in Argentina. **Aquatic Ecology**, v. 5. p. 173-181. 2001.

GOUGH, S. B.; WOELKERLING, W. J. Wisconsin desmids. II. Aufwuchs and plankton communities of selected soft water lakes, hardwater lakes and calcareous spring ponds. **Hydrobiologia**, v. 49, p. 3-25. 1976.

GRAHAM, L. E.; WILCOX, L. W. **Algae**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000. p. 232-268.

GUIMARÃES, L. J. R. **Levantamento das áreas potenciais ao assoreamento da barragem Piraquara I I**. 91f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

HILL, B. H.; HERLIHY, A. T.; KAUFMANN, P. R.; STEVENSON, R. J.; McCORMICK, F. H.; JOHNSON, C. B. Use of periphyton assemblage data as an index of biotic integrity. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 19, n. 1, p. 50-67. 2000.

HOFMANN, G. Aufwuchs-Diatomeen in Seen und ihre Eignung als Indikatoren der Trophie. **Bibliotheca Diatomologica**. Berlin – Stuttgart: J. Cramer. v. 30, 241p. 1994.

HORNE; A. J.; GOLDMAN, C. R. **Limnology**, 2^a ed. New York: McGraw-Hill. 1994. 576p.

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.

HUSTEDT, F. Die Kieselalgen. In: RABENHORST, L. **Kryptogamen-Flora**. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft, 1927-1930. v.7, parte 1, 920p.

HUSTEDT, F. Die Kieselalgen. In: RABENHORST, L. **Kryptogamen-Flora**. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft, 1931-1959. v.7, parte 2, 845p.

HUSTEDT, F. Die Kieselalgen. In: RABENHORST, L. **Kryptogamen-Flora**. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft, 1961-1966. v.7, parte 3, 816p.

HUSZAR, V. L. M.; GIANI, A. Amostragem da Comunidade fitoplanctônica em águas continentais: reconhecimento de padrões espaciais e temporais. In: BICUDO, C. E. M; BICUDO, D. C. (Eds). **Amostragem em Limnologia**. São Carlos: Rima, 2004.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAP. **Monitoramento da qualidade das águas dos reservatórios do estado do Paraná, no período de 1999 a 2004**. Curitiba. 13p + anexos. 2004.

IVANOV, P.; KIRILOVA, E. Benthic diatoms assemblages from different substrates of the Iskar river, Bulgária. In: Witkowski, A. (Ed.). **Proceeding of the Eighteenth International Diatom Symposium, Miedzyzdroje, Poland 2004**. p. 107-124.

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.

JOHN, J. The impacts of dams on diatom assemblages: a case study from Australia on biomonitoring environmental flow. In: WITKOWSKI, A. (Ed.). **Eighteenth International Diatom Symposium, Miedzyzdroje, Poland, 2004**. Bristol: Biopress Limited, 2006. p. 125-137.

JÚLIO JÚNIOR, H. F.; THOMAZ, S. M.; AOSTINHO, A. A.; LATINI, J. D. Distribuição e caracterização dos reservatórios. In: RODRIGUES, L.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. (Eds). **Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais**. São Carlos: Rima. 2005a. cap. 1. p. 1-16.

JÜTTNER, I; ROTHFRITZ, H.; ORMEROD, S. J. Diatoms as indicators of river quality in the Nepalese Middle Hills with consideration of the effects of habitat-specific sampling. **Freshwater Biology**, v. 36, p. 475-486. 1996.

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

KELLY, M. G. Use of the trophic diatom index to monitor eutrophication in rivers. **Water research**, v. 32, n. 1, p. 236-242. 1998.

KELLY, M. G.; CAZAUBON, A.; CORING, E.; DELL'UOMO, A.; ECTOR, L.; GOLDSMITH, B.; GUASCH, H.; HÜRLIMANN, J.; JARLMAN, A.; KAWECKA, B.; KWANDRANS, J.; LAUGASTE, R.; LINDSTRØM, E. A.; LEITAO, M.; MARVAN, P.; PADISÁK, J.; PIPP, E.; PRYGIEL, J.; ROTT, E.; SABATER, S.; VAN DAM, H.; VIZINET, J. Recommendations for the routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe. **Journal of Applied Phycology**, v. 10, p. 215-224. 1998.

KELLY, M. G. A comparison of diatoms with other phyto-benthos as indicators of ecological status in streams in northern England. In: WITKOWSKI, A. (Ed.). **Eighteenth International Diatom Symposium, Miedzyzdroje, Poland, 2004**. Bristol: Biopress Limited, 2006. p. 139-151.

KISS, M. K.; LAKATOS, G.; BORICS, G.; GIDÓ, Z.; DEÁK, C. Littoral macrophyte-periphyton complexes in two Hungarian shallow waters. **Hydrobiologia**, v. 506-509, n. 1-3, p. 541-548. 2003.

KITNER, M; POULÍČKOVÁ, A. Littoral diatoms as indicators for the eutrophication of shallow lakes. **Hydrobiologia**, v. 506-509, p. 519-524. 2003.

