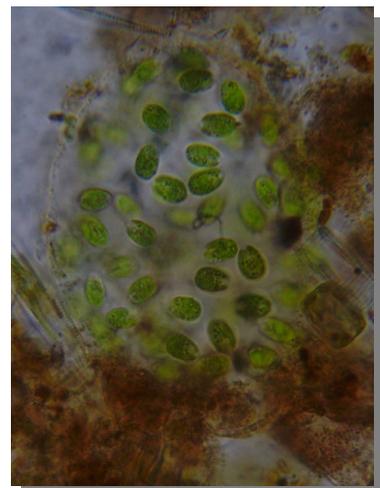
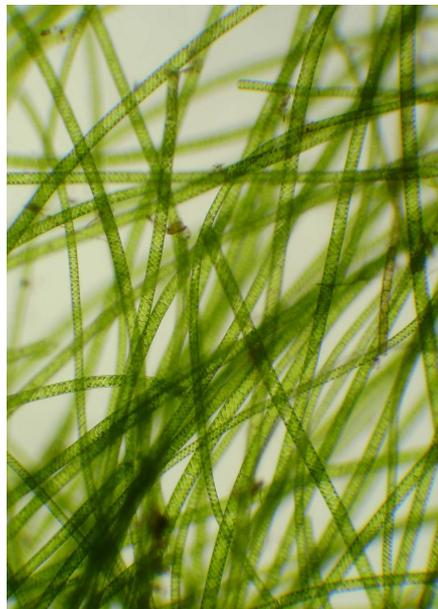


UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE
AMBIENTES AQUÁTICOS CONTINENTAIS

STEFANIA BILOLO



Estrutura da comunidade de algas perifíticas em distintos substratos naturais da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil



STEFANIA BIOLO

Estrutura da comunidade de algas perifíticas em distintos substratos naturais da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais
Área de concentração: Ciências Ambientais

Orientador: Prof^a. Dr^a. Liliana Rodrigues

Maringá
2010

"Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)"
(Biblioteca Setorial - UEM. Nupélia, Maringá, PR, Brasil)

B615e Biolo, Stefania, 1985-
Estrutura da comunidade de algas perifíticas em distintos substratos naturais da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil / Stefania Biolo. -- Maringá, 2010.
141 f. : il. (algumas color.).
Dissertação (mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)--
Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2010.
Orientador: Prof.^a Dr.^a Liliana Rodrigues.
1. Perifíton - Comunidade - Ecologia - Planície alagável - Alto rio Paraná. 2. Algas perifíticas - Diversidade - Planície alagável - Alto rio Paraná. 3. Algas perifíticas - Taxonomia - Planície alagável - Alto rio Paraná. I. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais.

CDD 22. ed. -579.817609816
NBR/CIP - 12899 AACR/2

FOLHA DE APROVAÇÃO

STEFANIA BIOLO

Estrutura da comunidade de algas perifíticas em distintos substratos naturais da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof^a. Dr^a. Liliana Rodrigues
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Carlos Eduardo de Matos Bicudo
Instituto de Botânica/Universidade de São Paulo

Dr^a. Susicley Jati
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá

Dr^a. Luzia Cleide Rodrigues
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá

Prof^a. Dr^a. Sirlene Aparecida Fesliberto
Universidade Federal do Espírito Santo

Aprovada em: 19 de agosto de 2010.

Local de defesa: Anfiteatro do Nupélia, Bloco G-90, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

Dedico,
A minha família,
Pedro, Iraci e Adriano
Amor incondicional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

A Deus, pelo dom da vida,

E a todos que acreditaram e me ajudaram na conclusão deste trabalho!!

Especialmente,

“À comunidade perifítica”

A minha orientadora, Excelentíssima, Prof^a. Dr^a. Líliliana Rodrigues.

Aos companheiros de laboratório de Ecologia de Perifiton – Carina Moresco, Natália Siqueira, Érika Neif, Vanessa Algarte, Luciana Carapunarla, Jaques Zanon, Iraúza Fonseca “Du”, Eliza Murakami, Orlando Pelissari.

A todos os professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais (PEA), em especial a Luzia Rodrigues, Susicley Jati, Sueli Train, Luiz Felipe Velho, Claudia Bonecker.

Aos mestres Dr. Carlos Bicudo, Dr^a. Sirlene Felisberto e Dr^a. Susicley Jati por terem aceitado o convite para participarem da comissão julgadora desta dissertação.

Ao projeto PELD (Pesquisas Ecológicas de Longa Duração/CNPq, sítio 6) e a CAPES, pelo suporte logístico.

Aos bibliotecários do Nupélia, Maria Salete Arita e João Fábio Hidebrandt.

Às secretárias do PEA/UEM, Aldenir Oliveira e Jocemara dos Santos.

A todos os mestrandos e doutorandos colegas de curso – em especial aos amigos Mariana Sarragioto, Patrícia Sacramento, Bianca Trevisan, Luciano Wolff e ao pessoal “das macrófitas” Fernando Alves, Eduardo da Cunha, Márcio Silveira.

Aos que fizeram uma diferença significativa ($p < 0,05$) na parte estatística, Eveline Ferreira, Vanessa Algarte e Dilermando Lima.

A minha abençoada família, meus pais Pedro, Iraci e meu irmão Adriano – meus alicerces.

A minha “família do apê” de Maringá, minhas amigas Raquel Leszczynsky “Nena” e Aline Honda.

Aos “leões” da minha vida, meus amigos do peito, Rafaela Franco “Xuxu” e Vinícius Campiolo.

Aos meus tios, Laudécira e Oswaldo Biolo, e ao meu primo Oswaldo, com a casa sempre aberta.

A minha estrela guia, Luzia Partala.

A minha orientadora de graduação e amiga, Norma Catarina Bueno.

A minha tia Vera Manzani – exemplo de dedicação à vida acadêmica.

A todas as pessoas que de uma forma ou outra, contribuíram nesta jornada: Ângela da Silva, Bruna Belini, Celina “Céu” Schwerz, Débora Sommer, Fernanda Lovatto, Henrique Farias, Jerônimo Tavares, Jorge Gomes “Caxos”, Lauro Iglesias Quadrado, Lia Girão, Jascieli Bortolini, Jeanfrancesco Bonamigo, Jeferson Gonçalves, Juliana Lamezon, Lauro Quadrado, Pricila Balbinot, Thamís Meurer, Thayse Fernandes, Tiago Cardoso, Vanessa Fronza, a toda minha família, tios e tias, primos e primas, avós, amigos e colegas...

...e a todos que mesmo que não tenham sido citados, mas que deixaram seu pedacinho de história,

Muito Obrigada!!!!!!!!!!

"Que a nossa mensagem seja a nossa própria vida".

Mahatma Gandhi

Estrutura da comunidade de algas perifíticas em distintos substratos naturais da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil

RESUMO

A estrutura da comunidade de algas perifíticas em distintos substratos naturais (*Eichhornia azurea* Kunth, *Nymphaea amazonum* Martius e Zuccarini e *Oxycaryum cubense* (Poeppig e Kunth) Lye) foi verificada em um ambiente semilótico conectado permanentemente ao rio Paraná, na planície de inundação do alto rio Paraná. De junho/2008 a março/2009 trimestralmente, amostras coletadas de pecíolos destas três macrófitas foram submetidas à raspagem para remoção da comunidade perifítica. Concomitantemente foram levantados dados limnológicos do ambiente de estudo. O ano de 2008 foi caracterizado pela irregularidade dos pulsos de inundação, dos níveis hidrométricos e dos períodos hidrológicos do rio Paraná. O efeito homogeneizador pôde ser observado apenas para ambientes conectados no caso o ressaco do “Pau Véio”. Não foi possível distinguir os períodos característicos de águas altas e águas baixas. Foram encontrados 406 táxons de algas perifíticas. As classes mais representativas corresponderam à Bacillariophyceae, Zygnemaphyceae, Cyanobacteria e Chlorophyceae. A similaridade taxonômica baseada na composição dos táxons nos períodos e substratos amostrados evidenciou uma distinção principalmente nos meses de coleta, o qual junho diferenciou-se significativamente dos demais. As diferenças na composição das algas perifíticas entre os substratos foram pouco pronunciadas e deveram-se, principalmente, à *O. cubense*. Trinta e um táxons dominantes nos distintos períodos e substratos foram descritos e ilustrados, os quais 23 constituíram primeiras citações taxonômicas para a planície do alto rio Paraná. *O. cubense* deteve a maior riqueza específica de algas perifíticas, seguido por *E. azurea*, no entanto os valores médios deste atributo não foram significativamente diferentes. O substrato que comportou os maiores valores médios de densidade algal correspondeu à *E. azurea*, que possui arquitetura e morfologia mais resistente e propícia ao desenvolvimento das algas perifíticas, principalmente das diatomáceas. *Nymphaea amazonum* assumiu posição intermediária, enquanto que *O. cubense*, em razão de sua arquitetura frágil e morfologia delicada, comportou as menores densidades, favorecendo principalmente algas metafíticas, como os táxons da classe Zygnemaphyceae. Os valores de diversidade foram elevados para os três substratos, com oscilações significativas em *E. azurea*, atentando-se à importância da diversidade de substratos para o perifíton. Quanto ao período, riqueza mais elevada ocorreu em novembro/2008 e março/2009, o contrário para a densidade, com menores valores neste período. Em junho e setembro/2008 foi prevalente a classe Bacillariophyceae (predominantemente representada por *Achnantheidium minutissimum*), seguida por Cyanobacteria, tanto para riqueza quanto para a densidade. Este fato representa a maior tolerância dessas algas em períodos de estresse, como escassez de nutrientes e baixas temperaturas ocorrentes em junho/2008, em razão da maior vantagem competitiva perante os demais grupos algais. Novembro/2008 e março/2009 caracterizaram-se por valores médios de níveis hidrométricos maiores e temperaturas mais altas, o que pode ter influenciado o ambiente com a entrada de propágulos e o estabelecimento de um maior número de táxons em razão do evento perturbatório. A baixa similaridade taxonômica e as divergências significativas na riqueza, densidade e diversidade da comunidade de algas perifíticas demonstraram a segregação primariamente temporal, e em segundo nível espacial, mas pouco pronunciada, das algas perifíticas. Estas divergências deveram-se, primeiramente, às flutuações diárias nos níveis hidrométricos que caracterizaram os meses amostrados, consequentemente conferindo variabilidade às características limnológicas do ressaco. A

morfologia e arquitetura das macrófitas promovem um ambiente com condições específicas, as quais influenciaram secundariamente a comunidade de algas perifíticas. A arquitetura de *O. cubense* provavelmente foi responsável pelas maiores diferenças entre as comunidades perifíticas dentre os distintos substratos, em razão da morfologia do caule e da bainha foliar que proporcionam um microhabitat diferenciado. *E. azurea* e *N. amazonum* apresentam morfologias de pecíolos aparentemente mais semelhantes.

Palavras-chave: Brasil. Diversidade. Epifíton. Estrutura da comunidade. Perifíton. Planície alagável. Rio Paraná. Taxonomia de algas.

Structure of the periphytic algal community in distinct natural substrates from the Paraná River floodplain, Brazil

ABSTRACT

Structure of periphytic algae community in different natural substrates (*Eichhornia azurea* Kunth, *Nymphaea amazonum* Martius and Zuccarini and *Oxycaryum cubense* (Poeppig and Kunth) Lye) was analysed in a semilotic environment permanently connected to the Paraná River, from the Upper Paraná River floodplain. Samples were quarterly collected from June/2008 to March/2009, from these three macrophytes which were scraped for removal of periphytic community. Limnological data from the study site were concomitantly obtained. The year 2008 was characterized by the irregularity of flood pulses, water levels and hydrological periods of the Paraná River. Homogenizing effect could be observed only for connected environments, such as the “Pau Véio” backwater. It was not possible to distinguish the characteristic periods of high water and low water. We found 406 taxa of periphytic algae. The most representative classes corresponded to Bacillariophyceae, Zygnemaphyceae, Cyanobacteria and Chlorophyceae. Taxonomic similarity based on specific composition during sampled periods and substrates showed a distinction mainly among sampled months, which June/2008 differed significantly from the others. Differences in composition of periphytic algae between the substrates were not pronounced and were due mainly to *O. cubense*. A total of 31 dominant taxa in the different periods and substrates have been described and illustrated, which 23 taxa constituted firstly taxonomic citations for the Upper Paraná River floodplain. *O. cubense* detained the highest species richness of periphytic algae, followed by *E. azurea*, however the mean values for this attribute were not significantly different. Substrate which included the highest average algal density corresponded to *E. azurea*, which has the stronger architecture and morphology favoring the growth of periphytic algae, mainly diatoms. *Nymphaea amazonum* occupied an intermediate position, while *O. cubense*, presented the lowest densities, because its more delicate architecture and fragile morphology, favoring mainly metaphytic algae such as taxa belonged to the class Zygnemaphyceae. Diversity values were high for all substrates, with significant oscillations in *E. azurea*, highlighting to importance of substrate diversity for periphyton. When considering period, the highest richness occurred in November 2008 and March 2009 and the opposite occurred to density, with lower values in these periods. In June 2008, the class Bacillariophyceae was prevalent (predominantly represented by *Achnanthydium minutissimum*), followed by Cyanobacteria, both for richness as density. This fact represents the greater tolerance of these algae during stressing periods, such as lack of nutrients and low temperatures occurred in June 2008, because of their greater competitive advantage towards other algal groups. November 2008 and March 2009 were characterized by the highest mean values of water levels and higher temperatures, which may have influenced the environment through the input of propagules and the establishment of a greater number of taxa during the disturbance event. Low taxonomic similarity and significant divergences in density and diversity of periphytic algal community demonstrated primarily the temporal and, secondarily but less pronounced, the spatial segregation of periphytic algae. These differences were due primarily to daily fluctuations of hydrometric levels which characterize the sampled months, consequently conferring variability to the limnological characteristics in environment. Morphology and architecture of macrophytes promote an environment with specific conditions, which secondarily influenced periphytic algae community. Architecture of *O. cubense* was probably responsible for the largest differences between periphyton communities among different substrates, because morphology of stem and leaf sheath which provides a

differential microhabitat. *E. azurea* and *N. amazonum* present petiole morphologies apparently more similar.

Keywords: Algal taxonomy. Brazil. Community structure. Diversity. Epiphyton. Floodplain. Paraná River. Periphyton.

Dissertação elaborada e formatada conforme as normas das publicações científicas *Aquatic Botany*, *Revista Brasileira de Botânica* e *Freshwater Biology*. Disponíveis em:

http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/503303/authorinstructions#25000 ;

www.botanicasp.org.br/revista/instrucoes_autores.pdf ;

<http://www.wiley.com/bw/submit.asp?ref=0046-5070&site=1> .

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	14
	REFERÊNCIAS	17

CAPÍTULO I Composição e similaridade taxonômica da comunidade de algas perifíticas em distintos substratos naturais de planície de inundação Neotropical, Brasil

	Resumo	23
	Abstract	24
1.1	Introdução	25
1.2	Material e Métodos	26
1.3	Resultados	29
1.4	Discussão	36
	Referências	43

CAPÍTULO II Taxonomia de algas perifíticas dominantes em distintos substratos naturais da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil

	Abstract	49
	Resumo	51
2.1	Introdução	52
2.2	Material e Métodos	53
2.3	Resultados e Discussão	56
	Referências	77

CAPÍTULO III Estrutura da comunidade de algas perifíticas em distintos substratos naturais de planície de inundação Neotropical, Brasil

	Sumário	83
	Summary	85
3.1	Introdução	87
3.2	Material e Métodos	88
3.3	Resultados	91
3.4	Discussão	102
	Referências	109
	ANEXOS	116

INTRODUÇÃO GERAL

Dentre os componentes do perifíton - definido como uma comunidade complexa de algas, bactérias, fungos e pequenos animais, além de detritos, aderidos a substratos submersos orgânicos ou inorgânicos, vivos ou mortos (Wetzel 1983) - as algas representam uma importante fração nesta comunidade. A estrutura da comunidade perifítica depende, além da natureza e qualidade do substrato, das condições hidrológicas, do estado trófico da água, da sazonalidade e do tempo de colonização (Moschini-Carlos 1999, Karosienė e Kasperovičienė 2008).

Para a comunidade perifítica encontrada em substrato natural cunhou-se o termo epifíton, designando o desenvolvimento desta comunidade sobre vegetais e outras algas de maior porte que por sua vez fornecem um substrato relativamente firme e podem ser metabolicamente ativos como fonte significativa de nutrientes (Stevenson 1996). O epifíton é amplamente reconhecido como importante elo na ciclagem dos nutrientes e nas cadeias tróficas dos ecossistemas aquáticos continentais. Os parâmetros teores de clorofila, biomassa e composição taxonômica são os atributos comumente avaliados acerca desta comunidade (Zimba e Hopson 1997). Além destes, outros atributos da comunidade perifítica merecem atenção como alvo de pesquisas: diversidade, aspectos morfológicos, difusão e concentração de nutrientes, sucessão, relações bióticas, crescimento e reprodução, atividade fotossintética e outros eventos biogeoquímicos e moleculares (Larned 2010).

O complexo macrófita-epifíton atua como uma unidade ecológica única nos ecossistemas aquáticos rasos e apresenta interrelações complexas que tem sido foco de discussões na Ecologia dos ambientes aquáticos (Tabela 1). Uma grande controvérsia ainda reside na descrição das interações entre as macrófitas e suas comunidades epifíticas, as quais incluem relações positivas (simbiose ou mutualismo), negativas (competição e alelopatia) e neutralismo ou ausência de interações (Jones *et al.* 2000).

Correlações resultantes desta interação podem meramente refletir distintas condições de microhabitats em que as algas epifíticas se desenvolvem a evidenciar uma manipulação casual da comunidade perifítica pela planta (Jones *et al.* 2000, Díaz-Olarte *et al.* 2007). Desta forma, torna-se de difícil precisão separar a influência do substrato natural de outras variáveis ambientais que possam acarretar diferenças na estrutura das algas epifíticas (Azim *et al.* 2005, Gosselain *et al.* 2005).

Tabela 1. Listagem de estudos avaliando diversos parâmetros das comunidades epifíticas utilizando distintos substratos naturais (macrófitas) em um ou mais ambientes.

Autor(es) (ano)	Local	Parâmetro(s) da comunidade perifítica
Godward (1937)	Inglaterra	Abundância, composição
Cattaneo e Kalff (1980)	Canadá	Produtividade
Eminson e Moss (1980)	EUA	Composição
Moss (1981)	Inglaterra	Composição
Pip e Robinson (1981)	Canadá	Composição
Gons (1982)	Noruega	Composição, biomassa, fotossíntese, respiração
Millie e Lowe (1983)	EUA	Densidade, peridiocidade (diatomáceas)
Jenkerson e Hickman (1983)	Canadá	Composição, produtividade, sucessão
Burkholder e Sheat (1984)	EUA	Abundância, composição, diversidade (desmídias)
Blindow (1987)	Suécia	Abundância, composição
Lalonde e Downing (1991)	Canadá	Biomassa
Cattaneo <i>et al.</i> (1995)	Canadá	Abundância, biomassa, biovolume, composição
Vymazal e Richardson (1995)	EUA	Biomassa, composição, nutrientes
Tesolín e Tell (1996)	Argentina	Composição
Vijver e Beyens (1997)	Antártica	Abundância, composição, diversidade
McCormick <i>et al.</i> (1998)	EUA	Biomassa, composição, nutrientes, produtividade
Havens <i>et al.</i> (1999)	EUA	Abundância, biomassa, composição, pigmentos
Jones <i>et al.</i> (2000)	Inglaterra	Composição, biomassa
Comte e Cazaubon (2002)	França	Composição, densidade (diatomáceas)
Flynn <i>et al.</i> (2002)	Inglaterra	Biomassa
Kahlert e Petterson (2002)	Hungria	Biomassa, nutrientes
Kiss <i>et al.</i> (2003)	Hungria	Abundância, Biomassa, composição, diversidade, nutrientes
Gross <i>et al.</i> (2003)	Alemanha	Biomassa
Jones e Sayer (2003)	Inglaterra	Biomassa
Bertrand <i>et al.</i> (2004)	França	Abundância, composição, diversidade (diatomáceas)
Laugaste e Lessok (2004)	Estônia	Abundância, biomassa, pigmentos
Townsend e Gell (2005)	Austrália	Abundância, composição, riqueza (diatomáceas)
Gosselain <i>et al.</i> (2005)	Canadá	Biomassa
Laugaste e Reunanen (2005)	Estônia	Abundância, biomassa, composição, pigmentos
Vogel <i>et al.</i> (2005)	Alemanha	Diversidade, riqueza (diatomáceas)
Qin <i>et al.</i> (2006)	China	Biomassa, produtividade
Pals <i>et al.</i> (2006)	Bélgica	Abundância, composição, diversidade(desmídias)
Vadeboncoeur <i>et al.</i> (2006)	EUA, Groenlândia e Canadá	Biomassa, produtividade
Messyasz e Kuczynska-Kippen (2006)	Polônia	Biomassa, composição, diversidade, nutrientes
Vis <i>et al.</i> (2007)	Canadá	Produtividade
Tessier <i>et al.</i> (2008)	Canadá	Biomassa
Kulesza <i>et al.</i> (2008)	EUA	Abundância, composição
Toporowska <i>et al.</i> (2008)	Polônia	Abundância, composição, riqueza

A resistência inerente ao estudo envolvendo o epifíton pode ser atribuída, em parte, à elevada heterogeneidade espacial destas comunidades e conseqüente problemas metodológicos de amostragem (Eminson e Moss 1980, Jenkerson e Hickman 1983, Townsend e Gell 2005). Messyasz e Kuczynska-Kippen (2006) ressaltam a insuficiência quantitativa de estudos acerca das mudanças das comunidades de algas epifíticas em diferentes espécies de macrófitas.

Destacam-se entre os fatores abióticos preponderantes para a presença da comunidade epifítica, as características morfológicas da planta (Cattaneo e Kalff 1980, Lalonde e Downing 1991), a concentração de nutrientes e a luminosidade na coluna d'água (Engle e

Melack 1993), a profundidade do ambiente (Cattaneo *et al.* 1998, Karosienè e Kasperovičienè 2008) e os distúrbios. Os distúrbios físicos podem ser tratados com grande significância em termos de efeitos que atuam sobre a estrutura e dinâmica destas comunidades (Peterson 1996).

Em planícies de inundação, o distúrbio físico mais preponderante que age efetivamente sobre as comunidades biológicas consiste nos pulsos de inundação (Junk *et al.* 1989, Neiff 1990, 1996, Ward *et al.* 1999, Ward e Tockner 2001). A estrutura e dinâmica das comunidades perifíticas nestes sistemas estão sob influência da amplitude, frequência e intensidade das inundações, conforme previamente demonstrado em estudos realizados para a planície de inundação do alto rio Paraná (Rodrigues e Bicudo 2001, 2004, Rodrigues *et al.* 2003, Fonseca e Rodrigues 2005, Algarte *et al.* 2006, 2009, Leandrini e Rodrigues 2008, Leandrini *et al.* 2008, Murakami *et al.* 2009, Murakami e Rodrigues 2009). Entretanto, pode-se enfatizar que ainda há, globalmente, pouca informação acerca do papel da comunidade perifítica em rios-planícies de inundação (Goldsborough e Robinson 1996), em particular, da planície do alto rio Paraná.

Na planície de inundação do alto rio Paraná, os trabalhos existentes foram focados na análise da comunidade de algas perifíticas utilizando substrato artificial e como substrato natural, apenas a macrófita *Eichhornia azurea* Kunth. Primeiros passos estão sendo dados no conhecimento do epifíton de outros substratos naturais desta planície, envolvendo as macrófitas *Nymphaea amazonum* Martius e Zuccarini e *Ricciocarpus natans* (Linnaeus) Corda (Rodrigues *et al.* 2008, Biolo e Rodrigues *in prep.*, Biolo e Rodrigues no prelo, Zanon e Rodrigues *in prep.*) e *Hydrilla verticillata* (Linnaeus) Royle, *Cabomba furcata* Schultes e Schultes e *Egeria najas* Planchon (Mormul *et al.* 2010). Contudo, são ausentes os estudos comparativos das algas epifíticas entre diferentes substratos naturais, compreendendo diferentes espécies e morfotipos de macrófitas aquáticas nesta região. O conhecimento do epifíton em distintos substratos naturais resume-se apenas ao trabalho de Tesolín e Tell (1996), no trecho do baixo rio Paraná, em território argentino, acerca da composição das algas epifíticas em quatro espécies de macrófitas flutuantes de um lago conectado.

Com base nessas concepções, buscou-se providenciar uma visão da comunidade de algas epifíticas em distintos substratos naturais consistindo de diferentes espécies de macrófitas. Foram selecionadas as seguintes plantas (morfotipos): *Eichhornia azurea* Kunth, (emergente), *Nymphaea amazonum* Martius e Zuccarini (enraizada com folha flutuante) e *Oxycaryum cubense* (Poeppig e Kunth) Lye (epífita) (Anexo I).

Através da verificação da distribuição temporal e espacial desta comunidade em um ambiente conectado da planície de inundação do alto rio Paraná (o ressaco do “Pau Véio”,

Anexo II), procurou-se enfatizar a importância do regime hidrológico e da diversidade de substratos. Como fator estruturador das comunidades perifíticas, a relevância destes componentes na estrutura e dinâmica das comunidades epifíticas foi avaliada.

As seguintes hipóteses foram adotadas para o presente estudo: a) a composição específica, riqueza, abundância e diversidade de algas perifíticas em distintos substratos alteram-se em períodos hidrológicos distintos; b) a composição específica, riqueza, abundância e diversidade de algas epifíticas de um mesmo ambiente, sob condições ambientais similares, diferem entre substratos naturais consistindo de distintas espécies de macrófitas, num dado momento.

Este estudo é apresentado em três capítulos: Capítulo I, o qual envolve a análise da composição da comunidade de algas perifíticas nos três substratos em quatro períodos distintos; Capítulo II, com destaque à taxonomia das algas epifíticas dominantes no resaco do “Pau Véio”; finalmente, no Capítulo III, encontram-se os parâmetros riqueza, abundância, diversidade e equitabilidade das algas epifíticas nos três substratos em quatro períodos distintos.

REFERÊNCIAS

- Algarte, V.M., Moresco, C., Rodrigues, L., 2006. Algas do perifíton de distintos ambientes na planície de inundação do alto rio Paraná. *Acta Scientiarum* 28, 243-251.
- Algarte, V.M., Siqueira, N.S., Murakami, E.A., Rodrigues, L., 2009. Effects of hydrological regime and connectivity on the interannual variation in taxonomic similarity of periphytic algae. *Brazilian Journal of Biology* 62(2, suppl.): 606-616.
- Azim, M.E., Verdegem, M.C.J., Van Dam, A.A., Beveridge, M.C.M., 2005. *Periphyton: Ecology, Exploitation and Management*. CAB International, Massachusetts. 352p.
- Bertrand, J., Renon, J.P., Monnier, O., Ector, L., 2004. Relationship “epiphytic diatoms-Bryophytes” at Mount Lozère peat bogs (France). *Vie Milieu* 54(2-3): 59-70.
- Blindow, I., 1987. The composition and density of epiphyton on several species of submerged macrophytes - the neutral substrate hypothesis tested. *Aquatic Botany* 29, 157-168.
- Burkholder, J.M., Sheat, R.G., 1984. The seasonal distribution, abundance and diversity of desmids (Chlorophyta) in a softwater, North temperate stream. *Journal of Phycology* 20, 159-172.

- Cattaneo, A., Kalff, J., 1980. The relative contribution of aquatic macrophytes and their epiphytes to the production of macrophyte beds. *Limnology and Oceanography* 25(2), 280-289.
- Cattaneo, A., Méthot, G., Pinel-Alloul, B., Niyonsenga, T., 1995. Epiphyte size and taxonomy as biological indicators of ecological and toxicological factors in Lake Saint-François (Québec). *Environmental Pollution* 87, 357-372.
- Cattaneo, A., Galanti, G., Gentinetta, S., Romo, S., 1998. Epiphytic algae and macroinvertebrates on submerged and floating-leaved macrophytes in an Italian lake. *Freshwater Biology* 39, 725-740.
- Comte, K., Cazaubon, A., 2002. Structural variations of epiphytic diatom communities on three macrophytes in a regulated river (Durance), in South-East of France. *Annales de Limnologie – International Journal of Limnology* 38 (4), 297-305.
- Díaz-Olarte, J., Valoyes-Valois, V., Guisande, C., Torres, N.N., González-Bermúdez, A., Sanabria-Aranda, L., Hernández, A.M.M., Duque, S.R., Marciales, L.J., Nuñez-Avellaneda, M., 2007. Periphyton and phytoplankton associated with the tropical carnivorous plant *Utricularia foliosa*. *Aquatic Botany* 87, 285-291.
- Eminson, D.F., Moss, B., 1980. The composition and ecology of periphyton communities in freshwaters. I. The influence of the host type and external environment on community composition. *British Phycological Journal* 15, 429-446.
- Engle, L.D., Melack, M.J., 1993. Consequences of riverine flooding for seston and the periphyton of floating meadows in an Amazon floodplain lake. *Limnology and Oceanography* 38(7), 1500-1520.
- Flynn, N.J., Snook, D.L., Wade, A.J., Jarvie, H.P., 2002. Macrophyte and periphyton dynamics in a UK Cretaceous chalk stream: the River Kennet, a tributary of the Thames. *The Science of the Total Environment* 282-283, 143-157.
- Fonseca, I.A., Rodrigues, L., 2005. Comunidade de algas perifíticas em distintos ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná. *Acta Scientiarum* 27(1), 21-28.
- Godward, M., 1937. An Ecological and Taxonomic Investigation of the Littoral Algal Flora of Lake Windermere. *The Journal of Ecology* 25(2), 496-568.
- Goldsborough, L.G., Robinson, G.G.C., 1996. Pattern in wetlands. In: Stevenson, R.J., Bothwell, M.L., Lowe, R.L. (Eds.), *Algal ecology, Freshwater benthic ecosystems*. Academic Press, San Diego, pp. 78-117.
- Gons, H.J., 1982. Structural and functional characteristics of epiphyton and epipelon in relation to their distribution in Lake Vechten. *Hydrobiologia* 95, 79-114.

- Gosselain, V., Hudon, C., Cattaneo, A., Gagnon, P., Planas, D., Rochefort, D., 2005. Physical variables driving epiphytic algal biomass in a dense macrophyte bed of the St. Lawrence River (Quebec, Canada). *Hydrobiologia* 534, 11-22.
- Gross, E.M., Feldbaum, C., Graf, A., 2003. Epiphyte biomass and elemental composition on submersed macrophytes in shallow eutrophic lakes. *Hydrobiologia* 506-509, 559-565.
- Havens, K.E., Steinman, A.D., Carrik, H.J., Louda, J.W., Winfree, N.M., Baker, E.W., 1999. Comparative analysis of Lake Periphyton communities using high performance liquid chromatography (HPLC) and light microscope counts. *Aquatic Sciences* 61, 307-322.
- Jenkerson, C.G., Hickman, M., 1983. The spatial and temporal distribution of an epiphytic algal community in a shallow prairie-parkland lake. *Holarctic Ecology* 6, 41-58.
- Jones, J.I., Moss, B., Eaton, J.W., Young, J.O., 2000. Do submerged aquatic plants influence periphyton community composition for the benefit of invertebrate mutualists? *Freshwater Biology* 43, 591-604.
- Jones, J.I., Sayer, C.D., 2003. Does the fish-invertebrate-periphyton cascade precipitate plant loss in shallow lakes?. *Ecology* 84(8), 2155-2167.
- Junk, W.J., Bayley, P.B., Sparks, R.E., 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian Journal of Fishers and Aquatic* 106, 110-127.
- Kahlert, M., Pettersson, K., 2002. The impact of substrate and lake trophic status on the biomass and nutrient status of benthic algae. *Hydrobiologia* 489, 161-169.
- Karosienė, J., Kasperovičienė, J., 2008. Seasonal succession of epiphyton algal communities on *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. in a mesoeutrophic lake. *Ekologija* 54(1), 32-39.
- Kiss, M.K., Lakatos, G., Borics, G., Gidó, Z., Deák, C., 2003. Littoral macrophyte-periphyton complexes in two Hungarian shallow waters. *Hydrobiologia* 506-509, 541-548.
- Kulesza, A.E., Holomuzki, J.R., Klarer, D.M., 2008. Benthic community structure in stands of *Typha angustifolia* and herbicide-treated and untreated *Phragmites australis*. *Wetlands* 28(1), 40-56.
- Lalonde, S., Downing, J.A., 1991. Epiphyton biomass is related to lake trophic status, depth, and macrophyte architecture. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48, 2285-2291.
- Laugaste, R., Lessok, K., 2004. Planktonic algae and epiphyton of the littoral in lake Peipsi, Estonia. *Limnologica* 34, 90-97.
- Laugaste, R., Reunanen, M., 2005. The composition and density of epiphyton on some macrophyte species in the partly meromictic Lake Verevi. *Hydrobiologia* 547, 137-150.

- Leandrini, J., Rodrigues, L., 2008. Variação temporal da biomassa perifítica em ambientes semilóticos da planície de inundação do alto Rio Paraná. *Acta Limnologica Brasiliensia* 20(1), 21-28.
- Leandrini, J., Fonseca, I.A., Rodrigues, L., 2008. Variation in algal periphyton biomass in the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 68(4), 14-37.
- Larned, S.T., 2010. A prospectus for periphyton recent and future ecological research. *Journal of North American Benthological Society* 29(1), 182-206.
- McCormick, P.V., Shuford III, R.B.E., Backus, J.G., Kennedy, W.C., 1998. Spatial and seasonal patterns of periphyton biomass and productivity in the northern Everglades, Florida, U.S.A. *Hydrobiologia* 362, 185-208.
- Messyasz, B., Kuczynska-Kippen, N., 2006. Periphytic algal communities: a comparison of *Typha angustifolia* L. and *Chara tomentosa* L. beds in three shallow lakes (West Poland). *Polish Journal of Ecology* 54(1), 15-27.
- Millie, D.F., Lowe, R.L., 1983. Studies on Lake Erie's littoral algae: host specificity and temporal periodicity of epiphytic diatoms. *Hydrobiologia* 99, 7-18.
- Mormul, R.P., Thomaz, S.M., Silveira, M. J., Rodrigues, L., 2010. Epiphyton or macrophyte: which primary producer attracts the snail *Hebetancylus moricandi*? *American Malacological Bulletin* 28(1-2), 127-133.
- Moschini-Carlos, V., 1999. Importância, estrutura e dinâmica da comunidade perifítica nos ecossistemas aquáticos continentais. In: Pompêo, M.L.M. (Ed.), *Perspectivas da Limnologia no Brasil*. Gráfica e Editora União, São Luís, pp. 91-103.
- Moss, B., 1981. The composition and ecology of periphyton communities in freshwaters. II. Inter-relationships between water chemistry, phytoplankton populations and periphyton populations in a shallow lake and associated experimental reservoirs ('Lund tubes'). *European Journal of Phycology* 16, 59-76.
- Murakami, E.A., Bicudo, D.C., Rodrigues, L., 2009. Periphytic algae of the Garças Lake, upper Paraná River floodplain: comparing the years 1994 and 2004. *Brazilian Journal of Biology* 69 (2, suppl.), 459-468.
- Murakami, E.A., Rodrigues, L., 2009. Resposta das algas perifíticas às alterações de temperatura e ao enriquecimento artificial de nutrientes em curto período de tempo. *Acta Scientiarum* 31: 273-284.
- Neiff, J.J., 1990. Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. *Interciencia* 15(6), 424-441.

- Neiff, J.J., 1996. Large rivers of South America: toward the new approach. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 26, 167-180.
- Pals, A., Elst, D., Muylaert, K., Van Assche, J., 2006. Substrate specificity of periphytic desmids in shallow softwater lakes in Belgium. *Hydrobiologia* 568, 159-168.
- Peterson, C.G., 1996. Response of benthic algal communities to natural physical disturbances. In: Stevenson, R.J., Bothwell, M.L., Lowe, R.L. (Eds.), *Algal ecology: freshwater benthic ecosystems*. San Diego: Academic Press, pp. 375-402.
- Pip, E., Robinson, G.G.C., 1981. A comparison of algal periphyton composition on eleven species of submerged macrophytes. *Hydrobiological Bulletin* 18(2), 109-118.
- Qin, B.Q., Song, Y.Z., Gao, G., 2006. The role of periphytes in the shift between macrophyte and phytoplankton dominated systems in a shallow, eutrophic lake (Lake Taihu, China). *Science in China Series C: Life Sciences* 49(6), 597-602.
- Rodrigues, L., Bicudo, D.C., 2001. Similarity among periphyton algal communities in a lentic-lotic gradient of the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Botany* 24, 235-248.
- Rodrigues, L., Bicudo, D.C., Moschini-Carlos, V., 2003. O papel do perifíton em áreas alagáveis e nos diagnósticos ambientais. In: Thomaz, S.M., Bini, M.L. (Eds.), *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Eduem, Maringá, pp. 211-230.
- Rodrigues, L., Bicudo, D.C., 2004. Periphytic algae. In: Thomaz, S.M., Agostinho, A.A., Hahn, N.S. (Eds.), *The upper paraná river and its floodplain - physical aspects, ecology and conservation*. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 126-143.
- Rodrigues, L., Zanon, J.E., Biolo, S., Carapunarla, L., 2008. A planície alagável do rio Paraná: estruturas e processos ambientais - Perifíton. 2008. Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração – PELD / CNPQ. Relatório Técnico-Científico das atividades de 2008. Disponível em: <<http://www.peld.uem.br/Relat2008/pdf/Capitulo04.pdf>>. Acesso em 10 abr. 2010.
- Stevenson, R. J., 1996. 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, pp. 3-30.
- Tesolín, G., Tell, G., 1996. The epiphytic algae on floating macrophytes of a Paraná river floodplain lake. *Hydrobiologia* 333, 111-120.
- Tessier, C., Cattaneo, A., Pinel-Alloul, B., Hudon, C., Borcard, D., 2008. Invertebrate communities and epiphytic biomass associated with metaphyton and emergent and

- submerged macrophytes in a large river. *Aquatic Sciences - Research Across Boundaries* 70(1), 10-20.
- Toporowska, M., Pawlik-Skowrońska, B., Wotjal, A.S., 2008. Epiphytic algae on *Stratiotes aloides* L., *Potamogeton lucens* L., *Ceratophyllum demersum* L. and *Chara* spp. in a macrophyte-dominated lake. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 37(2), 51-63.
- Townsend, S.A., Gell, P.A., 2005. The role of substrate type on benthic diatom assemblages in the Daly and Roper Rivers of the Australian wet/dry tropics. *Hydrobiologia* 548, 101–115.
- Vadeboncoeur, Y., Kalff, J., Christoffersen, K., Jeppesen, E., 2006. Substratum as a driver of variation in periphyton chlorophyll and productivity in lakes. *Journal of North American Benthological Society* 25(2), 379-392.
- Vijver, B.V., Beyens, L., 1997. The epiphytic diatom flora of mosses from Strømness Bay area, South Georgia. *Polar Biol* 17, 492-501.
- Vis, C., Hudon, C., Carignan, R., Gagnon, P., 2007. Spatial analysis of production by macrophytes, phytoplankton and epiphyton in a large river system under different water-level conditions. *Ecosystems* 10, 293–310.
- Vogel, A., Beier, T., Braun, J., Raeder, U. 2005. Does the process of drying submerged macrophytes affect community structure and composition of epiphytic diatoms?. *Hydrobiologia* 541, 237–240.
- Vymazal, J., Richardson, C.J., 1995. Species composition, biomass, and nutrient content of periphyton in the Florida Everglades. *Journal of Phycology* 31, 343-354.
- Ward, J.V., Tockner, K., Schiemer, F., 1999. Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones and connectivity. *Regulated Rivers: Research and Management* 15(15), 125-139.
- Ward, J.V., Tockner, K., 2001. Biodiversity: Toward a unifying theme for river ecology. *Freshwater Biology* 46, 807-819.
- Wetzel, R.G., 1983. Opening Remarks. In: Wetzel, R.G. (Eds.), *Periphyton of Freshwater Ecosystems*. Dr. W. Junk Publishers, The Netherlands, pp. 339- 346.
- Zimba, P.V., Hopson, M.S., 1997. Quantification of epiphyte removal efficiency from submersed aquatic plants. *Aquatic Botany* 58, 173-179.