KOBAYASI, H.; MAYAMA, S. Most pollution-tolerant diatoms of severely polluted rivers in the vicinity of Tokyo. **Japanese Journal of Phycology**, v. 30, p. 188-196. 1982.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. Bacillariophyceae: Naviculaceae. In: Ettl, H.; Gerloff, J.; Heynig, H.; Mollehnauer, D. (Eds.). **Sübwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart & New York: G. Fischer, 1986. v.2, parte 1, 876p.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. Bacillariophyceae: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Ettl, H.; Gerloff, J.; Heynig, H.; Mollehnauer, D. (Eds.). **Sübwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart & New York: G. Fischer, 1988. v.2, parte 2, 596p.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. Bacillariophyceae: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Ettl, H.; Gerloff, J.; Heynig, H.; Mollehnauer, D. (Eds.). **Sübwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart & Jena: G. Fischer, 1991 (a). v.2, parte 3, 576p.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. Bacillariophyceae: Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. In: Ettl, H.; Gärtner, G.; Gerloff, J.; Heynig, H.; Mollehnauer, D. (Eds.). **Sübwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart & Jena: G. Fischer, 1991 (b). v.2, parte 4, 437p.

KREBS, C. J. **Ecology**: the experimental analysis of distribution and abundance. 4a ed. New York: Harper Collins College Publishers. 1994.

LAING, T. E.; PIENITZ, R.; SMOL, J. P. Freshwater diatom assemblages from 23 lakes located near Norilsk, Siberia: A comparison, with assemblages from other circumpolar treeline regions. **Diatom Research**, v. 14, n. 2, p. 285-305. 1999.

LANGE-BERTALOT, H. Pollution tolerance of diatoms as a criterion for water quality estimations. **Nova Hedwigia**, v. 64, p. 285-303. 1979.

LAM, P. K. S.; LEI, A. Colonization of periphytic algae on artificial substrates in a tropical stream. **Diatom Research**, v. 14, n. 2, p. 307-322. 1999.

LECOINTE, C.; COSTE, M.; PRYGIEL, J. "Omnidia" : software for taxonomy, calculation of diatom index and inventories management. **Hydrobiologia**, v. 260/770, p. 509-513. 1993.

LESKINEN, E.; HÄLLFORS, G. Community structure of epiphytic diatoms in relation to eutrophication on the Hanko Peninsula, south coast of Finland. In: SIMOLA, H. (Ed.). **Proceeding of the Tenth International Diatom Symposium, Joensuu, Finland**, 1990. p. 323-333.

LEVKOV, Z.; KRSTIC, S.; METZELTIN, D.; NAKOV, T. Diatoms of Lakes Prespa and Ohrid In: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). **Iconographia Diatomologica**: annotated diatom micrographs. Königstein/Germany: A. R. G. Gantner Verlag K. G. 2007. v. 16. 613p.

LIM, D. S. S.; SMOL, J. P.; DOUGLAS, M. S. V. Diatom assemblages and their relationships to lakewater nitrogen levels and other limnological variables from 36 lakes and ponds Banks Island, N.W.T., Canadian Arctic. **Hydrobiologia**, v. 586, p. 191-211. 2007.

LOBO, E. A.; BUSELATO-TONIOLLI, T. C. Tempo de exposição de um substrato artificial para o estabelecimento da comunidade do perifíton no curso inferior do rio Caí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Rickia**, v.12, 35-51p. 1985.

LOBO, E. A.; LEIGHTON, G. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. **Revista de Biología Marinha**, Valparaíso, v. 22, n. 1, p. 1-29. 1986

LOBO, E. A.; TORGAN, L. C. Análise da estrutura da Comunidade de diatomáceas (Bacillariophyceae) em duas estações do sistema Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 1, n. 3, 103-119p. 1988.

LOBO, E. A. **Comparative study of the approaches for evaluation of river water quality using epilithic diatom assemblages**. 237f. Tese de Doutorado – University of Fisheries, Tokyo, 1995.

LOBO, E. A.; CALLEGARO, V. L. M.; OLIVEIRA, M. A.; SALOMONI, S. E.; SCHULER, S.; ASAI, K. Pollution tolerant diatoms from lotic systems in the Jacuí basin, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia Série Botânica**. Porto Alegre, n. 47, p. 45-72. 1996.

LOBO, E. A. Diatomáceas epilíticas na bioindicação e no monitoramento da qualidade da água de rios. **Anais do IV Congresso Latino Americano de Ficologia**. 1998. v. 1. p. 279-292.

LOBO, E. A.; CALLEGARO, V. L. M.; BENDER, E. P. **Utilização de algas diatomáceas epilíticas como indicadores da qualidade da água em rios e arroios da região hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC. 2002.

LODGE, D. M. Herbivory on freshwater macrophytes. **Aquatic Botany**, v. 41, p. 195-224. 1991.

LORENZEN, C. J. "Determination of chlorophyll and phaeo-pigments: spectrophotometric equations". **Limnology and Oceanography**, v. 12, p. 343-346. 1967.

LOWE, R. Periphyton patterns in lakes. In: STEVENSON, R. J.; BOTHWELL, M. L.; LOWE, R. L. (Eds). **Algal ecology: freshwater benthic ecosystems**. San Diego: Academic Press. 1996. Section 2: The lentic periphyton community, cap. 3, p. 57-76.