CAPÍTULO I

Composição e similaridade taxonômica da comunidade de algas perifíticas em distintos substratos naturais da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil

RESUMO

A composição da comunidade de algas perifíticas em distintos substratos naturais (*Eichhornia azurea* Kunth, *Nymphaea amazonum* Martius e Zuccarini e *Oxycaryum cubense* (Poëppig e Kunth) Lye) foi verificada em um ambiente semilótico conectado permanentemente ao rio Paraná, na planície de inundação do alto rio Paraná. De junho/2008 a março/2009 trimestralmente, amostras coletadas de pecíolos destas três macrófitas foram submetidas à raspagem para remoção da comunidade perifítica. Concomitantemente foram levantados dados limnológicos do ambiente de estudo. O ano de 2008 foi caracterizado pela irregularidade dos pulsos de inundação, dos níveis hidrométricos e dos períodos hidrológicos do rio Paraná. O efeito homogeneizador pôde ser observado apenas para ambientes conectados no caso o ressaco do “Pau Véio”. Não foi possível distinguir os períodos característicos de águas altas e águas baixas. Foram encontrados 406 táxons de algas perifíticas. As classes mais representativas corresponderam à Bacillariophyceae, Zygnemaphyceae, Cyanobacteria e Chlorophyceae. A similaridade taxonômica baseada na composição dos táxons nos períodos e substratos amostrados mostrou-se diferente principalmente entre os meses de coleta, o qual junho/2008 diferenciou-se significativamente dos demais. As diferenças na composição das algas perifíticas entre os substratos foram pouco pronunciadas e deveram-se, principalmente, à *Oxycaryum cubense*. *O. cubense* deteve a maior riqueza específica de algas perifíticas, seguido por *E. azurea*, no entanto os valores médios deste atributo não foram significativamente diferentes. Quanto ao período, riqueza mais elevada ocorreu em novembro/2008 e março/2009. Em Junho e setembro/2008 a classe Bacillariophyceae foi prevalente em termos de riqueza (predominantemente representada por *Achnantheidium minutissimum*). Este fato representa a maior tolerância dessas algas em períodos de estresse, como escassez de nutrientes e baixas temperaturas ocorrentes em junho/2008, em razão da maior vantagem competitiva perante os demais grupos algais. Novembro/2008 e março/2009 caracterizaram-se por valores médios de níveis hidrométricos maiores e temperaturas mais altas, o que pode ter influenciado o ambiente com a entrada de propágulos e o estabelecimento de um maior número de táxons em razão do evento perturbatório. A baixa similaridade taxonômica e as divergências significativas na riqueza da comunidade de algas perifíticas demonstraram a segregação primariamente temporal, e em segundo nível espacial, mas pouco pronunciada, das algas perifíticas. Estas divergências deveram-se, primeiramente, às flutuações diárias nos níveis hidrométricos que caracterizaram os meses amostrados, conseqüentemente conferindo variabilidade às características limnológicas do ressaco. A morfologia e arquitetura das macrófitas promovem um ambiente com condições específicas, as quais influenciaram secundariamente a comunidade de algas perifíticas. A arquitetura de *O. cubense* provavelmente foi responsável pelas maiores diferenças entre as comunidades perifíticas dentre os distintos substratos, em razão da morfologia do caule e da bainha foliar que proporcionam um microhabitat diferenciado. *E. azurea* e *N. amazonum* apresentam morfologias de pecíolos aparentemente mais semelhantes.

Palavras-chave: estrutura da comunidade, perifíton, planície de inundação, rio Paraná, Brasil.

Composition and taxonomic similarity of periphytic algal community in distinct natural substrates from the Paraná River floodplain, Brazil

ABSTRACT

Community composition of periphytic algae in different natural substrates (*Eichhornia azurea* Kunth, *Nymphaea amazonum* Martius and Zuccarini and *Oxycaryum cubense* (Poëppig and Kunth) Lye) was analysed in an semilotic environment permanently connected to the Paraná River, at the Upper Paraná River floodplain. Samples were quarterly collected from June 2008 to March 2009, from these three macrophytes which were scraped for removal of periphytic community. Limnological data from study site were concomitantly obtained. The year 2008 was characterized by the irregularity of floodpluses, water levels and hydrological periods from Paraná River. Homogenizing effect could be observed only for connected environments, such as the “Pau Véio” backwater. It was not possible to distinguish the characteristic periods of high water and low water. It was found 406 taxa of periphytic algae. The most representative classes corresponded to Bacillariophyceae, Zygnemaphyceae, Cyanobacteria and Chlorophyceae. Taxonomic similarity based on specific composition during sampled periods and substrates showed a distinction mainly among sampled months, which June/2008 differed significantly from the others. Differences in composition of periphytic algae between the substrates were not pronounced and were due mainly to *O. cubense*. *O. cubense* detained the highest species richness of periphytic algae, followed by *E. azurea*, however the mean values for this attribute were not significantly different. In regard of period, the highest richness occurred in November 2008 and March 2009. In June/2008, the class Bacillariophyceae was prevalent (predominantly represented by *Achnanthydium minutissimum*). This fact represents the greater tolerance of these algae during stressing periods, such as lack of nutrients and low temperatures occurred in June 2008, because of their greater competitive advantage towards other algal groups. November 2008 and March 2009 were characterized by the highest mean values of water levels and higher temperatures, which may have influenced the environment through the input of propagules and the establishment of a greater number of taxa during the disturbance event. Low taxonomic similarity and significant divergences in density and diversity of periphytic algal community demonstrated primarily the temporal and secondarily spatial, but less pronounced, of periphytic algae. These differences were due primarily to daily fluctuations of hydrometric levels which characterize the sampled months, consequently conferring variability to the limnological characteristics in environment. Morphology and architecture of macrophytes promote an environment with specific conditions, which secondarily influenced periphytic algae community. Architecture of *O. cubense* was probably responsible for the largest differences between periphyton communities among different substrates, because morphology of stem and leaf sheath which provides a differential microhabitat. *E. azurea* and *N. amazonum* present petiole morphologies apparently more similar.

Key words: community structure, periphyton, floodplain, Paraná River, Brazil.

1.1. Introdução

As macrófitas constituem um elemento de elevada dominância em planícies de inundação e podem afetar direta ou indiretamente os componentes abióticos e bióticos destes sistemas (Goldsborough e Robinson 1996). Consistem em importantes centros de manutenção da biodiversidade aquática (Thomaz *et al.* 2009) com destaque ao perifíton, uma vez que promovem a disponibilidade de grande área de superfície para a colonização desta comunidade (Burkholder 1996, Lowe e Pan 1996, Brix 1997, Stevenson 1997, Rodrigues *et al.* 2003, Rodrigues e Bicudo 2004, Messyasz e Kuczynska-Kippen 2006, Algarte *et al.* 2009).

Além disso, variações microestruturais nas superfícies das macrófitas contribuem para aumentar a heterogeneidade espacial do habitat (Paterson e Wright 1986, Goldsborough e Robinson 1996). Esta heterogeneidade pode refletir-se na comunidade perifítica como variações na composição de espécies, biomassa e produtividade (Stevenson 1997, Rodrigues e Bicudo 2004). Isto porque a comunidade perifítica que se desenvolve pode estar intimamente relacionada ao tecido metabolicamente ativo da macrófita, refletindo assim o microhabitat específico criado a partir desta relação (Pip e Robinson 1981).

A composição específica das algas perifíticas têm se demonstrado similar a divergente perante distintos substratos naturais, conforme apontam diversos estudos (Cattaneo e Kalff 1980, Eminson e Moss 1980, Blindow 1987, Lalonde e Downing 1991, Tesolín e Tell 1996, Cattaneo *et al.* 1998, Jones *et al.* 2000a, Albay e Akcaalan 2003, Messyasz e Kuczynska-Kippen 2006). Sugere-se que a composição, dentre outros atributos estruturais da comunidade perifítica em substratos vivos, seja produto da interação de muitas variáveis, determinada pelas características das plantas hospedeiras, do ambiente externo e do metabolismo da própria comunidade algal.

Em planícies de inundação, os pulsos de inundação ou pulsos hidrossedimentológicos, atuam como fator preponderante que age efetivamente sobre as comunidades biológicas (Junk *et al.* 1989, Neiff 1990, Ward *et al.* 1999, Ward e Tockner 2001). A estrutura e dinâmica da comunidade perifítica nestes sistemas estão sob influência deste fenômeno, conforme previamente demonstrado em estudos realizados para a planície de inundação do alto rio Paraná (Rodrigues e Bicudo 2001, 2004, Rodrigues *et al.* 2003, Fonseca e Rodrigues 2005, Algarte *et al.* 2006, 2009, Murakami *et al.* 2009). No entanto, a amostragem destes trabalhos focou-se na comunidade de algas perifíticas utilizando apenas um substrato natural, *Eichhornia azurea* Kunth.

São incipientes os estudos comparativos da composição das algas perifíticas entre diferentes substratos naturais na planície de inundação do alto rio Paraná. Para o trecho do baixo rio Paraná, este conhecimento resume-se ao trabalho de Tesolín e Tell (1996), o qual envolve a comparação da comunidade perifítica de quatro espécies de macrófitas flutuantes de um lago conectado, na Argentina.

Desta maneira, buscou-se conhecer a composição da comunidade de algas perifíticas em distintas espécies de macrófitas (morfotipos): *Eichhornia azurea* Kunth (enraizada flutuante), *Nymphaea amazonum* Martius e Zuccarini (enraizada com folhas flutuantes) e *Oxycaryum cubense* (Poeppig e Kunth) Lye (anfíbia inicialmente epífita e posteriormente enraizada). Procurou-se enfatizar a importância da diversidade de substratos como fator estruturador na composição das comunidades perifíticas deste sistema, juntamente ao macrofator pulso de inundação.

As seguintes hipóteses foram adotadas para o presente estudo: a) a composição específica de algas epifíticas de um mesmo ambiente, sob condições ambientais similares, difere entre diferentes substratos naturais (espécies de macrófitas aquáticas), num dado momento, e b) as alterações na composição específica de algas perifíticas em distintos substratos naturais estão relacionadas às alterações dos níveis hidrométricos resultante da atuação dos pulsos de inundação.

1.2. Materiais e Métodos

O ressaço do “Pau Véio” (Figura 1), onde foi desenvolvido o presente estudo, consiste num ambiente semilótico com conexão permanente ao rio Paraná. Situa-se na Ilha Mutum, na planície de inundação do alto rio Paraná, município de Porto Rico-PR, na divisa dos Estados do Paraná e Mato Grosso (22°44'S - 53°15'W). Apresenta área de 3,0 hectares, comprimento de 1.146,4 m e profundidade média de 1,8 m. A vegetação ripária compreende espécies arbustivas e herbáceas, dentre estas se destacam *Crotton* spp. e *Inga uruguayensis* Hooker e Arnott com uma transição gradual para o ambiente aquático a partir da presença de diversos estandes de macrófitas aquáticas, compostos principalmente por espécies emergentes como *Eichhornia azurea* Kunth e *Nymphaea amazonum* Martius e Zuccarini; espécies submersas como *Egeria najas* Planch e *E. densa* Planch e a epífita *Oxycaryum cubense* (Poeppig e Kunth) Lye.

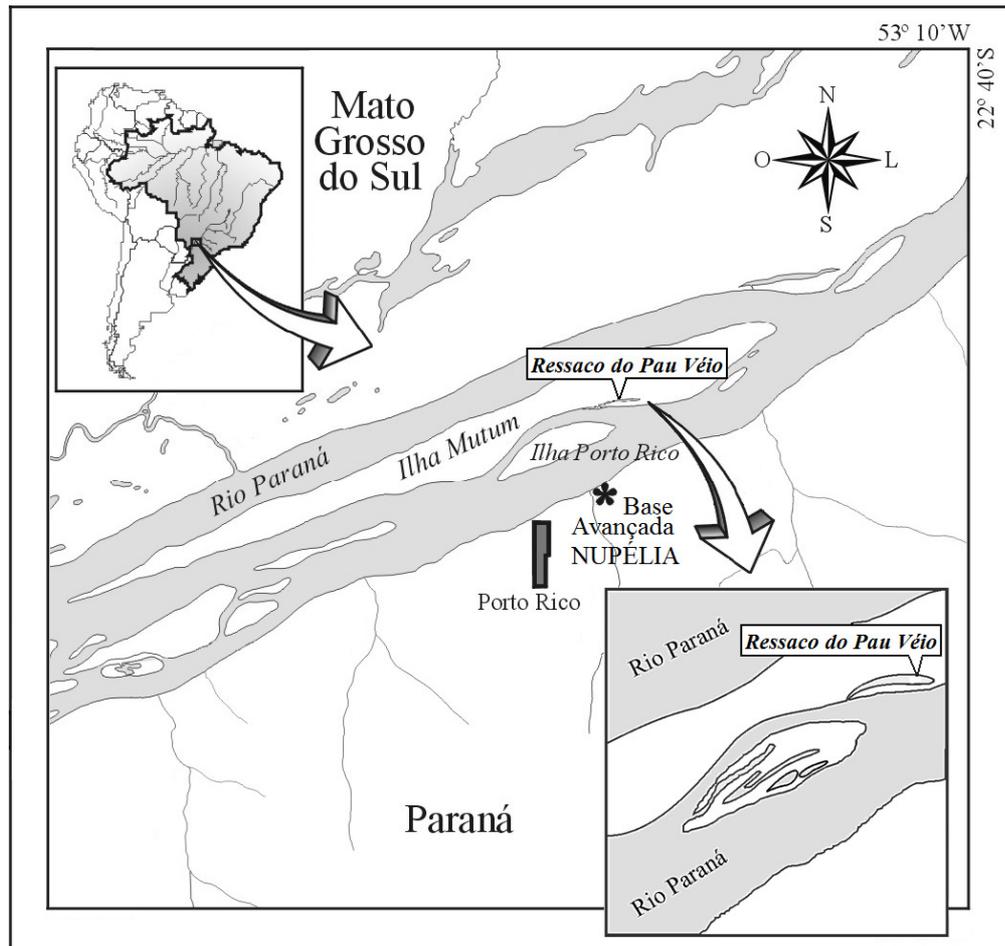


Figura 1. Localização do ressaco do “Pau Vêio” na planície de inundação do alto rio Paraná, Paraná, Brasil.

As coletas da comunidade periférica foram realizadas trimestralmente entre junho de 2008 e março de 2009. Os substratos naturais para coleta do material epifítico consistiram de pecíolos de macrófitas aquáticas em estágio adulto (conforme recomendação de Schwarzbald 1990) das seguintes espécies (e grupos ecológicos, de acordo com Irgang *et al.* 1984): *Eichhornia azurea* Kunth (emergente) e *Nymphaea amazonum* Martius e Zuccarini (flutuante fixa), além do caule de *Oxycaryum cubense* (Poepig e Kunth) Lye (epífita). Em *O. cubense* foi também amostrada a bainha foliar envolvida na região do caule. A seleção dos substratos deu-se em razão da presença dos mesmos em um mesmo banco multiespecífico sob condições ambientais similares, e em todos os períodos amostrados. Além de apresentarem características morfoestruturais semelhantes, buscou-se a padronização das metodologias de coleta e, principalmente suprir a ausência de estudos da comunidade periférica englobando os dois últimos substratos citados na planície do alto rio Paraná.

Os substratos coletados consistiram em réplicas (n=2), acondicionados em frascos de Wheaton (150 ml) borrifados com água destilada e mantidos em caixa de isopor com gelo e

posteriormente transportados ao laboratório para remoção do material perifítico. Para a remoção da comunidade perifítica do substrato, foi utilizada lâmina de aço revestida em papel alumínio com auxílio de jatos de água destilada. O material designado à análise qualitativa foi fixado em solução Transeau na proporção 1:1 conforme recomendado por Bicudo e Menezes (2006).

A análise taxonômica das algas perifíticas procedeu-se por meio da preparação de lâminas temporárias, em microscopia óptica binocular com ocular micrometrada e câmara clara acoplada, nos aumentos de 400x e 1000x (Bicudo e Menezes 2006). Os táxons encontrados foram medidos e identificados com base na bibliografia clássica e regional. O enquadramento sistemático seguiu Komárek & Anagnostidis (1986; 1989) e Anagnostidis e Komárek (1988, 1990) para a Cyanobacteria; e Round (1965, 1971) recomendado por Bicudo & Menezes (2006) para os demais táxons. Para o presente estudo, foram considerados somente os táxons encontrados na análise qualitativa que recorreram também na análise quantitativa.

A frequência de ocorrência baseou-se conforme se segue: táxons raros, com frequência de ocorrência abaixo de 10% das amostras; comuns, entre 10 - 50% de ocorrência no total de amostras; constantes, frequência de ocorrência superior a 50% e dominantes, táxons que ocorreram em todas as amostras (100% de ocorrência).