LOWE, R. L.; PAN, Y. Benthic algal communities as biological monitors. In: STEVENSON, R. J.; BOTHWELL, M. L.; LOWE, R. L. (Eds). **Algal ecology: freshwater benthic ecosystems**. San Diego: Academic Press. 1996. Section 3: The niche of benthic algae in freshwater ecosystems, cap.22, p. 705-739.

LUDWIG, T. A. V.; TREMARIN, P. I.; BECKER, V.; TORGAN, L. C. *Thallasiosira rudis* sp. nov. (Coscinodiscophyceae): A new freshwater species. **Diatom Research**, v. 23, n. 2, p. 389-400. 2008.

LUND, J. W. G.; KIPLING, C.; LECREN, E. D. The inverted microscope method of estimating algal number and the statistical basis of estimating by counting. **Hydrobiologia**, v. 11, p. 143-170. 1958.

MATTILA, J.; RÄISÄNEN, R. Periphyton growth as na indicator of eutrophication; na experimental approach. **Hydrobiologia**, v. 377, p.15-23. 1998.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. *PC-ORD*. Multivariate analysis of ecological data, version 3.0. Oregon: MjM Software Design, 1997. 47p.

MENDES, R. S.; BARBOSA, E. A. R. Efeito de enriquecimento in situ sobre a biomassa da comunidade perifítica de um córrego de altitude da Serra do Cipó (MG). **Acta Limnologica**, v. 14, n. 2, p. 77-86. 2002.

MERCANTE, C. T. J.; TUCCI-MOURA, A. Comparação entre os índices de Carlson e de Carlson modificado aplicados a dois ambientes aquáticos subtropicais, São Paulo, SP. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 11, n.1, p. 1-14. 1999.

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

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H. Diatoms of Uruguay. Compared with other taxa from South América and elsewhere. In: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). **Iconographia Diatomologica**: annotated diatom micrographs. Königstein/Germany: A. R. G. Gantner Verlag K. G. 2005. v. 15. 736p.

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H. Tropical Diatoms of South America II. Special remarks on biogeographic disjunction In: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). **Iconographia Diatomologica**: annotated diatom micrographs. Königstein/Germany: A. R. G. Gantner Verlag K. G. 2007. v. 18. 877p.

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 Botânica Municipal**, Curitiba, v. 47, p. 1-17. 1981.

MORO, R. S.; BICUDO, C. E. M. Estimativa da densidade valvar de diatomáceas em lâminas permanentes e em câmaras de sedimentação: qual método utilizar? **Acta Limnologica**, v. 14, n. 1, p. 53 – 57. 2002.

MOSCHINI-CARLOS, V.; POMPÊO, M. L. M.; HENRY, R. Dinâmica da comunidade perifítica na Zona de desembocadura do Rio Parapanema, Represa de Jurumirim, SP. In: HENRY, R. (Ed). **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: FUNDIBIO: FAPESP, 1999. p. 713-734.

MÜLLER, U. Production rates of epiphytic algae in a eutrophic lake. **Hydrobiologia**, v. 330, p. 37-45. 1996.

MURAMAKI, E. A. **Respostas das algas perifíticas da planície de inundação do alto Rio Paraná às alterações de temperatura e ao enriquecimento artificial de nutrientes**. Maringá. 99.f. Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) – Setor Ecologia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.

NEIVA, T. F. **Diatomáceas briofíticas em *Sphagnum L. SPP.* E *Rhacocarpus inermis (C. MUELL) LIND.*** 249f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

ODUM, E. P. **Fundamentos de Ecologia**. 7ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 2004.

OLIVEIRA, M. A.; TORGAN, L. C.; LOBO, E. A.; SCHWARZBOLD, A. Association of periphytic diatom species on artificial substrate in lotic environments in the arroio Sampaio Basin, RS, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n. 4, p. 523-540. 2001.

PADISÁK, J.; PIPP, E.; PRYGIEL, J.; ROTT, E.; SABATER, S.; VAN DAM, H.; VIZINET, H. Recommendations for the routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe. **Journal of Applied Phycology**, v.10, p. 215-224. 1998.

PADISÁK, J. Seasonal succession of phytoplankton in a large shallow lake (Balaton, Hungary) – a dynamic approach to ecological memory, its possible role and mechanisms. **Journal of Ecology**. v. 80. p. 217-230. 1992.

PAGIORO, T. A.; THOMAS, S. M.; ROBERTO, M. C. Caracterização limnológica abiótica dos reservatórios. In: RODRIGUES, L.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. (Eds). **Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais**. São Carlos: Rima. 2005. cap. 2. p. 17-37.

PATRICK, R.; REIMER, C. W. **The diatoms of United States**. Philadelphia: Academy of Natural Sciences, 1966. v. 1, 688p.

PATRICK, R.; REIMER, C. W. **The diatoms of United States: Exclusive of Alaska and Hawaii**. Philadelphia: Academy of Natural Sciences of Philadelphia, v. 2, parte 1. 213p. 1966.

PAVAN, G. **Diatomáceas perifíticas em *Potamogeton montevidensis* Arth. Bennett (Potamogetonaceae) em ambiente lótico e lêntico**. 133f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

PEGORINI, E. S.; CARNEIRO, C.; ANDREOLI, C. V. Mananciais de abastecimento público. In: ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C. (Eds). **Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba: Finep, 2005. cap. 2. p. 47 – 82 .