As variáveis abióticas foram levantadas concomitantemente às coletas do material biológico corresponderam a: temperatura da água e oxigênio dissolvido (Oxímetro portátil marca YSI modelo 55); pH (pHmetro portátil Digimed modelo DM2); condutividade elétrica (Conduvímeter portátil Digimed modelo DM2); alcalinidade (Método Gran); transparência da coluna d'água (disco de Secchi); turbidez (Turbidímetro portátil modelo Lamotte); materiais sólidos totais e frações inorgânicas e orgânicas; nitrogênio total e nitrato; nitrogênio amoniacal; fósforo total e fosfato. Para análise da fração dissolvida dos nutrientes e determinação de material em suspensão, procedeu-se a filtragem das amostras em filtros Whatman GF 52-C. Os dados do nível hidrométrico do rio Paraná foram obtidos pela régua referente ao Porto São José, Paraná. Os valores correspondentes as variáveis limnológicas foram cedidos pelo Laboratório de Limnologia Básica do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura - Nupélia, da Universidade Estadual de Maringá.

A composição específica das algas perifíticas foi avaliada com base na similaridade das comunidades entre os distintos substratos (*E. azurea*, *N. amazonum* e *O. cubense*) e os meses de coleta (junho, setembro e novembro de 2008 e março de 2009). Este atributo foi mensurado através da análise de agrupamento utilizando-se o critério de presença e ausência de espécies pelo Índice de Jaccard e o Teste de Mantel, a partir do programa NTSYS versão

1.5 (Rohlf 1989), e média não-ponderada (UPGMA). Os gráficos foram produzidos com auxílio do pacote Statistica 7.1 (Statsoft Inc. 2005).

1.3. Resultados

O ressaco do “Pau Véio” apresentou os valores mais elevados de temperatura da água, pH, turbidez, nitrogênio total (NT) e fósforo total (PT) em março/2009. A condutividade foi mais elevada nos meses de setembro e novembro/2008. Já as concentrações dos nutrientes fosfato (PO_4^{-3}) e nitrogênio amoniacal (NH_4^+) apresentaram maiores valores em novembro/2008 (Tabela 1).

Tabela 1. Dados abióticos obtidos no ressaco do “Pau Véio”, planície de inundação do alto rio Paraná, no período de junho de 2008 a março de 2009.

	Junho/ 2008	Setembro/ 2008	Novembro/ 2008	Março/ 2009
Temperatura (°C)	19,4	20,9	27,1	28,5
Oxigênio dissolvido (mg.L^{-1})	6,15	4,31	2,59	5,22
pH	6,83	6,55	6,62	6,91
Condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	56,7	59,3	59,9	58,8
Alcalinidade ($\mu\text{Eq L}^{-1}$)	468	457,5	387,2	410,4
Nível hidrométrico médio (m)	2,95	2,55	2,39	3,16
Transparência (Secchi) (m)	3,1	2,2	2	2,25
Turbidez (NTU)	3,33	-	2,28	3,63
Materiais sólidos totais ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	2,1	0,6	0,75	1,88
Nitrogênio total ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	227,5	368,1	495,2	1000,9
Nitrato ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	135,8	97,9	45,8	120,7
Nitrogênio amoniacal (NH_4^+)	4,9	2,6	19,3	7,26
Fósforo total ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	13,2	12,1	18,6	20,6
Fosfato ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	4,9	3,7	13,8	5,5

Para os valores de oxigênio dissolvido, alcalinidade, transparência (Secchi), materiais sólidos totais (MST), e nitrato (NO_3^-) apresentaram-se elevados em junho/2008, decrescendo no período de setembro e novembro/2008 e novamente tendendo a elevar-se no período de março/2009.

Os valores médios dos níveis hidrométricos no período de estudo variaram de 2,39 m (novembro/2008) a 3,16 m (março/2009). O ano de 2008 foi caracterizado por valores abaixo do nível de transborde de 3,5 m, sendo que foram registrados níveis acima do transborde apenas 48 dias durante o ano todo. Isto representa uma irregularidade nos períodos hidrológicos característicos de águas altas (de novembro a maio) e águas baixas (de junho a outubro), com a prevalência durante todo o ano de baixos níveis. Os níveis hidrométricos diminuíram em direção aos meses que corresponderiam às típicas águas altas. Dessa forma, não foi possível a caracterização dos períodos hidrológicos típicos de águas baixas e águas altas no ano de 2008. Em 2009, os níveis hidrométricos regularizaram-se, com a elevação dos

valores a partir de janeiro e picos acima do nível de transborde em fevereiro (entre 3,53 m e 4,65 m), contribuiu para uma melhor (Figura 2).

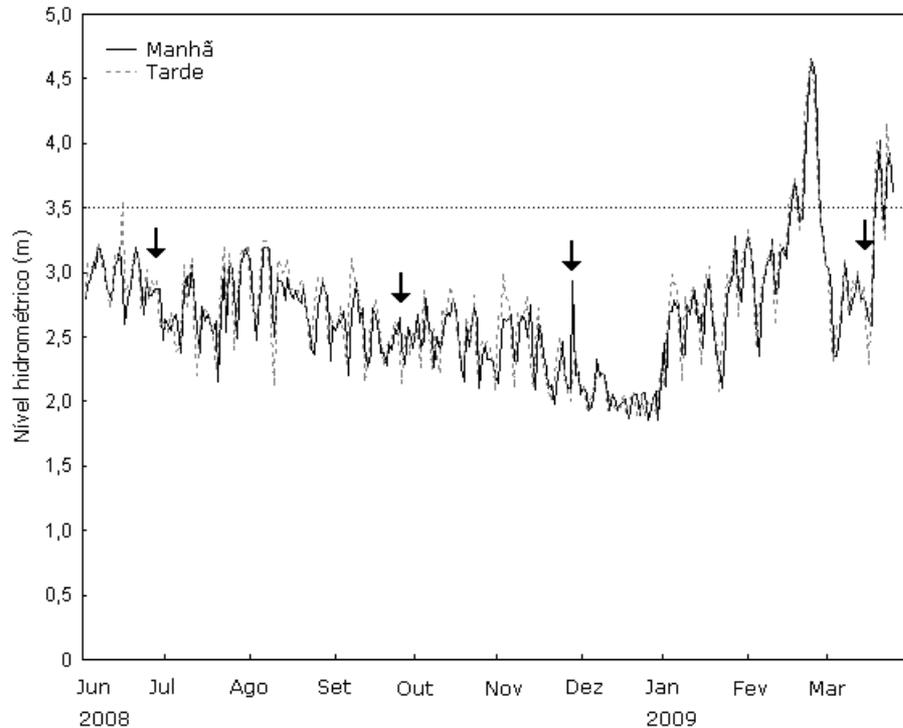


Figura 2. Níveis hidrométricos diários do rio Paraná no período de estudo (junho/2008 a março/2009), na parte da manhã e da tarde. As setas indicam os dias de coleta (28/06/2008, 29/07/2008, 28/11/2008 e 13/03/2009) e a linha tracejada demarca o nível de transborde (3,5 m).

A comunidade de algas perifíticas presente nas três diferentes espécies de macrófitas do ressaco do “Pau Véio” esteve representada por um total de 406 táxons, pertencentes a 139 gêneros e 12 classes (114 Zygnemaphyceae, 86 Bacillariophyceae, 66 Chlorophyceae, 58 Cyanobacteria, 24 Xanthophyceae, 23 Euglenophyceae, 14 Chrysophyceae, 9 Oedogoniophyceae, 7 Cryptophyceae, 3 Rhodophyceae, 1 Chlamydoephyceae e 1 Dinophyceae). Deste total, 323 táxons foram identificados em nível infragenérico. A composição específica das algas perifíticas nos três substratos durante o período de estudo está contida no Anexo III. Alguns táxons estão ilustrados no Anexo IV.

O substrato que deteve o maior número de algas perifíticas no período amostrado compreendeu *Oxycaryum cubense* (com 305 táxons) seguido por *Eichhornia azurea* (301 táxons) e *N. amazonum* (288 táxons) (Figura 3). Quanto aos meses amostrados, novembro/2008 apresentou o número mais elevado de algas perifíticas (365 táxons), seguido por março/2009 e setembro/2008 (311 e 304 táxons, respectivamente). Junho/2008 apresentou o menor número de táxons (230).

A comunidade perifítica em *E. azurea* contribuiu para os maiores números de táxons em junho e novembro/2008 e *O. cubense* em setembro/2008 e março/2009. O número de táxons de algas perifíticas em *N. amazonum* seguiu a tendência do substrato de *E. azurea*, apresentando maior valor que este apenas em setembro/2008 (Figura 4).

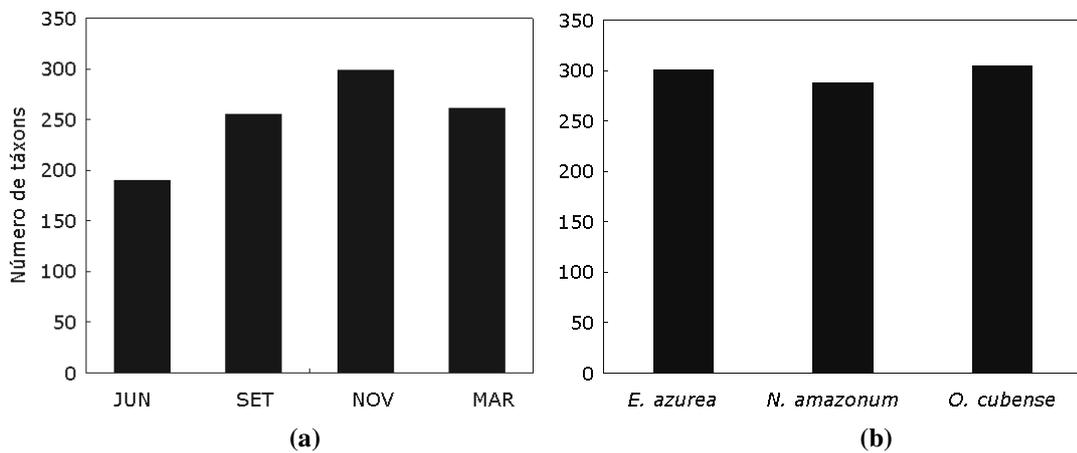


Figura 3. Total de táxons de algas perifíticas nos meses (a) (junho, setembro e novembro/2008 e março/2009) e substratos (b) amostrados (*E. azurea*, *N. amazonum* e *O. cubense*) no ressaco do “Pau Véio”, planície de inundação do alto rio Paraná.

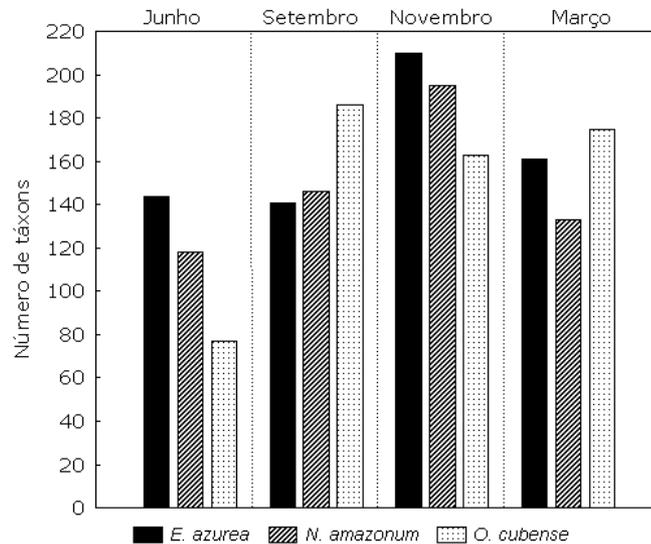
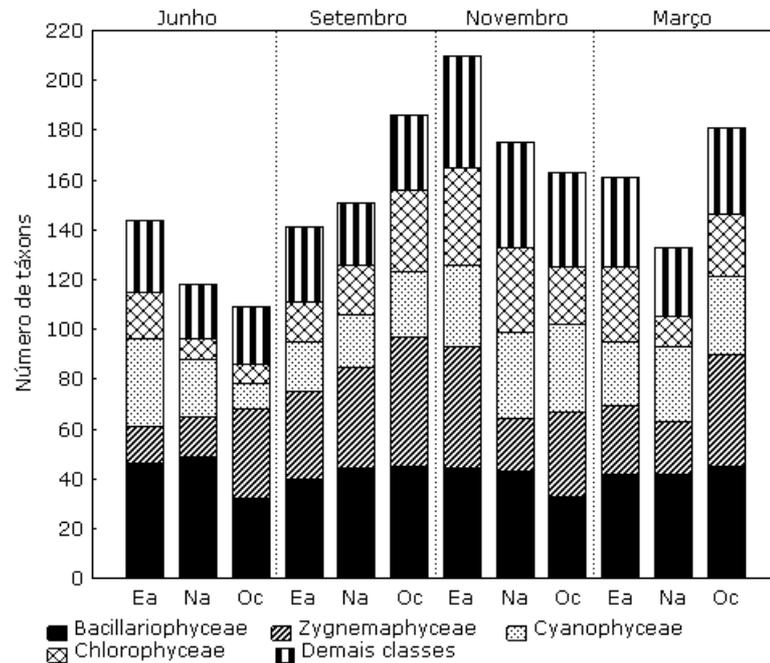


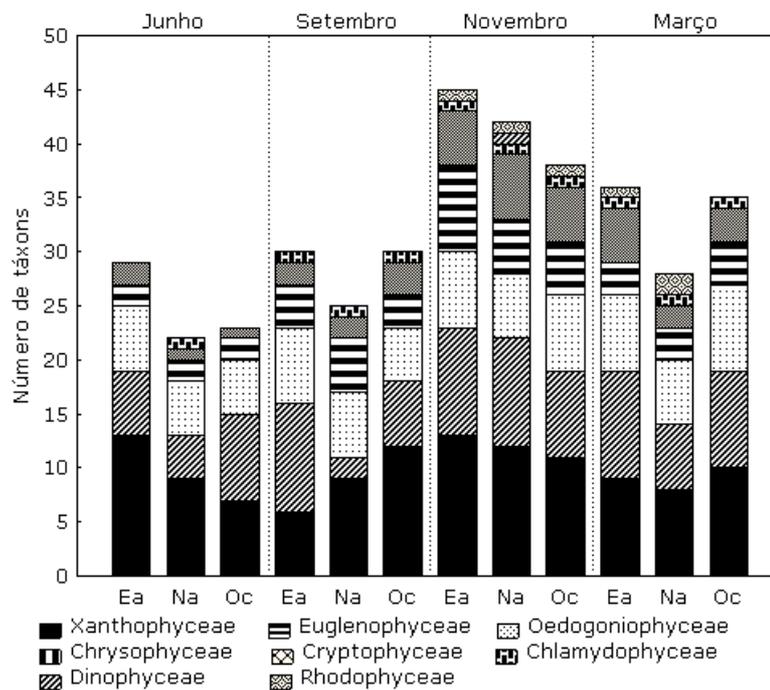
Figura 4. Número de táxons de algas perifíticas nos substratos (*E. azurea*, *N. amazonum* e *O. cubense*) e meses amostrados (junho, setembro e novembro/2008 e março/2009), no ressaco do “Pau Véio”, planície de inundação do alto rio Paraná.

Em termos de número de táxons por substrato e período (Figura 5), Bacillariophyceae correspondeu à classe mais representativa no total, seguida por Zygnemaphyceae tanto em relação ao tipo de substrato quanto aos períodos estudados. Cyanobacteria e Chlorophyceae foram as classes seguintes na ordem de maior representatividade na comunidade perifítica nos

quatro períodos e nos três substratos. Dinophyceae esteve presente apenas em *N. amazonum*. *E. azurea* foi o substrato a comportar os maiores valores de riqueza específica por classe, exceto para Bacillariophyceae, Chlamydophyceae, Dinophyceae e Rhodophyceae, com maior representatividade em *N. amazonum*; e Zygnemaphyceae com maior representatividade em *O. cubense*.



(a)



(b)

Figura 5. Número de táxons das principais (a) e demais (b) classes de algas perifíticas, nos distintos substratos (Ea = *E. azurea*; Na = *N. amazonum*; Oc = *O. cubense*) nos quatro meses (J – junho/2008; S – setembro/2008; N – novembro/2008; M – março/2009) presentes no Ressaco do “Pau Vêio”. Observar distintas escalas.

No que diz respeito a escala temporal, o maior número de táxons ocorreu em novembro/2008 (299 táxons), enquanto que em junho/2008 ocorreram apenas 190 táxons.

Setembro/2008 e março/2009 revelaram 255 e 261 táxons de algas perifíticas, respectivamente.

Quanto à frequência de ocorrência de táxons nos diferentes substratos, observou-se que os mesmos são compostos predominantemente por espécies raras a comuns (21,7% e 52%, respectivamente), e apenas algumas espécies constantes a dominantes (21,4% e 4,9%, respectivamente) (Figura 6). Zygnemaphyceae e Chlorophyceae corresponderam às classes de com maior número de táxons raros a comuns, enquanto que Bacillariophyceae foi a classe com maior constância e dominância na comunidade.

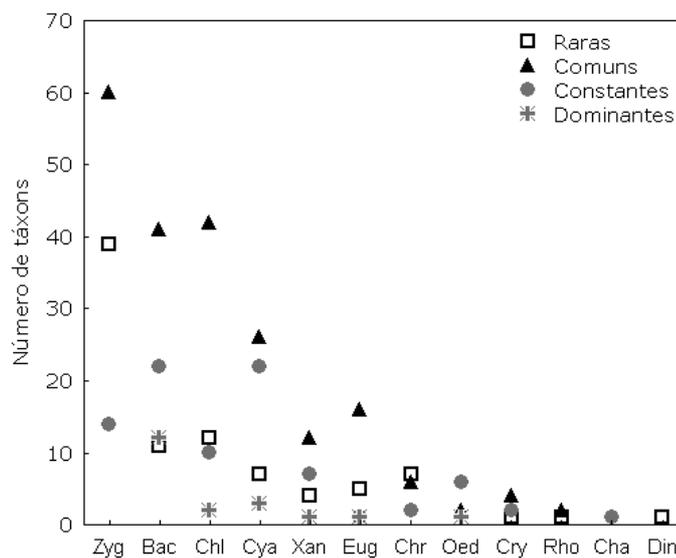


Figura 6. Frequência de ocorrência (Raras >10%; Comuns 10-50%; Constantes >50%; Dominantes = 100%) de algas na comunidade perifítica, por classe (Zyg = Zygnemaphyceae; Bac = Bacillariophyceae; Chl = Chlorophyceae; Cya = Cyanobacteria; Xan = Xanthophyceae; Eug = Euglenophyceae; Chr = Chrysophyceae; Oed = Oedogoniophyceae; Cry = Cryptophyceae; Rho = Rhodophyceae; Cha = Chlamydomphyceae; Din = Dinophyceae), no ressaço do “Pau Véio”, planície de inundação do alto rio Paraná.

Estiveram presentes em todos os períodos e nos três substratos: *Achnantheidium minutissimum*, *Cymbella affinis*, *Encyonema mesianum*, *Eunotia intermedia*, *Fragilaria capucina*, *Fragilaria tenera*, *Gomphonema brasiliense*, *Gomphonema clevei*, *Gomphonema gracile*, *Nitzschia linearis*, *Nitzschia palea* e *Ulnaria ulna* (Bacillariophyceae), *Desmodesmus brasiliensis* (Chlorophyceae), *Aphanocapsa parasitica*, *Leibleinia epiphytica* e *Leptoynghya perelegans* (Cyanobacteria), *Oedogonium* sp. (Oedogoniophyceae) e *Tetraëdriella* cf. *jovetii* (Xanthophyceae).

Em relação aos táxons ocorrentes apenas em um tipo de substrato, em *E. azurea* esse número atingiu 10,1% do total (39 táxons), enquanto que para *O. cubense* foi 9,6% e *N. amazonum*, 6,4% (Figura 7). Os maiores valores ocorreram no que diz respeito à classe

Zygnemaphyceae, principalmente em *O. cubense*. Dinophyceae, representada por *Peridinium* sp., consistiu numa classe pontualmente representada em *N. amazonum* (Anexo V).

Algumas espécies também foram características em relação a um dado período amostrado. Novembro/2008 foi o período com a ocorrência de maior número de táxons somente em um período (37,4%) (Figura 7). Dentre as classes, Zygnemaphyceae (43,4%) foi responsável pela maior parte do aparecimento de espécies novas num dado período. Os táxons pertencentes à classe Rhodophyceae aparecem em novembro/2008 e março/2009 e *Peridinium* sp. (Dinophyceae) esteve representado apenas em novembro/2008 (Anexo VI).

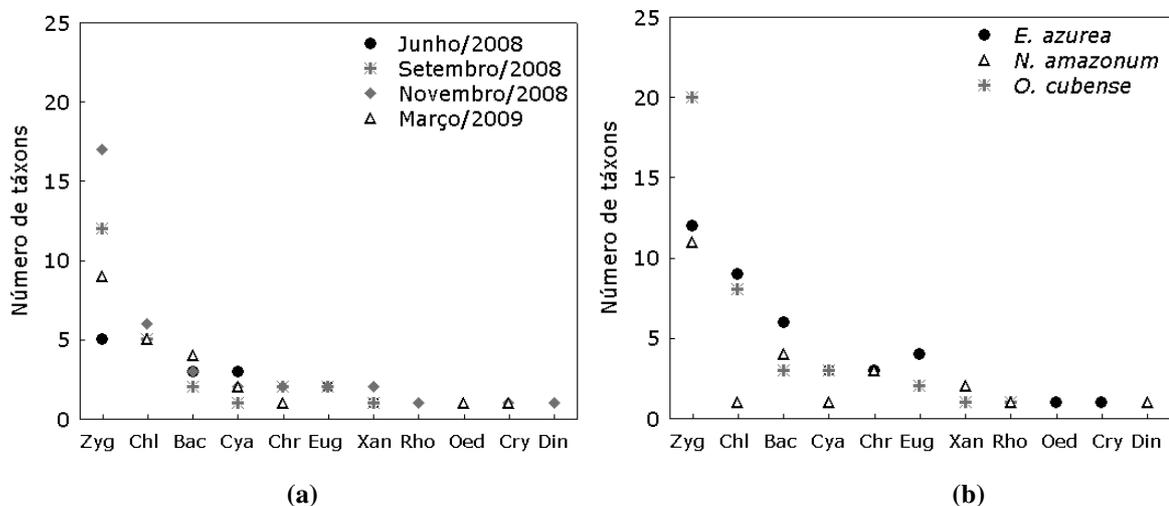


Figura 7. Número de táxons ocorrentes em cada classe (a) apenas em determinado período e (b) apenas em um tipo de substrato, na comunidade de algas perifíticas no ressaco do “Pau Véio”, planície de inundação do alto rio Paraná. Ver Figura 6 para abreviação das classes algais (Zyg = Zygnemaphyceae; Chl = Chlorophyceae; Bac = Bacillariophyceae; Cya = Cyanobacteria; Chr = Chrysophyceae; Eug = Euglenophyceae; Xan = Xanthophyceae; Rho = Rhodophyceae; Oed = Oedogoniophyceae; Cry = Cryptophyceae; Din = Dinophyceae).

As diferenças entre as comunidades perifíticas dos três substratos nos quatro períodos analisados estão sumarizadas pelo dendrograma de similaridade, baseado no índice de similaridade de Jaccard ($r = 0,77$, Teste de Mantel) (Figura 8). Os coeficientes de similaridade variaram entre 0,32 e 0,64, indicando uma baixa similaridade florística, o que sugere dissimilaridades consideráveis na composição das comunidades perifíticas nos períodos e substratos amostrados.

Estas dissimilaridades foram resultantes predominantemente da segregação temporal das comunidades, principalmente entre os meses de junho/2008 e os demais. Observou-se primeiramente a separação de dois grandes agrupamentos distintos em relação aos meses analisados. O mês de junho/2008 (J) permaneceu isolado em um primeiro grupo, enquanto que os demais permanecem em outro grupo. Este último, por sua vez, indicou uma separação

entre o mês de setembro/2008 (S) e os meses de novembro/2008 e março/2009 (N e M, respectivamente).

Num segundo momento, observou-se uma separação entre os tipos de substratos. Ocorreram dissimilaridades em um menor grau no que diz respeito principalmente entre *O. cubense* e os demais substratos. As comunidades algais perifíticas mais similares compreenderam aquelas presentes nos substratos de *E. azurea* e *N. amazonum* (EA e NA), especialmente no mês de novembro/2008.

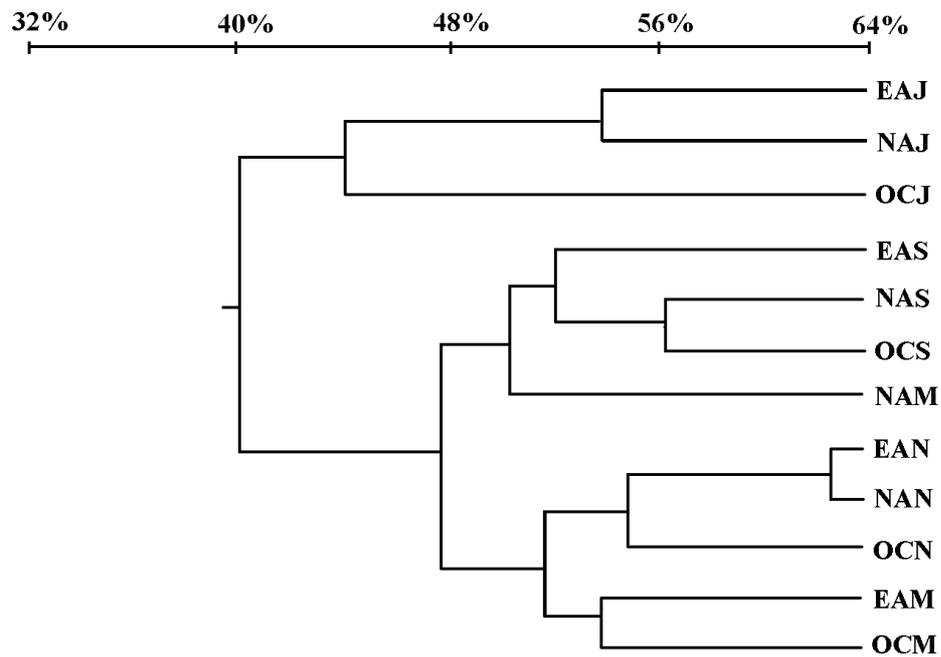


Figura 8. Dendrograma de similaridade (coeficiente de Jaccard; $r=0,77$ Teste de Mantel) da comunidade perifítica em *E. azurea* (EA), *N. amazonum* (NA) e *O. cubense* (OC) nos quatro meses amostrados, junho/2008 (J), setembro/2008 (S), novembro/2008 (N) e março/2009 (M).

1.4. Discussão

O Ressaco do “Pau Véio” esteve ricamente representado pelas algas perifíticas abrangendo os períodos e substratos amostrados. A composição e riqueza das algas perifíticas podem indicar as condições abióticas, bem como a heterogeneidade espacial e temporal em cada ambiente (Lowe e Pan 1996, Rodrigues *et al.* 2008).

A baixa similaridade taxonômica entre a comunidade perifítica nos distintos períodos amostrados evidenciou divergências temporais significativas entre as algas perifíticas do ressaco do “Pau Véio”, principalmente no mês de junho/2008. Em relação aos distintos substratos, essas diferenças foram menos pronunciadas, e deveram-se principalmente à *Oxycarium cubense*.

Estas divergências deveram-se, desta forma, primariamente às flutuações diárias dos níveis hidrométricos, que por sua vez afetam as condições limnológicas refletidas sobre as comunidades biológicas. Esta constatação surge da segregação primariamente temporal da composição da comunidade perifítica nos meses amostrados pela análise de similaridade.

Na planície de inundação do alto rio Paraná, a ocorrência de pulsos de inundação do rio Paraná - que designam períodos de cheia ou águas altas (potamofase) e seca, ou águas baixas (limnofase) - confere a esta planície um padrão de variação espacial e sazonal dos sistemas (Junk *et al.* 1989, Neiff 1990, 1996, Thomaz *et al.* 2007). Ainda, no período de águas altas, pode ser observado o efeito homogeneizador dos sistemas da planície de inundação (Thomaz *et al.* 2007).

No entanto, o ano de 2008 apresentou uma peculiaridade no regime hidrológico referente ao rio Paraná, caracterizado pela ausência de inundações características, com a predominância de pequenos pulsos ou flutuações diárias e níveis hidrométricos abaixo de 3,5 m, considerado o nível de transborde (Thomaz *et al.* 1997). Esta irregularidade esteve possivelmente relacionada à operação das barragens, especificamente do Porto Primavera, no trecho superior da região de estudo na planície (Thomaz *et al.* 1997; Souza Filho *et al.* 2004). Segundo Leandrini *et al.* (2008), a ausência de períodos de águas altas e a prevalência do período de águas baixas consistem num importante fator de seleção na distribuição, abundância e biomassa dos organismos, principalmente da comunidade perifítica. Desta forma, não foi possível designar os períodos hidrológicos típicos (águas baixas e águas altas) neste ano.

O efeito diluidor (homogeneizador) do rio Paraná sobre os habitats da planície provavelmente influenciou somente os ambientes diretamente a este conectados (Roberto *et al.* 2009), neste caso, o ressaco do “Pau Véio”. As diferenças no grau de comunicação de cada

habitat com a calha principal do rio proporcionam características limnológicas distintas a cada ambiente, o que certamente interfere na presença e distribuição dos organismos (Rodrigues *et al.* 2003, Fonseca e Rodrigues 2005).

A variabilidade temporal dos parâmetros abióticos como temperatura da água, transparência, turbidez e concentração de nutrientes, juntamente com outros - como herbivoria, alelopatia e características físicas do substrato - condicionam a composição e abundância das comunidades perifíticas (Wetzel 1983, Goldsborough e Robinson 1996, Lowe e Pan 1996, Messyasz e Kuczynska-Kippen 2006).

No entanto, não foi possível designar com exatidão qual fator ou quais requerimentos foram imprescindíveis na composição da comunidade perifítica neste período, apesar da clara diferenciação da composição específica da comunidade temporalmente. Existe, potencialmente, muitos fatores físicos e químicos que afetam o perifíton e quando esta comunidade é avaliada em um habitat que naturalmente flutua, torna-se difícil designar um único fator regulador, como discute Pizarro (1999).

No mês de junho/2008, como ressaltado anteriormente, período em que os ambientes mesmo conectados encontraram-se possivelmente sob menor influência do rio Paraná, a composição revelou-se significativamente divergente e o número total de táxons das algas perifíticas foi menor. Ainda, os resultados da similaridade taxonômica separaram significativamente este período dos demais. Cabe salientar o efeito da temperatura sobre a comunidade perifítica – fator que apresentou valores reduzidos neste período - preponderante para a estruturação do perifíton (Wetzel 1983, Denicola 1996, Murakami *et al.* 2009).

Maior número de táxons e maior porcentagem de táxons de ocorrência pontual ocorreram em novembro/2008, os quais culminaram com valores médios dos níveis hidrométricos maiores e temperaturas mais altas. Temperaturas elevadas proporcionam uma elevada riqueza de algas perifíticas na planície de inundação do alto rio Paraná (Murakami *et al.* 2009). Estes fatores podem ter influenciado o ambiente a partir de uma maior entrada propágulos e o estabelecimento de um maior número de táxons em razão do evento perturbatório e da temperatura, pela diminuição de algas dominantes na comunidade (Rodrigues e Bicudo 2001). Isto pode ser verificado, por exemplo, pelo maior número de algas da classe Zygnemaphyceae presente nesse período, além das espécies pertencentes a esta classe que ocorreram somente em junho. As desmídias são facilmente carreadas pelas correntes (Coesel 1996) e podem se distribuir através da ação das correntes e do efeito homogeneizador por vários ambientes pela planície, além de se beneficiarem em temperaturas de 25 a 30° C (Murakami *et al.* 2009).

Além disso, como representantes de maior riqueza específica no presente estudo, as desmídias estabelecem-se com maior facilidade em locais com abundantes estandes de macrófitas, porque apresentam o hábito metafítico. Desta forma, podem ser comumente encontradas no epifíton (Algarte *et al.* 2006, 2009, Murakami *et al.* 2009). Por possuírem adaptações morfofisiológicas como espinhos, processos, verrugas e mucilagem, estas características auxiliam a permanência destas algas em substratos (Camargo *et al.* 2009). Os gêneros *Staurastrum*, *Cosmarium* e *Closterium* apresentam grande número de espécies e se destacam nos ambientes aquáticos, porque são tolerantes à variação das condições limnológicas (Gough e Woelkerling 1976). Representantes de *Cosmarium* foram bem reportados no presente estudo.

A predominância da classe Bacillariophyceae ao longo de todo o período de estudo, principalmente em junho/2008, representa a maior tolerância dessas algas perante as demais classes em períodos de estresse, em razão das características *r*-estrategistas destes indivíduos, determinando uma maior vantagem competitiva perante os demais grupos algais (Biggs 1996, Rodrigues e Bicudo 2001, Fonseca e Rodrigues 2005, Algarte *et al.* 2006, 2009). Esta classe também representou a maior frequência na comunidade perifítica no período de estudo, com 12 táxons dominantes, reforçando a predominância deste grupo na planície de inundação do alto rio Paraná (Rodrigues e Bicudo 2001, Fonseca e Rodrigues 2005, Algarte *et al.* 2006, 2009). Representantes dos gêneros *Cocconeis* e *Gomphonema* são tipicamente epifíticos (Jones *et al.* 2000b) e espécies como *Cymbella affinis* e *Gomphonema clevei* foram reportadas em baixas concentrações de ortofosfato e fósforo total (Murakami *et al.* 2009). *Nitzschia palea* é referenciada como uma colonizadora comum nos ressacos da planície de inundação do alto rio Paraná (Rodrigues e Bicudo 2004). *Achnantheidium minutissimum* e *Cocconeis placentula* são espécies registradas na comunidade perifítica em ambientes temperados sob condições de elevados teores de oxigênio dissolvido e de trofia intermediária, respectivamente (Van Dam *et al.* 1994, Toporowska *et al.* 2008).

Cyanobacteria constitui um grupo de algas extremamente oportunista, representando um dos principais grupos em termos de riqueza na comunidade perifítica do ressaco. *Aphanocapsa parasitica*, *Leibleinia epiphytica* e *Leptoyngbya perelegans* foram táxons dominantes, demonstrando a grande tolerância destas algas a diferentes condições climáticas como temperatura e radiação solar (Fonseca e Rodrigues 2005). Ainda de acordo com estas autoras, a maior riqueza deste grupo no período de águas altas na comunidade perifítica se dá em razão dos diferentes níveis de recursos presentes neste período. Tais recursos incluem nutrientes eficazmente assimilados por estas algas como nitrato e amônio, presentes em

maiores concentrações neste período. Este fato foi verificado no presente estudo, nas quais as cianobactérias destacaram-se em termos de riqueza em novembro/2008 e março/2009, o qual culminaria com o período de águas altas em um ano com regularidade nos períodos hidrológicos.

A Classe Chlorophyceae esteve representada no perifíton do ressaco do “Pau Véio” principalmente por formas cocóides, em diferentes estágios reprodutivos. O maior número de táxons ocorreu em setembro e novembro/2008. Esta classe apresenta indivíduos como primeiros colonizadores em um habitat (Bicudo e Menezes 2006). Membros da ordem Chlorococcales, especialmente o gênero *Desmodesmus*, no caso do presente estudo *Desmodesmus brasiliensis*, consistiu num táxon dominante, ressaltando a grande capacidade pioneira deste grupo, especificamente da espécie, nos distintos períodos.

A despeito de serem aparentemente táxons de ocorrência rara no fitoplâncton (Bovo-Scomparin *et al.* 2005) e também no perifíton, Xanthophyceae esteve representada no perifíton do ressaco do “Pau Véio” de forma dominante por *Tetraedriella* sp. Segundo estas mesmas autoras, esta classe pode ser beneficiada em profundidades reduzidas e baixa transparência da água (elevados níveis de material em suspensão) e níveis médios de fósforo, nitrato e amônio. No presente estudo, estas condições confirmam os dados limnológicos encontrados em novembro/2008, o qual a classe Xanthophyceae apresentou maior número de táxons.

Ocorrentes em vários biótopos da planície de inundação do alto rio Paraná, representantes das classes Dinophyceae, Cryptophyceae e Rhodophyceae foram reportados em condições específicas na comunidade perifítica da planície. Dinophyceae é tipicamente registrada em ambientes conectados (ressacos), Cryptophyceae em ambientes lênticos e representantes de Rhodophyceae ocorrem em abundância nos ambientes lóticos. A presença destes grupos no ressaco em determinados períodos, especificamente em novembro/2008, pode representar o efeito homogeneizador e o carreamento de propágulos do rio Paraná aos ambientes da planície.

Não foram observados estágios férteis dos indivíduos pertencentes aos gêneros *Oedogonium*, *Bulbochaete* (Oedogoniophyceae) e *Spyrogyra* (Zygnemaphyceae), desta forma, permaneceram identificados em nível genérico. Um táxon pertencente à Oedogoniophyceae (*Oedogonium* sp.) foi reportado de maneira dominante no período de estudo. Estas algas merecem atenção por proverem substrato adicional para colonização de outras algas, como diatomáceas e crisofíceas (observação pessoal). Além de que, as oedogoniófitas são algas tipicamente de hábito perifítico, competidoras eficientes por

recursos como luz e espaço, e podem estar relacionadas à altas concentrações de nutrientes e condutividade elétrica (Cavati e Fernandes 2008). Representantes dos gêneros *Mallomonas* (Chrysophyceae), os quais devem ser observados em microscopia eletrônica para identificação específica (Bicudo e Menezes 2006), também permaneceram identificados em nível genérico.