PHIRI, C.; DAY, J.; CHIMBARI, M.; DHLOMO, E. Epiphytic diatoms associated with a submerged macrophyte, *Vallisneria aethiopica*, in the shallow marginal areas of Sanyati Basin (Lake Kariba): a preliminary assessment of their use as biomonitoring tools. **Aquatic Ecology**, v. 41, n.2, p.169-181. 2007.

PICCININI, C. **Diatomáceas perifíticas (Ochrophyta) do rio Gonçalves Dias, Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil**. 250f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

PÔMPEO, M. L. M.; MOSCHINI-CARLOS, V. **Macrófitas aquáticas e perifíton: aspectos ecológicos e metodológicos**. São Carlos: Rima. 2003.

POTAPOVA, M.; CHARLES, D. F. Diatom metrics for monitoring eutrophication in rivers of the United States. **Ecological Indicators**, v. 7, p. 48-70. 2007.

POULÍČKOVÁ, A.; DUCHOSLAV, M.; DOKULIL, M. Littoral diatom assemblages as bioindicators of lake trophic status: A case study from perialpine lakes in Austria. **European Journal of Phycology**, v. 39, n. 2, p. 143-152. 2004.

PRYGIEL, J.; CARPENTIER, P.; ALMEIDA, S.; COSTE, M.; DRUART, J. C.; ECTOR, L.; GUILLARD, D.; HONORÉ, M. A.; ISERENTANT, R.; LEDEGANCK, P.; LALANNE-

CASSOU, C.; LESNIAK, C.; MERCIER, I.; MONCAUT, P.; NAZART, M.; NOUCHET, N.; PERES, F.; PEETERS, V.; RIMET, F.; RUMEAU, A.; SABATER, S.; STRAUB, F.; TORRISI, M.; TUDESQUE, L.; VAN DE VIJVER, B.; VIDAL, H.; VIZINET, J.; ZYDEK, N. Determination of the biological diatom index (IBD NF T 90-354): results of an intercomparison exercise. **Journal of Applied Phycology**, v. 14, p. 27-39. 2002.

REYNOLDS, C. S. **The ecology of freshwater phytoplankton**. Cambridge: Cambridge University Press. 1984. 384p.

RIER, S. T.; STEVENSON, R. J. Response of periphytic algae to gradients in nitrogen and phosphorus in streamside mesocosms. **Hydrobiologia**, v. 561, p. 131-147. 2006.

RODRIGUES, L.; BICUDO, D. C. Similarity among periphyton algal communities in a lentic-lotic gradient of the upper of Paraná river floodplain, Brazil. **Revista brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 235 – 248. 2001.

RODRIGUES, L.; BICUDO, D. C.; MOSCHINI-CARLOS, V. O papel do perifíton em áreas alagáveis e nos diagnósticos ambientais. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. (Eds.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: Editora da Universidade Estadual de Maringá, 2003. p. 211-229.

RODRIGUES, L.; FONSECA, I. A.; LEANDRINI, J. A.; FELISBERTO, S. A.; SILVA, E. L. V. Distribuição espacial da biomassa perifítica em reservatórios e relação com o tipo de substrato. In: RODRIGUES, L.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. (Eds). **Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais**. São Carlos: Rima. 2005. cap. 7. p. 87-96.

RODRIGUES, L. M.; LOBO, E. A. Análise da estrutura de comunidades de diatomáceas epilíticas no arroio Sampaio, município de Mato Leitão, RS, Brasil. **Caderno de Pesquisa Série Botânica, Santa Cruz do Sul**, v.12, n.2, p.5-27. 2000.

ROS, J. **Prácticas de Ecología**. Barcelona: Ed. Omega, 181p. 1979.

ROTHFRITZ, H.; JÜTTNER, I.; SUREN, A. M.; ORMEROD, S. J. Epiphytic and epilithic diatom communities along environmental gradients in the Nepalese Himalaya: implications for the assessment of biodiversity and water quality. **Archiv für Hydrobiologie**, v. 138, n. 4, p. 465-482. 1997.

ROUND, F. E. The effect of liming on the benthic diatoms population in three Upland Welsh stream. **Diatom Research**, v. 5, n. 1, p. 129-140. 1990.

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

RUTTNER, F. Hydrographische und hydrochemische beobachtungen auf Java, Sumatra und Bali. **Archiv für Hydrobiologie Suppl.** v. 8, p. 197-454. 1931.

RYAN, P. D.; HARPER, D. A. T.; WHALLEY, J. S. **PAST – Palaentological Statistics.** Versão 1.89. 1995.

SALOMONI, S. E. **Diatomáceas epilíticas indicadoras da qualidade de água na bacia do rio Gravataí, Rio Grande do Sul, Brasil.** 230f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

SALOMONI, S. E.; ROCHA, O.; CALLEGARO, V. L.; LOBO, E. A. Epilithic diatoms as indicators of water quality in the Gravataí river, Rio Grande do Sul, Brazil. **Hydrobiologia.** v. 559. p. 233-246. 2006.

SALOMONI, S. E.; TORGAN, L. C. Epilithic diatoms as organic contamination degree indicators in Guaíba Lake, Southern Brazil. **Acta Limnologica Brasiliense.** v. 20, p. 313-324. 2008.