Estas observações reforçam as características ambientais, no caso do presente estudo as flutuações diárias nos níveis hidrométricos e as condições limnológicas decorrentes, como característica preponderante na variabilidade temporal das algas perifíticas nos distintos substratos no ambiente de estudo. A influência dos efeitos diretos e indiretos dos pulsos de inundação, do regime hidrológico e da variação dos níveis hidrométricos - como fatores controladores das comunidades algais - foi anteriormente verificado em estudos realizados sobre o perifíton, nesta planície (Rodrigues e Bicudo 2001, Rodrigues *et al.* 2003, 2004, Fonseca e Rodrigues 2005, Algarte *et al.* 2006, 2009, Murakami *et al.* 2009, Murakami e Rodrigues 2009). O presente estudo providencia informações adicionais que corroboram estes dados, através da distinção da composição da comunidade de algas perifíticas nos distintos períodos amostrados, resultante do regime hidrodinâmico do rio Paraná e sua influência sobre os ambientes conectados a este. Além das flutuações diárias dos níveis hidrométricos e da variação das condições limnológicas.

Em um segundo nível, a composição das algas perifíticas diferiu espacialmente, de acordo com o tipo de substrato as quais epifitaram, de um modo menos pronunciado mas não menos importante. Verifica-se a influência dos fatores físicos dos substratos na estruturação das comunidades algais.

A morfologia e arquitetura das macrófitas refletem-se nos próprios organismos associados, além da microestrutura da superfície da planta e a densidade do banco de macrófitas (Pip e Robinson 1981). Estas características inerentes às macrófitas promovem um microambiente com condições específicas, por contribuir com a elevação da heterogeneidade espacial (estrutura em mosaico da vegetação) e com a disponibilização de novos nichos ecológicos. Por sua vez, favorecem o desenvolvimento e seletividade de habitat e dos organismos associados (Messyasz e Kuczynska-Kippen 2006).

A arquitetura e superfície dos pecíolos das macrófitas atuam de forma relevante no caso das plantas emergentes, conforme discutem Laugaste e Reunanen (2005). Segundo estes mesmos autores, plantas com outros hábitos de vida e morfotipos podem apresentar espaço suficiente para o metafíton entre ramificações se presentes, portanto, a flora epifítica mais rica. Isso pode ser observado no presente estudo, no qual o substrato provido por *O. cubense*

apresentou maior riqueza de algas perifíticas. Dada a morfologia mais complexa e hábito de vida diferenciados das demais macrófitas emergentes analisadas (*E. azurea* e *N. amazonum*).

Assim, as características físicas de *O. cubense* provavelmente foram responsáveis pelas diferenças entre as comunidades perifíticas dentre os distintos substratos, já que *E. azurea* e *N. amazonum* apresentam morfologia estrutural de pecíolos aparentemente semelhantes. Em relação à morfologia de *O. cubense*, ocorre na parte proximal da folha uma bainha que envolve parte do caule e que termina no limbo foliar. Assim, juntamente, o caule da planta e a bainha com o limbo foliar proporcionaram um microhabitat diferenciado para a colonização às algas perifíticas beneficiando principalmente as formas mais frouxamente aderidas (Zygnemaphyceae) (Rodrigues e Bicudo 2004). A colonização ocorrerá mais facilmente onde os propágulos são depositados e podem permanecer sem distúrbio por um período suficiente para o seu estabelecimento (Paterson e Wright 1986).

A enervação paralela das folhas também pode contribuir na microtopografia da macrófita para a estruturação das algas perifíticas associadas. Superfícies rugosas representam um fator importante por facilitar a aderência e o estabelecimento das algas (Brown 1976). Isso porque um aumento da heterogeneidade espacial na superfície como um todo resulta em microhabitats que podem ser colonizados por determinadas espécies (Paterson e Wright 1986). Outros estudos revelam a importância da estrutura vegetal na distribuição e composição da comunidade epifítica os quais podem ser destacados Pip e Robinson (1981), Lalonde e Downing (1991), Cattaneo *et al.* (1998), Albay e Akcaalan 2003, Comte *et al.* (2005). De acordo com os resultados do presente estudo, pode se ressaltar a importância não somente das características físicas dos substratos, mas também da diversidade destes para a composição das algas perifíticas. Como um importante fator estruturador da comunidade, perante determinadas condições ambientais, este fato corrobora as afirmações de Murakami *et al.* (2009).

No presente estudo, muitos táxons ocorreram apenas em *N. amazonum* ou *O. cubense*. Entretanto, alguns deles foram registrados na comunidade perifítica de *E. azurea* em estudos anteriores na planície (Rodrigues e Bicudo 2001, Fonseca e Rodrigues 2005, Algarte *et al.* 2006). São eles: *Achnanthidium exiguum*, *Aulacoseira granulata*, *Navicula mutica*, *Sellaphora pupula* (Bacillariophyceae); *Closteriopsis longissima*, *Desmodesmus spinosus*, *Dimorphococcus lunatus*, *Scenedesmus acuminatus*, *Scenedesmus ovalternus* (Chlorophyceae); *Hapalosiphon arboreus*, *Nostoc muscorum*, *Oscillatoria subbrevis* (Cyanobacteria); *Trachelomonas armata* (Euglenophyceae); *Ophiocytium cochleare* (Xanthophyceae); *Closterium leibleinii*, *Cosmarium humile*, *C. impressulum*, *C.*

margaritatum, *C. norimbergense*, *Desmidium swartzii*, *Euastrum elegans*, *E. gayanum*, *Gonatozygon monotaenium*, *Hyalotheca dissilens*, *Pleurotaenium ehrenbergii*, *Staurastrum leptocladum* e *S. tetracerum* (Zygnemaphyceae).

Todavia, conforme discussões em Cattaneo e Kalff (1979) e Jones *et al.* (2000a), existe ainda uma considerável controvérsia sobre os fatores que determinam na composição da comunidade perifítica, principalmente no que diz respeito a influência seletiva do tipo e forma do substrato. Em relação à composição de espécies em distintos substratos conforme avaliou o presente estudo, é preferível deixar abertas e discutíveis possíveis questões acerca da seletividade do substrato e a validade da comparação dos substratos naturais, como já afirmado por Schwarzbald (1990). Isto porque foi verificada uma influência secundária do substrato sobre a composição da comunidade de algas perifíticas no ressaco do “Pau Véio”, sendo que esta influência foi provavelmente aliada aos demais fatores ambientais. Ainda, atenta-se ao elevado número de táxons comuns entre os três substratos, tanto no presente estudo, como em comparações a estudos anteriores.

Com base ainda nas observações, acredita-se o tipo de comunidade eventualmente estabelecida respondeu de forma peculiar a exata situação em que ocorreu (Pip e Robinson 1981). A arquitetura e microestrutura da macrófita são tão importantes quanto qualquer outra contribuição ativa da planta para as diferenças na composição e abundância da comunidade perifítica. No entanto, a variabilidade das características ambientais constituiu fator determinante na composição da comunidade de algas perifíticas do presente estudo (Cattaneo *et al.* 1998, Jones *et al.* 2000a).

Conclui-se, desta forma, que a comunidade perifítica em *E. azurea*, *N. amazonum* e *O. cubense* apresentou a composição algal divergente em um primeiro nível temporalmente, o que posteriormente acarretou na diferenciação dos substratos amostrados. Estas variações temporais remeteram-se às variações ou flutuações diárias dos níveis hidrométricos, dependendo, portanto, do período em que ocorreram as amostragens. Uma vez que não houve uma segregação temporal típica dos períodos hidrológicos (águas altas e águas baixas) no ressaco do “Pau Véio” no ano de 2008, a segunda hipótese não pode ser confirmada. A diferenciação entre os substratos surge principalmente entre *O. cubense* e os demais, provavelmente em razão da morfologia e arquitetura do substrato, e o próprio hábito de vida desta macrófita. Confirma-se, parcialmente, a primeira hipótese, e atenta-se assim para as características físicas do substrato como importante fator estruturador da composição das algas perifíticas, no entanto, perante as variações das características ambientais.

Agradecimentos - Esta pesquisa está inserida no Projeto PELD – Pesquisas Ecológicas de Longa Duração/CNPq “A Planície Alagável do Alto Rio Paraná”- Site 6. As autoras agradecem à CAPES pela concessão de bolsa científica e aos profissionais do NUPÉLIA (Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura) pelo auxílio no desenvolvimento do trabalho.

Referências

- Albay, M., Akcaalan, R., 2003. Comparative study of periphyton colonisation on common reed (*Phragmites australis*) and artificial substrate in shallow lake Manyas, Turkey. *Hydrobiologia* 506, 531–540.
- Algarte, V.M., Moresco, C., Rodrigues, L., 2006. Algas do perifíton de distintos ambientes na planície de inundação do alto rio Paraná. *Acta Scientiarum* 28, 243-251.
- Algarte, V.M., Siqueira, N.S., Murakami, E.A., Rodrigues, L., 2009. Effects of hydrological regime and connectivity on the interannual variation in taxonomic similarity of periphytic algae. *Brazilian Journal of Biology* 62(2, suppl.): 606-616.
- Anagnostidis, K., Komárek, J., 1988. Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 3: Oscillatoriales. *Algological Studies* 80, 327-472.
- Anagnostidis, K., Komárek, J., 1990. Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 5: Stigonematales. *Algological Studies* 59, 1-73.
- Bicudo, C.E.M., Menezes, M., 2006. Gênero de algas de águas continentais do Brasil. Chave para identificação e descrição. Rima, São Carlos.
- Biggs, B.J.F., 1996. Patterns in benthic algal of streams. In: Stevenson, R.J., Bothwell, M.L., Lowe, R.L. (Eds.), *Algal ecology, Freshwater benthic ecosystems*. Academic Press, San Diego, pp. 31-56.
- Blindow, I., 1987. The composition and density of epiphyton on several species of submerged macrophytes - the neutral substrate hypothesis tested. *Aquatic Botany* 29, 157-168.
- Bovo-Scomparin, V.M., Borges, P.A.F, Train, S., Rodrigues, L.C., 2005. Xanthophyceae planctônicas da planície de inundação do alto rio Paraná. *Acta Scientiarum (Biological Sciences)* 27(1), 9-20.
- Brix, H., 1997. Do macrophytes play a role in constructed treatment wetlands? *Water Science and Technology* 35 (5), 11-17.
- Brown, H.D., 1976. A comparison of the attached algal communities of natural and an artificial substrate. *Journal of Phycology* 12, 301-106.

- Burkholder, J.M., 1996, Interactions of benthic algae with their substrata. In: Stevenson, R.J., Bothwell, M.L., Lowe, R.L. (Eds.), Algal ecology, Freshwater benthic ecosystems. Academic Press, San Diego, pp. 253-298.
- Camargo, J.C., Loverde-Oliveira, S.M., Sophia, M.G., Nogueira, F.M.B., 2009. Desmídias perifíticas da baía do Coqueiro, Pantanal Matogrossense - Brasil. *Iheringia* 64(2), 2009.
- Cattaneo, A., Kalff, J., 1979. Primary production of algae growing on natural and artificial aquatic plants: A study of interactions between epiphytes and their substrate. *Limnology and Oceanography* 24(6), 1031-1037.
- Cattaneo, A., Kalff, J., 1980. The relative contribution of aquatic macrophytes and their epiphytes to the production of macrophyte beds. *Limnology and Oceanography* 25, 280-289.
- Cattaneo, A., Galanti, G., Gentinetta, S., Romo, S., 1998. Epiphytic algae and macroinvertebrates on submerged and floating-leaved macrophytes in an Italian lake. *Freshwater Biology* 39, 725-740.
- Cavati, B., Fernandes, V.O., 2008. Algas perifíticas em dois ambientes do baixo rio Doce (lagoa Juparanã e rio Pequeno – Linhares, Estado do Espírito Santo, Brasil): variação espacial e temporal. *Acta Scientiarum* 30(4), 439-448.
- Coesel, P.F.M., 1996. Biogeography of desmids. *Hydrobiologia* 336, 41-53.
- Comte, K., Fayolle, S., Roux, M., 2005. Quantitative and qualitative variability of epiphytic algae on one Apiaceae (*Apium nodiflorum* L.) in a karstic river (Southeast of France). *Hydrobiologia* 543(1), 37-53.
- Denicola, D.M., 1996. Periphyton responses to temperature. In: Stevenson, R.J., Bothwell, M.L., Lowe, R.L. (Eds.), Algal ecology, Freshwater benthic ecosystems. Academic Press, San Diego, pp. 149-181.
- Eminson, D.F., Moss, B., 1980. The composition and ecology of periphyton communities in freshwaters. I. The influence of the host type and external environment on community composition. *British Phycological Journal* 15, 429-446.
- Fonseca, I.A., Rodrigues, L., 2005. Comunidade de algas perifíticas em distintos ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná. *Acta Scientiarum* 27(1), 21-28.
- Goldsborough, L.G., Robinson, G.G.C., 1996. Pattern in wetlands. In: Stevenson, R.J., Bothwell, M.L., Lowe, R.L. (Eds.), Algal ecology, Freshwater benthic ecosystems. Academic Press, San Diego, pp. 78-117.

- Gough, S.B., Woelkerling, W.J., 1976. Wisconsin desmids. II. Aufwuchs and plankton communities of selected soft water lakes, hard water lakes and calcareous spring ponds. *Hydrobiologia* 49, 3-25.
- Gross, E.M., Feldbaum, C., Graf, A., 2003. Epiphyte biomass and elemental composition on submersed macrophytes in shallow eutrophic lakes. *Hydrobiologia* 506-509, 559-565.
- Irgang, B.E., Pedralli, G. & Walchter, J.I., 1984. Macrófitos aquáticos da Estação Ecológica do Taim, Rio Grande do Sul, Brasil. *Roessleria* 6, 395-404.
- Jones, J.I., Moss, B., Eaton, J.W., Young, J.O., 2000a. Do submerged aquatic plants influence periphyton community composition for the benefit of invertebrate mutualists? *Freshwater Biology* 43, 591-604.
- Jones, J.I., Eaton, J.W., Hardwick, K., 2000b. The influence of periphyton on boundary layer conditions: a pH microelectrode investigation. *Aquatic Botany* 67, 191-206.
- Junk, W.J., Bayley, P.B., Sparks, R.E., 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 106, 110-127.
- Komárek, J., Anagnostidis, K., 1986. Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 2: Chroococcales. *Algological Studies* 43, 157-226.
- Komárek, J., Anagnostidis, K., 1989. Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 4: Nostocales. *Algological Studies* 82, 247-345.
- Lalonde, S., Downing, J.A., 1991. Epiphyton biomass is related to lake trophic status, depth, and macrophyte architecture. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48, 2285-2291.
- Laugaste R., Reunanen, M., 2005. The composition and density of epiphyton on some macrophyte species in the partly meromictic Lake Verevi. *Hydrobiologia* 547, 137-150.
- Leandrini, J., Fonseca, I.A., Rodrigues, L., 2008. Variation in algal periphyton biomass in the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 68(4), 14-37.
- Lowe, R.L., Pan, Y., 1996. Periphyton patterns in lakes. In: Stevenson, R.J., Bothwell, M.L., Lowe, R.L. (Eds.), *Algal ecology, Freshwater benthic ecosystems*. Academic Press, San Diego, pp. 57-77.
- Messyasz, B., Kuczynska-Kippen, N., 2006. Periphytic algal communities: a comparison of *Typha angustifolia* L. and *Chara tomentosa* L. beds in three shallow lakes (West Poland). *Polish Journal of Ecology* 54(1), 15-27.
- Murakami, E.A., Bicudo, D.C., Rodrigues, L., 2009. Periphytic algae of the Garças Lake, upper Paraná River floodplain: comparing the years 1994 and 2004. *Brazilian Journal of Biology* 69 (2, suppl.), 459-468.

- Neiff, J.J., 1990. Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. *Interciencia* 15(6), 424-441.
- Neiff, J.J., 1996. Large rivers of South America: toward the new approach. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 26, 167-180.
- Paterson, D.M., Wright, S.J.L., 1986. The epiphyllous algal colonization of *Elodea canadensis* Michx.: community structure and development. *New Phytologist* 103(4), 809-819.
- Pip, E., Robinson, G.G.C., 1981. A comparison of algal periphyton composition on eleven species of submerged macrophytes. *Hydrobiological Bulletin* 18(2), 109-118.
- Pizarro, A., 1999. Periphyton biomass on *Echinochloa polystachya* (H.B.K.) Hitch. of a lake of the Lower Paraná River floodplain, Argentina. *Hydrobiologia* 397, 227-239.
- Roberto, M.C., Santana, N.F., Thomaz, S.M., 2009. Limnology in the Upper Paraná River floodplain: large-scale spatial and temporal patterns, and the influence of reservoirs. *Brazilian Journal of Biology* 69(2, Suppl.), 717-725.
- Rodrigues, L., Bicudo, D.C., 2001. Similarity among periphyton algal communities in a lentic-lotic gradient of the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Botany* 24, 235-248.
- Rodrigues, L., Bicudo, D.C., 2004. Periphytic algae. In: Thomaz, S.M., Agostinho, A.A., Hahn, N.S. (Eds.), *The upper paraná river and its floodplain - physical aspects, ecology and conservation*. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 126-143.
- Rodrigues, L., Bicudo, D.C., Moschini-Carlos, V., 2003. O papel do perifíton em áreas alagáveis e nos diagnósticos ambientais. In: Thomaz, S.M., Bini, M.L. (Eds.), *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá, Eduem, pp. 211-230.
- Rodrigues, L., Zanon, J.E., Biolo, S., Carapunarla, L., 2008. A planície alagável do rio Paraná: estruturas e processos ambientais, Perifíton. 2008. Relatório Técnico-Científico do Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração, PELD, CNPq. Disponível em: <<http://www.peld.uem.br/Relat2008/pdf/Capitulo04.pdf>>. Acesso em 10 abr. 2010.
- Rohlf, F.J., 1989. NTSYS-PC. Numerical taxonomy and multivariate analysis system, version 1.50. Exeter Publ. Ltd., New York.
- Schwarzbald, A., 1990. Métodos Ecológicos Aplicados ao Estudo do Perifíton. *Acta Limnologica Brasiliensia* 3, 545-592.
- Souza-Filho, E.E., Rocha, P.C., Comunello, E., Stevaux, J.C., 2004. Effects of the Porto Primavera dam on physical environment of the downstream floodplain. In: Thomaz, S.M.,

- Agostinho, A.A.m Hahn, N.S. (Eds.), The upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation. Backhuys Publishers, The Netherlands, pp. 55-74.
- Statsoft Inc., 2005. Statistica (data analysis software system) version 7.1. Disponível em <www.statsoft.inc>. Acesso em: 01 fev. 2010.
- Stevenson, R.J., 1997. Scale-Dependent Determinants and Consequences of Benthic Algal Heterogeneity. *Journal of the North American Benthological Society* 16(1), 248-262.
- Tesolín, G., Tell, G., 1996. The epiphytic algae on floating macrophytes of a Paraná River floodplain lake. *Hydrobiologia* 333, 111-120.
- Toporowska, M., Pawlik-Skowrońska, B., Wotjal, A.S., 2008. Epiphytic algae on *Stratiotes aloides* L., *Potamogeton lucens* L., *Ceratophyllum demersum* L. and *Chara* spp. in a macrophyte-dominated lake. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 37(2), 51-63.
- Thomaz, S.M., Roberto, M.C., Bini, L.M., 1997. Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. In: A planície de inundação do alto rio Paraná. Vazzoler, A.E.A.M., Agostinho, A.A., Hahn, N.S. (Eds.), Eduem, Maringá, pp. 73-102.
- Thomaz, S.M., Bini, L.M., Bozelli, R.L., 2007. Floods increase similarity among aquatic habitats in river-floodplain systems. *Hydrobiologia* 579(1), 1-13.
- Thomaz, S.M., Carvalho, P., Padial, A.A., Kobayashi, J.T., 2009. Temporal and spatial patterns of aquatic macrophyte diversity in the Upper Paraná River floodplain. *Brazilian Journal of Biology* 69(2, suppl), 617-625.
- Van Dam H., Mertens A., Sinkeldam J., 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands, *Neth. J. Aquat. Ecol.*, 28(1): 117-33.
- Ward, J.V., Tockner, K., Schiemer, F., 1999. Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones and connectivity. *Regulated Rivers: Research and Management* 15(15), 125-139.
- Ward, J.V., Tockner, K., 2001. Biodiversity: Toward a unifying theme for river ecology. *Freshwater Biology* 46, 807-819.
- Wetzel, R.G., 1983. Opening Remarks. In: Wetzel, R.G. (Eds.), *Periphyton of Freshwater Ecosystems*. Dr. W. Junk Publishers, The Netherlands, pp. 339- 346.

CAPÍTULO II

Algas perifíticas (exceto Bacillariophyceae) em distintos substratos naturais de um ambiente semilótico, planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil

Título resumido: Algas perifíticas (exceto Bacillariophyceae) em distintos substratos naturais

ABSTRACT – (Periphytic algae (except Bacillariophyceae) in different substrates of a semilotic environment from the Upper Paraná River floodplain, Brazil). The purpose of this study was the taxonomy of dominant periphytic algae (except Bacillariophyceae) of three natural substrates, the macrophytes *Eichhornia azurea* Kuth, *Nymphaea amazonum* Martius and Zuccarini and *Oxycaryum cubense* (Poeppig and Kunth) Lye in a semilotic environment (the “Pau Véio” backwater) at the Paraná River floodplain. It was considered only those taxa with a frequency of occurrence over 75% of all samples, excepting diatoms. The total of 31 taxa were illustrated, measured and identified at species level, under optical microscopy coupled with light camera. A total of 31 taxa were described, distributed in classes: Chlorophyceae (3), Cryptophyceae (1), Cyanobacteria (14 taxa), Zygnemaphyceae (7), Euglenophyceae (2) and Xanthophyceae (4). Twenty-three taxa consisted of taxonomic first quote for the upper Paraná River floodplain: Twenty-three taxa are first taxonomic citations for the Upper Paraná River floodplain: *Chamaesiphon investiens* var. *investiens*, *Geitleribactron subaequale*, *Chroococcus limneticus*, *C. minimus*, *C. minor*, *Aphanothece microscopica*, *Phormidium molle*, *Leptolyngbya angustissima*, *L. foveolarum* and *Pseudanabaena frigida* (Cyanobacteria); *Characium ensiforme*, *C. ornithocephalum* and *Desmodesmus brasiliensis* (Chlorophyceae); *Cosmarium abbreviatum* var. *abbreviatum*, *C. bireme*, *C. pseudopyramidatum*, *C. subadoxum*, *C. trilobulatum* var. *trilobulatum*, *Gonatozygon pilosum* and *Staurastrum forficulatum* (Zygnemaphyceae); *Trachelomonas*

hispid var. *hispid* (Euglenophyceae); *Cryptomonas tenuis* (Cryptophyceae) and *Characiopsis sphagnicola* (Xanthophyceae).

Key words - connected lake, floodplain, periphyton, taxonomy

RESUMO – (Algas perifíticas (exceto Bacillariophyceae) em distintos substratos naturais de um ambiente semilótico, planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil). Constituiu o objetivo deste estudo a taxonomia das algas perifíticas (exceto Bacillariophyceae) dominantes em três substratos naturais, as macrófitas *Eichhornia azurea* Kuth, *Nymphaea amazonum* Martius e Zuccarini e *Oxycaryum cubense* (Poeppig e Kunth) Lye, em um ambiente semilótico (ressaco do “Pau Véio”), na planície de inundação do alto rio Paraná. Considerou-se apenas os táxons com frequência de ocorrência acima de 75% das amostras, excetuando-se as diatomáceas. Foram ilustrados, medidos e identificados em nível específico, em microscopia óptica com câmara clara acoplada. O total de 31 táxons foi descrito, distribuídos nas classes: Chlorophyceae (3), Cryptophyceae (1), Cyanobacteria (14 taxa), Zygnemaphyceae (7), Euglenophyceae (2) e Xanthophyceae (4). Vinte e três táxons consistiram em primeiras citações taxonômicas para a planície do alto rio Paraná: *Chamaesiphon investiens* var. *investiens*, *Geitleribactron subaequale*, *Chroococcus limneticus*, *C. minimus*, *C. minor*, *Aphanothece microscopica*, *Phormidium molle*, *Leptolyngbya angustissima*, *L. foveolarum* e *Pseudanabaena frigida* (Cyanobacteria); *Characium ensiforme*, *C. ornithocephalum* e *Desmodesmus brasiliensis* (Chlorophyceae); *Cosmarium abbreviatum* var. *abbreviatum*, *C. bireme*, *C. pseudopyramidatum*, *C. subadoxum*, *C. trilobulatum* var. *trilobulatum*, *Gonatozygon pilosum* e *Staurastrum forficulatum* (Zygnemaphyceae); *Trachelomonas hispida* var. *hispida* (Euglenophyceae); *Cryptomonas tenuis* (Cryptophyceae) e *Characiopsis sphagnicola* (Xanthophyceae).

Palavras-chave - lagoa conectada, perifíton, planície alagável, taxonomia

2.1. Introdução

A variabilidade temporal e espacial da comunidade perifítica tem sido atribuída a diversos fatores, como fluxo da água, temperatura, sazonalidade, características limnológicas do ambiente aquático dentre as quais se destacam a concentração de nutrientes; bem como as relações bióticas, principalmente a alelopatia e a herbivoria (Wetzel 1983, Lowe & Pan 1996, Messyasz & Kuczynska-Kippen 2006). Messyasz & Kuczynska-Kippen (2006) ainda ressaltam as características físicas do substrato que incluem a arquitetura específica de cada macrófita e a morfologia estrutural provida por uma macrófita em particular.

As alterações na composição taxonômica da comunidade perifítica podem ter um grande significado ecológico, tanto no fluxo de energia, na ciclagem de nutrientes dentre outros processos inerentes aos ecossistemas em planícies de inundação (McCormick *et al.* 1998). A composição taxonômica das algas é uma valiosa ferramenta para o conhecimento da integridade biótica e auxilia no desenvolvimento de diagnósticos das causas diretas e indiretas dos problemas ambientais (Stevenson & Smol 2003).

Assim, grupos predominantes de algas na comunidade perifítica em determinados ecossistemas podem refletir as características bióticas e abióticas prevalentes no ambiente aquático (Pip & Robinson 1981, Felisberto *et al.* 2001). Desta forma, é de fundamental importância o conhecimento taxonômico das algas perifíticas em estudos ecológicos. Para a planície de inundação do alto rio Paraná, a informação taxonômica das algas perifíticas, em literatura, consta em apenas duas publicações: Fonseca & Rodrigues (2005a) realizaram o levantamento das cianobactérias de dois ambientes lênticos, a partir da análise da comunidade perifítica presente no substrato *Eichhornia azurea* Kunth; S. Biolo & L. Rodrigues (submetido) descreveram, na comunidade perifítica da macrófita *Ricciocarpus natans* (L.) Corda, os táxons pertencentes às classes Xanthophyceae e Euglenophyceae em um ambiente semilótico da planície.

Outros registros de algas na comunidade perifítica para a planície de inundação do alto rio Paraná podem ser encontrados em listagens de trabalhos de cunho ecológico (Rodrigues & Bicudo 2001, Fonseca & Rodrigues 2005b, Algarte *et al.* 2006, Rodrigues *et al.* 2008). O presente trabalho traz uma abordagem complementar de uma série de estudos ecológicos acerca das algas perifíticas em distintos substratos naturais neste ambiente. Para o presente levantamento taxonômico foram selecionados os táxons ocorrentes em 75% dos substratos e períodos amostrados. Excetuando-se os membros da classe Bacillariophyceae, grupo predominante na planície do alto rio Paraná (Rodrigues & Bicudo 2001) e alvo de estudos anteriores, buscou-se proceder a descrição dos táxons pertencentes às demais classes os quais a taxonomia ainda é ausente ou incipiente para a planície.

Com base nestas considerações, este trabalho procurou aprofundar o conhecimento taxonômico das algas perifíticas na planície de inundação do alto rio Paraná. Ainda, auxiliou na ampliação da distribuição geográfica das espécies e dos registros da biodiversidade, podendo vir a auxiliar na elucidação de questões ecológicas importantes em estudos futuros.

2.2. Material e Métodos

O resaco do “Pau Véio” (figura 1), onde foi desenvolvido o presente estudo, consiste num ambiente semilótico com conexão permanente ao rio Paraná. Situa-se na Ilha Mutum, na planície de inundação do alto rio Paraná, município de Porto Rico-PR, na divisa dos Estados do Paraná e Mato Grosso (22°44'S - 53°15'W). Apresenta área de 3,0 hectares, comprimento de 1.146,4 m e profundidade média de 1,8 m. A vegetação ripária compreende espécies arbustivas e herbáceas, dentre estas se destacam *Crotton* spp. e *Inga uruguayensis* Hooker e Arnott com uma transição gradual para o ambiente aquático a partir da presença de diversos estandes de macrófitas aquáticas, compostos principalmente por espécies emergentes como *Eichhornia azurea* Kunth e *Nymphaea amazonum* Martius e Zuccarini; espécies submersas

como *Egeria najas* Planch e *E. densa* Planch e a epífita *Oxycaryum cubense* (Poepig e Kunth) Lye.

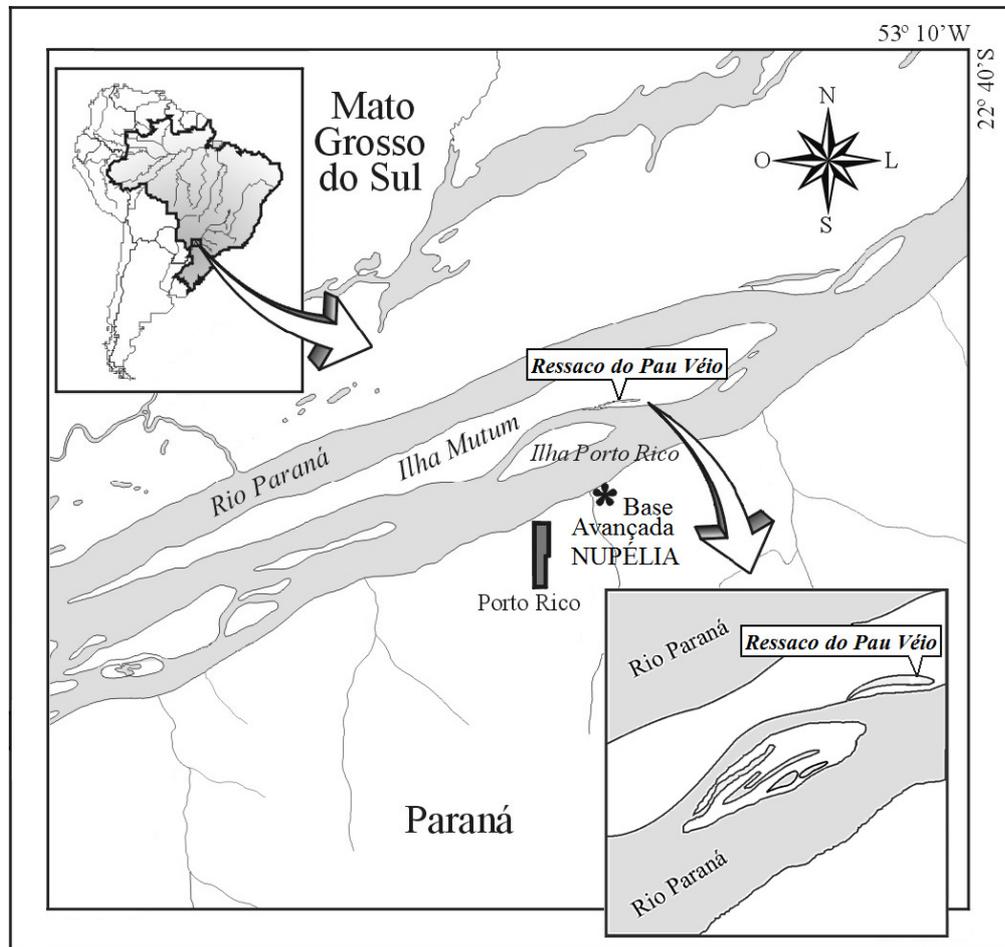


Figura 1. Localização do ressaco do “Pau Véio” na planície de inundação do alto rio Paraná, Paraná, Brasil.

As coletas da comunidade perifítica foram realizadas trimestralmente entre junho de 2008 e março de 2009. Os substratos naturais para coleta do material perifítico consistiram de pecíolos de macrófitas aquáticas em estágio adulto (conforme recomendação de Schwarzbald 1990) das seguintes espécies (e grupos ecológicos, de acordo com Irgang *et al.* 1984): *Eichhornia azurea* Kunth (emergente) e *Nymphaea amazonum* Martius e Zuccarini (flutuante fixa), além do caule de *Oxycaryum cubense* (Poepig e Kunth) Lye (epífita. Em *O. cubense* foi também amostrada a bainha foliar envolvida na região do caule. A seleção dos substratos deu-se em razão da presença dos mesmos em um mesmo banco multiespecífico sob condições

ambientais similares, e em todos os períodos amostrados. Além de apresentarem características morfoestruturais semelhantes, buscou-se a padronização das metodologias de coleta e, principalmente suprir a ausência de estudos da comunidade perifítica englobando os dois últimos substratos citados na planície do alto rio Paraná.

Os substratos coletados foram acondicionados em frascos de Wheaton (150 ml) borrifados com água destilada e mantidos em caixa de isopor com gelo, posteriormente transportados ao laboratório para remoção do material perifítico. Para a remoção da comunidade perifítica do substrato e caules foi utilizada lâmina de aço revestida em papel alumínio e auxílio de jatos de água destilada. O material designado à análise qualitativa foi fixado em solução Transeau na proporção 1:1 conforme recomendado por Bicudo e Menezes (2006). As amostras encontram-se depositadas no Herbário da Universidade Estadual de Maringá (HUEM) sob a numeração 18384 a 18410.

A análise taxonômica das algas perifíticas procedeu-se por meio da preparação de lâminas temporárias, em microscopia óptica binocular com ocular micrometrada e câmara clara acoplada, nos aumentos de 400x e 1000x (Bicudo & Menezes 2006). Para o presente estudo, foram considerados somente os táxons encontrados na análise qualitativa que recorreram também na análise quantitativa. A análise quantitativa seguiu a metodologia de Ütermöhl (1958) e Bicudo (1990) (ver Capítulo II). As descrições taxonômicas foram restritas somente aos táxons identificados em nível específico, com frequência de ocorrência acima de 75% dos períodos e substratos, excetuando-se os representantes da classe Bacillariophyceae. Os táxons dominantes foram medidos e identificados com base na bibliografia clássica e regional. Os sistemas de classificação adotados compreenderam Os sistemas de classificação adotados compreenderam Komárek & Anagnostidis (1986) e Anagnostidis & Komárek (1988) para Cyanobacteria; e Round (1965, 1971) recomendado por Bicudo & Menezes (2006) para demais classes.

A distribuição geográfica foi baseada em trabalhos de cunho taxonômico da comunidade perifítica na planície de inundação do alto rio Paraná até o ano de 2010.

2.3. Resultados e discussão

A comunidade de algas perifíticas dominantes nos distintos substratos e períodos amostrados no ressaco do “Pau Véio” correspondeu a 31 táxons. Estes táxons distribuíram-se conforme se segue: Chlorophyceae (3), Cryptophyceae (1), Cyanobacteria (14 táxons), Zygnemaphyceae (7), Euglenophyceae (2) e Xanthophyceae (4). A frequência de ocorrência de cada táxon na comunidade perifítica dos distintos substratos no período de estudo estão representadas na tabela 1.

Tabela 1. Frequência de ocorrência (+) dos táxons dominantes de algas perifíticas nos distintos substratos (E = *E. azurea*; N = *N. amazonum*; O = *O. cubense*) do ressaco do “Pau Vêio” no período de estudo (junho/2008 a março/2009).