SANTOS, E. M. **Diatomáceas perifíticas (Ochrophta) associadas a *Potamogeton polygonus* Chames. & Schldl. (Potamogetonaceae):** Taxonomia e formas de fixação. 263f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

SCHIEFELE, S.; SHREINER, C. Use of diatoms for monitoring nutrients enrichment, acidification and impact of salt in rivers in Germany and Austria. In: WHITTON, B. A.; ROTT, E.; FRIEDRICH, G. (Eds.). **Use of algae for monitoring rivers.** Düsseldorf Germany: Institut für Botanik, p. 103-110. 1991.

SCHNECK, F.; TORGAN, L. C.; SCHWARZBOLD, A. Epilithic diatom community in a high altitude stream impacted by fish farming in southern Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia,** v. 19, n. 3, p. 341-355. 2007.

SCHWARZBOLD, A. Métodos ecológicos aplicados ao estudo do perifíton. **Acta Limnologica Brasiliensia,** v. 3, p. 545-592. 1990.

SCHWARZBOLD, A. **Efeitos do regime de inundação do Rio Mogi-Guaçu (SP) sobre a estrutura, diversidade, produção e estoques do perifíton da Lagoa do Infernã**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1992.

SGRO, G. V.; REAVIE, E. D.; KINGSTON, J. C.; KIRETA, A. R.; FERGUSON, M. J.; DANZ, N. P.; JOHANSEN, J. R. A diatom quality index from a diatom-based total phosphorus inference model. **Environmental Bioindicators**, v. 2, p. 15-34. 2007.

SHEFERD, G. J. FITOPAC 1: manual do usuário. Campinas: UNICAMP, Departamento de Botânica, 1996. 95p.

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

SOMMER, U. Growth and survival strategies of planktonic diatoms. In: SANDGREN, C. D (Ed.). **Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton**. Cambridge: Cambridge University Press. 1988. ch. 6. p 227-260.

STENGER-KOVÁCS, C.; BUCZKÓ, K.; HAJNAL, E.; PADISÁK, 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.

STEVENSON, R. J.; BAHLS, L.L. Periphyton Protocols. In BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J; SNYDER, B. D.; STRIBLING, J. B. (Eds.). **Rapid bioassessment Protocols for use in streams and wadeable rivers: Periphyton, Benthic macroinvertebrates and Fish**. Second Edition. EPA 841-B-99-002. United States Environmental Protection Agency, Washington. P. 6-1 – 6-22. 1999.

STEVENSON, R. J. An introduction to algal ecology in freshwater benthic habitats. In STEVENSON, R. J.; BOTHWELL, M. L.; LOWE, R. L. (Eds). **Algal ecology: freshwater benthic ecosystems**. San Diego: Academic Press. 1996. Section 1: Patterns of benthic algae in aquatic ecosystems, ch.1, p. 8-26.

STEVENSON, R. J.; GLOVER, R. Effects of algal density and current on ion transport through periphyton communities. **Limnology and Oceanography**, v. 38, n. 6, p. 1273 – 1281. 1993

STOERMER, E. F.; SMOL, J. P. **The diatoms: applications for the environmental and earth sciences**. Cambridge: University Press. 1999.

STRAŠKRABA, M.; TUNDISI, J. G. **Diretrizes para o gerenciamento de lagos: gerenciamento da qualidade da água de represas.** São Carlos: ILEK, IIE. 2000. cap. 4, p. 41-73.

TOLEDO JR., A. P.; TALARICO, M., CHINEZ, S. J.; AGUDO, E. G. A aplicação de modelos simplificados para a avaliação e processo de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. In: **Anais do 12º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária**, p. 1-34. 1983.

TORRISI, M; RIMET, F.; CAUCHIE, H. M.; HOFFMANN, L.; ECTOR, L. Bioindication par les diatomées épilithiques et epiphytes dans la rivière Sûre (Luxembourg). **Belgian Journal of Botany**, v.139, n.1, p.39-48. 2006.

TREMARIN, P. I. **Diatomáceas (Ocrophyta) do Rio Guaraguaçu, litoral do Paraná, Brasil.** 480f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

TREMARIN, P. I. LUDWIG, T. A. V.; MOREIRA-FILHO, H. *Eunotia* Ehrenberg (Bacillariophyceae) do rio Guaraguaçu, litoral do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, p. 845-862. 2008a.

TREMARIN, P. I. LUDWIG, T. A. V.; MOREIRA-FILHO, H. *Thalassiosirales* (Ochrophyta) do rio Guaraguaçu, Bacia Litorânea Paranaense, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, p. 1101-1113. 2008b.

TUCHMAN, M. L.; STEVENSON, R. J. Comparison of clay tile, sterilized rock, and natural substrate diatom communities in a small stream in Southeastern Michigan, USA. **Hydrobiologia**, v. 75, p. 73-79. 1980.

TUNDISI, J.G. Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. In: HENRY, R. (Ed). **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais.** Botucatu: FUNDIBIO: FAPESP, 1999. p. 21-38.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Eutrophication of lakes and reservoirs: a comparative analysis, case studies, perspectives. In: CORDEIRO-MARINO, M.; AZEVEDO, M. T. P.; SANT'ANNA, C. L.; YAMAGUISHI-TOMITA, N.; PLASTINO, E. M. (Eds.). **Algae and environment: a general approach.** São Paulo: Sociedade Brasileira de Ficologia, 1992.

TUJI, A. Observation of developmental processes in loosely attached diatom (Bacillariophyceae) communities. **Phycological Research**, n. 48, p. 75 – 84. 2000.

UTERMÖHL, H. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. **Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie**, n.9, p. 1-38. 1958.

VAN DAM, H.; MERTENS, A.; SINKELDAM, J. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. **Netherlands Journal of Aquatic Ecology**, v. 28, n. 1, p. 117-133. 1994.

VAN DAM, H.; MERTENS, A. Diatoms on herbarium macrophytes as indicators for water quality. **Hydrobiologia**, v. 269/270, p. 437-445. 1993.

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

VENRICK, E. L. How many cells to count? In: SOURNIA, A. (Ed.). **Phytoplankton Manual**. UNESCO, 1978. p. 167-180.

VERCELLINO, I. S. **Sucessão da comunidade de algas perifíticas em dois reservatórios do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo: Influência do estado trófico e período climatológico**. 176f. Dissertação (Mestrado em Conservação e Manejo de Recursos) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

VERCELLINO, I. S. **Respostas do perifíton aos pulsos de enriquecimento em níveis crescentes de fósforo e nitrogênio em represa tropical mesotrófica (Lago das Ninféias, São Paulo)**. 116f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

VERCELLINO, I. S.; BICUDO, D. C. Sucessão da comunidade de algas perifíticas em reservatório oligotrófico tropical (São Paulo, Brasil): comparação entre período seco e chuvoso. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 3, p. 363-377. 2006.

VIEIRA, S. **Bioestatística: tópicos avançados**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier. 2003

WANG, Y. K.; STEVENSON, R. J.; SWEETS, P. R.; DIFRANCO, J. Developing and testing diatom indicators for wetlands in the Casco Bay watershed, Maine, USA. **Hydrobiologia**, v. 561, p. 191-206. 2006.

WENGRAT. S. **Diatomáceas perifíticas em *Eichhornia azurea* Künth de um lago marginal do Reservatório de Itaipu, Rio São Francisco Falso, Município de Santa Helena, Paraná, Brasil**. 103f. Monografia (Curso de Ciências Biológicas Bacharelado) –

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2007.

WETZEL, R. G. **Limnology**. 2 ed. New York: Saunders College Publishing, 1983.

WETZEL, R. G. **Limnologia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1993a.

WETZEL, R. G. Microcommunities and microgradients: linking nutrient regeneration, microbial mutualism and high sustained aquatic primary production. **Netherlands Journal of Aquatic Ecology, Bilthoven**, v. 27, n.1, p. 3-9, 1993b.

WINTER, J. G.; DUTHIE, H. C. Stream epilithic, epipellic and epiphytic diatoms: habitat fidelity and use in biomonitoring. **Aquatic Ecology**, v. 34, p. 345-353. 2000a.

WINTER, J. G.; DUTHIE, H. C. Epilithic diatoms as indicators of stream total N and total P concentration. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 19, n. 1, p. 32-49. 2000b.

WOSIACK, A. C. **Dinâmica da comunidade de cianobactérias da praia artificial de Entre Rios do Oeste, Reservatório de Itaipu, PR**. 74f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

YANG, J. R.; DICKMAN, M. Diatoms as indicators of lake trophic status in central Ontario, Canada. **Diatom Research**, v. 8, n. 1, p. 179-193. 1993.

XAVIER, C. F. **Avaliação da influência do uso e ocupação do solo e de características geomorfológicas sobre a qualidade das águas de dois reservatórios da região metropolitana de Curitiba – Paraná**. 157 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1997.

XAVIER, C. F.; DIAS, L. N.; BRUNKOW, R. F. Eutrofização. In: ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C. (Eds) **Gestão Integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba: Sanepar/Finep. 2005. 500p.

ZEHNDER-ALVES, L. Z. **Fitoplâncton do Reservatório Piraquara I I, Piraquara I, Paraná**: fatores reguladores das dinâmicas temporal e vertical. 70 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

ZELINKA, M.; MARVAN, P. Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. **Archiv für Hydrobiologie**, v. 57, n. 3, p. 389-407. 1961.

ANEXO 1
ABREVIÇÃO DOS NOMES DAS ESPÉCIES DE DIATOMÁCEAS

ESPÉCIES

Achnanthydium microcephala
Achnanthydium minutissimum
Asterionella formosa
Aulacoseira ambigua var. *ambigua*
Aulacoseira ambigua var. *ambigua* f. *spiralis*
Aulacoseira granulata var. *granulata*
Aulacoseira pusilla
Brachysira neoexilis
Brachysira rostrata
Brachysira sp.
Caloneis bacillum
Capartograma crucicola
Chamaepinnularia mediocris
Cocconeis placentula var. *lineata*
Cocconeis sp.1
Craticula cuspidata
Craticula halophila
Cyclotella meneghiniana
Cyclotella striata
Cymbella charrua
Cymbella tumida
Cymbopleura naviculiformis
Denticula kuetzingii
Diadesmis contenta
Diadesmis sp.
Diploneis ovalis
Diploneis subovalis
Discostella stelligera
Discostella stelligeroides
Encyonema minutum
Encyonema neogracile
Encyonema neomesianum
Encyonema riotecense
Encyonema silesiacum
Encyonopsis microcephalum
Encyonopsis schubartii
Encyonopsis spicula
Encyonopsis subminuta
Eunotia bilunaris
Eunotia camelus
Eunotia didyma
Eunotia flexuosa
Eunotia intermedia
Eunotia maior
Eunotia minor
Eunotia muscicola var. *tridentula*
Eunotia naegelii
Eunotia cf. *parasiolli*
Eunotia rabenhorstii
Eunotia subarcuatoides
Eunotia sudetica
Eunotia pirla
Eunotia zygodon
Eunotia sp. 1
Eunotia sp. 2
Eunotia sp. 3
Fragilaria capucina var. *fragilarioides*
Fragilaria crotonensis

ABREVIÇÕES

ACHMIC
ACHMIN
AFOR
AULAMB
AULAMBS
AULGRA
AULALP
BRANEO
BRAROS
BRASP
CALBAC
CAPCRU
CHAMED
COCPLAL
COCSP1
CRACUS
CRAHAL
CYCMEN
CYCSTR
CYMCHA
CYMTUM
CYMBNA
DENKUE
DIACONT
DIASP
DIPOVA
DIPOSUB
DISSTE
DISSTEL
ENCMIN
ENCNEO
ENCNEM
ENCRIO
ENCSIL
ENCYMIC
ENCYSCH
ENCYSPI
ENCYSUB
EUNBIL
EUNCAM
EUNDID
EUNFLE
EUNINT
EUNMAI
EUNMIN
EUNMUT
EUNNAE
EUNPAR
EUNRAB
EUNFAB
EUNSUD
EUNVEN
EUNZYG
EUNSP1
EUNSP2
EUNSP3
FRACAF
FRACRO

ESPÉCIES

Fragilaria delicatissima
Fragilaria goulardii
Fragilaria gracilis
Fragilaria javanica
Fragilaria rumpens
Fragilaria vaucheriae
Fragilaria vaucheriae var. *capitellata*
Fragilaria sp. 1
Fragilaria sp. 2
Fragilaria sp. 3
Frustulia crassinervia
Frustulia neomundana
Frustulia saxonica
Frustulia undosa
Gomphonema augur
Gomphonema gracile
Gomphonema lagenula
Gomphonema laticollum
Gomphonema parvulum
Gomphonema pumilum
Gomphonema sp. 1
Gomphonema sp. 2
Hantzschia amphioxys
Hippodonta hungarica
Luticola mutica
Luticola saxophila
Navicula clementis var. *linearis*
Navicula cryptocephala
Navicula cryptotenella
Navicula kuseliana
Navicula leptostriata
Navicula notha
Navicula tridentula
Navicula viridula
Navicula viridulacalcis var. *neomundana*
Navicula wildii
Naviculadicta sp.
Neidium affine
Neidium ampliatum
Nitzschia clausii
Nitzschia gracilis
Nitzschia palea
Nitzschia perminuta
Nitzschia sp. 1
Nitzschia sp. 2
Nupela praecipua
Pinnularia borealis var. *rectangularis*
Pinnularia borealis var. *scalaris*
Pinnularia brauniana
Pinnularia gibba var. *gibba*
Pinnularia gibba var. *subundulata*
Pinnularia grunowii
Pinnularia microstauron
Pinnularia microstauron var. *robusta*
Pinnularia neomajor
Pinnularia subgibba
Pinnularia viridiformis
Pinnularia sp.
Placoneis cf. *elginensis*

ABREVIACÕES

FRADEL
 FRAGOU
 FRAGRA
 FRAJAV
 FRARUM
 FRAVAU
 FRAVAC
 FRASP1
 FRASP2
 FRASP3
 FRUCRA
 FRUNEO
 FRUSAX
 FRUUND
 GOMAUG
 GOMGRA
 GOMLAG
 GOMLAT
 GOMPAR
 GOMPUM
 GOMSP1
 GOMSP2
 HANAMP
 HIPHUN
 LUTMUT
 LUTSAX
 NAVCLL
 NAVCRC
 NAVCRT
 NAVKUS
 NAVLEP
 NAVNOT
 NAVTRI
 NAVVIR
 NAVSP
 NAVWIL
 NAVDSP
 NEIAFF
 NEIAMP
 NITCLA
 NITGRA
 NITPAL
 NITPER
 NITSP1
 NITSP2
 NUPPRA
 PINBOR
 PINBOS
 PINBRA
 PINGIBG
 PINGIBS
 PINGRU
 PINMIC
 PINMIR
 PINNEO
 PINSUB
 PINVIR
 PINSP
 PLaelG

ESPÉCIES

Placoneis cf. *pseudoanglica*
Planothidium lanceolatum var. *rostratum*
Rhopalodia gibberula
Sellaphora capitata
Sellaphora rectangularis
Stauroneis gracilior
Stauroneis phoenicenteron
Stauroneis anceps
Staurosirella pinnata
Stenopeterobia delicatissima
Surirella angusta
Surirella linearis var. *linearis*
Surirella linearis var. *constricta*
Surirella sp.
Synedra delicatissima
Thalassiosira rudis
Ulnaria ulna

ABREVIACÕES

PLAPSE
 PLALAR
 RHOGIB
 SELCAP
 SELREC
 STAGRA
 STAPHO
 STASP
 STAUPI
 STEDEL
 SURANG
 SURLINL
 SURLINC
 SURSP
 SYNDEL
 THARUD
 ULNULN

ANEXO 2
LISTA DE OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES DURANTE O PERÍODO ESTUDADO NOS
SUBSTRATOS ARTIFICIAL E NATURAL DOS RESERVATÓRIOS DO PIRAQUARA I
E DO IRAÍ

Espécies	Reservatório do Piraquara I								Reservatório do Iraí							
	Substrato Artificial				Substrato Natural				Substrato Artificial				Substrato Natural			
	out/07	fev/08	mai/08	ago/08	out/07	fev/08	mai/08	ago/08	nov/07	fev/08	mai/08	ago/08	nov/07	fev/08	mai/08	ago/08
ACHMIC		X	X		X	X	X	X								
ACHMIN		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
AFOR									X	X	X		X	X	X	
AULALP			X	X			X	X	X	X	X					
AULAMB	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
AULAMBS									X	X	X		X	X	X	
AULDIS					X					X	X		X	X		
AULGRA	X				X				X	X	X	X	X	X	X	X
AULGRAA									X	X			X			
AULGRAV									X	X	X		X	X		
BRANEO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
BRAROS									X	X						
BRASP																
CALBAC													X	X	X	X
CAPCRU	X															
CHAMED		X				X	X	X							X	
COCPLAL															X	
COCSPI	X															
CRACUS									X							
CRAHAL									X							
CYCMEN				X	X			X	X	X	X		X	X		
CYCSTR	X															
CYMCHA									X							
CYMTUM									X	X	X		X	X		
CYMBNA									X	X	X		X	X	X	X
DENKUE	X			X		X	X									
DIACON										X	X		X		X	X
DIASP			X	X												
DIPOV													X	X	X	
DIPSUB												X				
DISSTE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
DISSTEL									X	X	X	X	X	X	X	
ENCMIN									X	X	X		X	X	X	X
ENCNEO	X	X	X	X	X	X	X	X								
ENCNEM									X				X			
ENCRIO										X	X		X	X		

continuação

Espécies	Reservatório do Piraquara I								Reservatório do Iraí							
	Substrato Artificial				Substrato Natural				Substrato Artificial				Substrato Natural			
	out/07	fev/08	mai/08	ago/08	out/07	fev/08	mai/08	ago/08	nov/07	fev/08	mai/08	ago/08	nov/07	fev/08	mai/08	ago/08
ENCSIL						X		X		X	X		X	X	X	X
ENCYMIC													X	X	X	X
ENCYSCH	X	X	X	X	X		X		X		X		X	X	X	
ENCYSPI		X	X	X		X	X	X								
ENCYSUB			X										X			
EUNBIL			X						X		X			X		
EUCAM										X	X		X	X		
EUDID											X					
EUNFAB					X		X	X					X	X	X	X
EUNFLE	X	X	X			X	X	X					X	X		
EUNINT						X										
EUNMAI											X					
EUNMIN														X		
EUNMUT											X					
EUNNAE											X			X		
EUPAR						X										
EURAB									X		X		X			
EUSUD			X								X				X	
EUVEN											X					
EUNZYG								X								
EUNSP1	X												X			
EUNSP2								X								
EUNSP3								X								
FRACAF	X															
FRACRO									X	X	X	X	X	X	X	X
FRADEL	X	X		X	X	X		X	X				X			
FRAGOU															X	
FRAGRA	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRAJAV													X	X	X	X
FRARUM		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRAVAU									X	X	X	X	X	X	X	X
FRAVAC			X		X				X	X	X		X	X		
FRASP1									X	X	X		X	X	X	X
FRASP2				X				X	X	X	X		X	X	X	X
FRASP3		X		X				X		X	X					

Espécies	Reservatório do Piraquara I								Reservatório do Iraí							
	Substrato Artificial				Substrato Natural				Substrato Artificial				Substrato Natural			
	out/07	fev/08	mai/08	ago/08	out/07	fev/08	mai/08	ago/08	nov/07	fev/08	mai/08	ago/08	nov/07	fev/08	mai/08	ago/08
NUPPRA					X											
PINBOR																
PINBOS												X				
PINBRA			X	X	X		X	X	X							
PINGIBG				X		X	X	X	X	X			X	X	X	
PINGIBS						X	X	X								
PINGRU																
PINMIC													X			
PINMIR	X				X											
PINNEO						X										
PINSUB																
PINVIR														X		
PINSP		X					X									
PLAELG			X													
PLAPSE																
PLALAR							X		X							
RHOGIB		X							X				X	X	X	X
SELCAP									X	X			X	X		
SELREC			X	X									X			
STAGRA			X	X				X					X			
STAPHO			X	X			X	X						X	X	
STASP														X		
STAUPI				X				X								
STEDEL																
SURANG														X	X	X
SURLINL													X	X		
SURLINC		X											X	X	X	
SURSP															X	
THALRUD	X	X		X					X	X	X	X	X	X	X	X
ULNULN									X	X	X	X				