Substrato	JUN 2008			SET 2008			NOV 2008			MAR 2009		
	E	N	O	E	N	O	E	N	O	E	N	O
CYANOBACTERIA												
<i>Aphanocapsa parasitica</i> (Kütz.) Komárek & Anagnostidis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Aphanothece microscopica</i> Nägeli	+	+				+	+	+	+	+	+	
<i>Chamaesiphon investiens</i> Skuja	+			+	+			+	+	+	+	+
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemmermann	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chroococcus minor</i> (Kützing) Nägeli	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli	+	+	+	+		+	+	+	+	+		+
<i>Geitleribactron subaequale</i> (Geitler) Komárek	+	+		+	+	+	+	+	+		+	
<i>Leibleinia epiphytica</i> (Hieronymus) Anagnostidis & Komárek	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Leptolyngbya angustissima</i> (W. e G. S. West) Anagnostidis & Komárek	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Leptolyngbya foveolarum</i> (Gomonth) Anagnostidis & Komárek	+	+	+	+			+	+		+	+	+
<i>Leptolyngbya perelegans</i> (Lemmerm.) Anagnostidis & Komárek	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Phormidium molle</i> Gomonth	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pseudanabaena frigida</i> (Fritsch) Anagnostidis	+				+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pseudanabaena moniliformis</i> Komárek & Kling	+				+	+	+	+	+	+	+	+
CHLOROPHYCEAE												
<i>Characium ensiforme</i> G. S. West	+	+			+		+	+	+	+	+	+
<i>Characium ornithocephalum</i> Braun	+	+	+				+	+	+	+	+	+
<i>Desmodesmus brasiliensis</i> (Bohlin) Hegewald	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ZYGNEMAPHYCEAE												
<i>Cosmarium abbreviatum</i> Raciborski	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cosmarium bireme</i> Nordstedt	+	+	+	+	+	+	+			+	+	
<i>Cosmarium pseudopyramidatum</i> Lundell		+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
<i>Cosmarium subadoxum</i> Grönblad	+	+		+	+	+	+			+	+	+
<i>Cosmarium trilobulatum</i> Reinsch	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Gonatozygon pilosum</i> Wolle		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Staurastrum forficulatum</i> Lundell				+	+	+	+	+	+	+	+	+
EUGLENOPHYCEAE												
<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) Stein	+		+	+		+	+	+		+	+	+
<i>Trachelomonas</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
CRYPTOPHYCEAE												
<i>Cryptomonas tenuis</i> Pascher	+		+	+		+	+	+		+	+	+
XANTHOPHYCEAE												
<i>Characiopsis acuta</i> (Braun) Borzi	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Characiopsis aquinolaris</i> Skuja	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Characiopsis elegans</i> Ettl	+	+				+	+	+	+	+	+	+
<i>Characiopsis sphagnicola</i> Pascher	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+

CYANOBACTERIA

Chave artificial para os táxons de CYANOBACTERIA encontrados:

1. Células isoladas, agregadas ou formando colônias.....2
2. Células isopolares.....3
3. Divisão celular 1-3 planos, por fissão binária.....4

4. Divisão celular em 1 plano; colônias inicialmente microscópicas, esféricas, posteriormente macroscópicas, amorfas; células ovais a cilíndricas.....*Aphanothece microscopica*
4. Divisão celular em 2 planos; colônias microscópicas, esféricas; células esféricas.....*Aphanocapsa parasitica*
3. Divisão celular em mais de 3 planos, por fissão múltipla.....5
5. Células não atingindo o formato esférico antes da próxima divisão, permanecendo o formato poligonal-arredondado, 3-4 µm diâm.....*Chroococcus minor*
5. Células atingindo o formato esférico antes da próxima divisão celular.....6
6. Células 5-6 µm diâmetro.....*Chroococcus limneticus*
6. Células 1-2 µm diâmetro.....*Chroococcus minimus*
2. Células sésseis, sempre heteropolares.....7
7. Células com envelope mucilaginoso firme, aberto; divisão celular por fissão binária na extremidade da célula, exocitos liberados pela abertura na mucilagem.....*Chamaesiphon investiens*
7. Células sem envelope mucilaginoso; divisão celular por fissão binária, na região mediana da célula, raro na extremidade ou base.....*Geitleribactron subaequale*
1. Filamentos isolados, agregados ou formando colônias.....8
8. Aerótopos presentes, localizados apenas nos pólos.....9
9. Células 1-2 vezes mais longas que largas, isodiamétricas a cilíndricas; célula apical cônico-arredondada.....*Pseudanabaena frigida*
9. Células 2-2,5 vezes mais longas que largas, cilíndricas; célula apical arredondada.....*Pseudanabaena moniliformis*
8. Aerótopos ausentes.....10

10. Tricomas largos, células geralmente quadráticas, com mais de 4 μm larg.....*Phormidium molle*
10. Tricomas finos, até 3 μm larg.....11
11. Células isodiamétricas.....*Leptolyngbya foveolarum*
11. Células mais longas que largas.....12
12. Tricomas não constrictos, retos, septos com um grânulo de cada lado da parede celular.....*Leptolyngbya perelegans*
12. Tricomas distinta ou levemente constrictos, curvos, não granulados.....13
13. Células 1,3-2 vezes mais longas que largas, 1-2 μm compr., 0,5-1,5 μm larg.....*Leibleinia epiphytica*
13. Células 2,5-3,1 vezes mais longas que largas, 2,5-5 μm compr., 0,8-2 μm larg.....*Leptolyngbya angustissima*

CHAMAESIPHONACEAE

Chamaesiphon A. Braun & Grunow in Rabenh. 1895

Chamaesiphon investiens Skuja var. *investiens*, Nova Acta Regiae Soc. Sci. Upsal., ser. 4, 18(3): 45. 1964.

Figura 2

Células geralmente agregadas de forma paralela e densa, fixas ao substrato perpendicularmente, formando uma camada quase contínua de células; células alongadas, levemente ovóides a cilíndricas, raramente arcuadas, arredondadas ou acuminadas nas extremidades, base levemente estreitada, às vezes com a presença de haste e almofada mucilagínosa, conteúdo celular azul-esverdeado pálido, pseudobainha fina, incolor se presente, exocitos solitários, arredondados ou levemente poligonal-arredondados; célula 6,8-12 μm compr., 2-5 μm larg.

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Primeira citação.

Komárek e Anagnostidis (1999) discutem a presença da pseudobainha, muitas vezes aparentemente ausente. Quando totalmente ausente, os representantes remetem ao gênero *Geitleribactron* Komárek. Os indivíduos encontrados apresentaram, na maioria das vezes, a pseudobainha envolvendo as células e, desta forma, foram identificados na presente espécie. Segundo estes mesmos autores, a variedade típica da espécie refere-se à coloração azul-esverdeada do conteúdo celular, característica também verificada para o material encontrado.

Geitleribactron Komárek 1975

Geitleribactron subaequale (Geitler) Komárek, Pl. Syst. Evol. 123: 265, 278. 1975. ≡
Chamaesiphon subaequalis Geitler, Oesterr. Bot. Z. 118: 18. 1970.

Figura 3

Células solitárias ou formando colônias, sésseis, organizadas formando uma camada azul-esverdeada, células retas ou levemente arcuadas, cilíndricas, levemente achatadas na base, extremidades arredondadas, raro grânulos solitários, bainha ausente, conteúdo mais ou menos homogêneo, cinza-esverdeado pálido a azul-esverdeado intenso, divisão celular por fissão celular na região mediana da célula, raro na extremidade ou base; célula 2-6 µm compr., 1-1,5 µm larg.

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Primeira citação.

CHROOCOCCACEAE

Chroococcus Nägeli 1849

Chroococcus limneticus Lemmerm., Beih. Bot. Centralbl. 76: 153. 1898.

Figura 4

Colônias muitas vezes tabulares com 4-8, bainha mucilaginosa distinta ou difluente, não lamelada, incolor, células subesféricas ou esféricas após a divisão, divisão celular em 2 direções, raramente em 3, com ou sem bainha, conteúdo celular azul-esverdeado, aerótopos ausentes; célula 5-6 µm diâm.

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Primeira citação.

Chroococcus minimus (Keissl.) Lemmerm., Ark. Bot. 2(2): 102. 1904. ≡ *Chroococcus minutus* var. *minimus* Keissl., Verh. K.K. Zool.-Bot. Ges. Wien, 51: 394. 1901.

Figura 5

Colônias microscópicas, esféricas ou irregulares, formando grupos de 2-4 células, células verde-azuladas, inseridas em mucilagem, não lamelada, hialina, difluente, células subesféricas ou esféricas após a divisão, conteúdo celular homogêneo, aerótopos ausentes; células 1-2 µm diâm.

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Primeira citação.

Chroococcus minor (Kütz.) Nägeli, Gatt. Einzell. Alg.: 46. 1849. ≡ *Protococcus minor* Kütz., Phycologia Germanica. 1845.

Figura 6

Colônias gelatinosas, formando grupos de 2-4 células irregularmente arranjadas, amorfas, verde-azuladas ou verdes escuras, mucilagem delicada, espessa, difluente, transparente, células subesféricas; células 2-4 µm diâm., colônias 9-14 µm diâm.

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Primeira citação.

MERISMOPEDIACEAE

Aphanocapsa Nägeli 1849

Aphanocapsa parasitica (Kütz.) Komárek & Anagn., Preslia 67: 15. 1995.

Figura 7

Colônias arredondadas, microscópicas, mais ou menos densa, mucilagem incolor; células esféricas; 1-2 µm diâm.

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Fonseca e Rodrigues (2005).

A. parasitica foi anteriormente citada em listagens de trabalhos de cunho ecológico na comunidade periférica da planície do alto rio Paraná (Algarde *et al.* 2006).

SYNECHOCOCCACEAE

Aphanothece Nägeli 1849

Aphanothece microscopica Nägeli, Gatt. Einzell. Algen., S. 59. 1849.

Figura 8

Colônias mucilaginosas, azul-esverdeadas, inicialmente microscópicas, esféricas a oval, mucilagem mais ou menos delimitada, posteriormente amorfa, macroscópica, mucilagem irregular e difluente, células ovais a cilíndricas, densamente arranjadas, às vezes com bainha mucilaginosa individual, incolor; células 1-3,5 µm compr., 0,5-1 µm larg.

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Primeira citação.

PHORMIDIACEAE

Phormidium Kütz., *ex* Gomont 1892

Phormidium molle (Kütz.) Gomont, Ann. Sci. Nat., Bot., ser. 7, 16: 159, 163, 1893. ≡

Anabaena mollis Kütz., Spec. Alg. 1849.

Figura 9

Filamentos levemente curvados, bainha fina, difluente, indistinta, incolor, tricomas constrictos, não atenuado nos pólos, célula apical arredondada, sem caliptra; células isodiamétricas, conteúdo celular com grânulos, parede celular sem grânulos e translúcida, aerótopos ausentes; 2,5-9 µm compr., 2-3 µm larg.

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Primeira citação.

PSEUDANABAENACEAE

Leibleinia (Gomont) Hoffmann 1985

Leibleinia epiphytica (Hieron.) Anagn. & Komárek, *Algol. Stud.* 50-53: 394. 1988. ≡ *Lyngbya epiphytica* Hieron. in Kirchner in Engl. & Prantl, *Nat. Pflanzenfam.* [Engler & Prantl] 1(1a): 67. 1900.

Figura 10

Filamentos solitários, curvos, bainha incolor, tricomas não atenuados, constrictos, septos não granulosos, células mais ou menos isodiamétricas, célula apical arredondada; células 1-2 µm compr., 0,5-1,5 µm larg.

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Lagoa Clara e Lagoa das Garças (Fonseca e Rodrigues 2005).

L. epiphytica foi anteriormente citado em listagens de trabalhos de cunho ecológico na comunidade perifítica da planície do alto rio Paraná (como *Lyngbya epiphytica* Hieron., Rodrigues & Bicudo 2001).

Leptolyngbya Anagn. & Komárek 1988

Leptolyngbya angustissima (West & G.S. West) Anagn. & Komárek, *Algol. Stud.* 50-53: 390. 1988. ≡ *Phormidium angustissimum* West & G.S. West, *J. Bot.* 35: 235-243. 1897.

Figura 11

Filamentos curvos, bainha conspícua, fina, incolor, difluente, tricomas levemente constrictos, não granulados, não atenuados, célula apical arredondada, sem caliptra; células cilíndricas, conteúdo homogêneo, 2,5-5 µm compr., 0,8-2 µm larg.

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Primeira citação.

Komárek & Anagnostidis (2005) apontam para a semelhança entre esta espécie e *L. tenuis* (Gomont) Anagn. & Komárek. Segundo estes autores, *L. tenuis* corresponde a uma espécie de hábito edáfico enquanto que *L. angustissima* é de hábito aquático continental. Assim, apesar dos limites métricos dos indivíduos encontrados estarem de acordo com os descritos para *L. tenuis*, consideramos os indivíduos presentes identificados como *L. angustissima*.

Leptolyngbya foveolarum (Rabenh. ex Gomont) Anagn. & Komárek, Algol. Stud. 50-53: 391. 1988. ≡ *Phormidium foveolarum* Mont. ex Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot. ser. 7, 16: 164. 1892.

Figura 12

Filamentos curvados, às vezes retos, formando massas ou tufos, bainha fina, conspícua, incolor, difluente, tricomas distintamente constricto, não granulados, célula apical arredondada, sem caliptra, células isodiamétricas, conteúdo celular homogêneo com grânulos esparsamente distribuídos; células 1-2 µm compr., 1-2 µm larg.

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Primeira citação.

Leptolyngbya perelegans (Lemmerm.) Anagn. & Komárek, Algol. Stud. 50-53: 392. 1988. ≡ *Lyngbya perelegans* Lemmerm., Abh. Naturwiss. Vereine Bremen 16: 355. 1899.

Figura 13a-b

Filamentos solitários, retos, bainha conspícua, incolor, homogênea, tricomas não atenuados, não constrictos, septos com um grânulo em cada lado da parede celular, célula apical cilíndrica, sem caliptra, células cilíndricas; células 2-5 µm compr., 0,4-1,4 µm larg.

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Lagoa das Garças (Fonseca & Rodrigues 2005).

Este táxon foi anteriormente citado em listagens de trabalhos de cunho ecológico na comunidade periférica da planície do alto rio Paraná (Algarde *et al.* 2006).

Pseudanabaena Lauterborn 1915

Pseudanabaena frigida (Fritsch) Anagn., Preslia 73: 359-375. 2001. \equiv *Phormidium frigidum* Fritsch, 31. 1921.

Figura 14

Tricomas não atenuado nos pólos, bainha difluente, fortemente constricto, translúcido, células cilíndricas, arredondadas ou aproximadamente isodiamétricas, tão longas quanto largas ou 2 vezes mais longas que largas, célula apical cônico-arredondada, caliptra ausente, presença de aerótopos subpolar; células 1-4 μm compr., 1-1,5 μm larg.

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Primeira citação.

Pseudanabaena moniliformis Komárek & Kling, Algol. Stud. 61: 27. 1991.

Figura 15

Tricomas solitários, retos, curtos, constrictos, célula apical arredondada, sem espessamento; células cilíndricas, 1,5-2 vezes mais longas do que largas, conteúdo celular homogêneo, presença de aerótopos subpolar; ausência de grânulos na parede celular; células 2-4 μm compr., 1-1,6 μm larg.

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Lagoa Clara e Lagoa das Garças (Fonseca & Rodrigues 2005).

CHLOROPHYCEAE

Chave artificial para os táxons de CHLOROPHYCEAE encontrados:

1. Células livres, sem pedículo de fixação, formando colônias do tipo cenóbio.....*Desmodesmus brasiliensis*
1. Células sésseis, com pedículo de fixação, não formando colônias.....2
 2. Células fusiformes, ápice agudo, extremidade arredondada; células pequenas, com 11-14 µm compr., 2-2,5 µm larg.....*Characium ensiforme*
 2. Células falciformes, ápice acuminado, extremidade pontiaguda; células maiores, com 17-28 µm compr., 3-5,5 µm larg.....*Characium ornithocephalum*

CHLOROCOCCACEAE

Characium A. Braun in Kütz. 1849

Characium ensiforme F. Herm. in Rabenh., Beitr. Kenntn. U. Verbr. Alg. 26. 1863.

Figura 16

Indivíduos pediculados, pedículo almofadado, curto, dispostos mais ou menos perpendiculares no substrato; célula fusiforme assimétrica, margens assimétricas, uma delas pouco convexa, a outra mais acentuadamente convexa, ápice agudo, extremidade arredondada; parede celular delicada, cloroplasto 1, laminar, parietal, pirenóide 1, central; 11-14 µm compr. (com pedículo), pedículo 1,5-2 µm compr.; 2-2,5 µm larg.

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Primeira citação.

Este táxon foi anteriormente citado em listagens de trabalhos de cunho ecológico na comunidade perifítica da planície do alto rio Paraná (Alarte *et al.* 2006).

Characium ornithocephalum A. Braun, Alg. Unicell. 42. 1855.

Figura 17

Indivíduos pediculados, dispostos perpendiculares a inclinados no substrato, pedículo almofadado, longo; célula falciforme, moderadamente assimétrica, margens mais ou menos uniformemente convexas, ápice acuminado, extremidade pontiaguda; parede celular delicada, cloroplasto 1, laminar, parietal, pirenóide 1, central; 17-28 μm compr. (com pedículo), pedículo 5,5-7,7 μm compr., 3-5,5 μm larg.

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Primeira citação.

Este táxon foi anteriormente citado em listagens de trabalhos de cunho ecológico na comunidade perifítica da planície do alto rio Paraná (Rodrigues & Bicudo 2001, Algarte *et al.* 2006).

SCENEDESMACEAE

Desmodesmus An, Friedl & E. Hegewald 1999

Desmodesmus brasiliensis (Bohlin) Hegewald, Algol. Stud. 96: 7. 2000. \equiv *Scenedesmus brasiliensis* Bih. Kongl. Svenska Vetensk.-Akad. Handl. 23: 22. 1897.

Figura 18

Cenóbios formados por 2-4 células dispostas linearmente, células oblongo-elípticas, presença de costelas ao longo de todo o comprimento, 1 espinho em cada lado das costelas; 8-23 μm compr.; 7,5-19 μm larg.

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Primeira citação.

ZYGNEMAPHYCEAE

Chave artificial para os táxons de ZYGNEMAPHYCEAE encontrados:

1. Células não subdivididas na região mediana.....*Gonatozygon pilosum*
1. Células subdivididas na região mediana por um istmo, formando duas semicélulas idênticas.....2

2. Células 4-angulares em vista apical, com espinhos e processos.....*Staurastrum forficulatum*
2. Células 2-angulares em vista apical, sem espinhos e processos.....3
3. Presença de papila na região mediana das semicélulas.....*Cosmarium bireme*
3. Ausência de papila na região mediana das semicélulas.....4
4. Semicélulas 3-lobadas, subtrapeziformes.....*Cosmarium trilobulatum*
4. Semicélulas não lobadas, de outros formatos.....5
5. Células médias a grandes, semicélulas piramidais.....*Cosmarium pseudopyramidatum*
5. Células pequenas, a médias, semicélulas angular-ovaladas ou angular-elípticas.....6
6. Semicélulas angular-ovaladas, com 5 lados, margens laterais divergentes, retas, margens superiores convergente, retas.....*Cosmarium abbreviatum*
6. Semicélulas angular-elípticas.....*Cosmarium subadoxum*

DESMIDIACEAE

Cosmarium Corda ex Ralfs 1848

Cosmarium abbreviatum Racib., Pam. Akad. Umiej. Krakowie Mat.-Przyr. 10: 83. 1885. var. *abbreviatum*

Figura 19

Células pequenas, 1,1 vezes mais longas que largas, constrição mediana profunda, seno mediano linear, fechado, semicélulas transversalmente angular-ovaladas, com 5 lados, margem lateral inferior divergente, reta, para um ângulo médio arredondado, às vezes levemente pronunciado, margem superior convergente, retas a quase retas, para um ápice

relativamente amplo, truncado, parede celular lisa, cloroplasto 1, pirenóide 1; células 9-18 µm compr.; 8,5-16 µm larg.; istmo 2-5,5 µm.

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Primeira citação.

Prescott *et al.* (1981) apresenta a variedade típica da espécie apresentando a forma geral das semicélulas com 5 lados, ângulos laterais arredondados ou, às vezes, mamilados. Este táxon foi anteriormente citado em listagens de trabalhos de cunho ecológico na comunidade periférica da planície do alto rio Paraná (Rodrigues & Bicudo 2001, Algarte *et al.* 2006).

Cosmarium bireme Nordst., Vidensk. Meddel. Dansk Naturhist. Foren. Kjobenhavn 1869(14/15): 212. 1870.

Figura 20

Células pequenas, aproximadamente tão longas quanto largas, constrição mediana profunda, seno mediano linear, semicélulas angular-elípticas, ápice achatado, presença de papila na região mediana da semicélula, claramente visível em todas as vistas, vista apical elíptica, parede celular lisa ou finamente pontuada, cloroplasto 1, pirenóide 1; células 10-12 µm compr., 11-12 µm larg., istmo 3-4 µm.

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Primeira citação.

Cosmarium pseudopyramidatum Lundell, Nova Acta Regiae Soc. Sci. Upsal., ser. 3, 8(2): 41. 1871.

Figura 21

Células 1,3 vezes mais compridas que largas, constrição mediana profunda, seno mediano linear, dilatado no ápice, semicélula piramidal, margens laterais convergentes para

um ápice estreito, truncado, parede celular lisa a pontuada, cloroplasto 1, pirenóide 1; 18-25 μm compr.; 14-19 μm larg.; istmo 4-5 μm .

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Primeira citação.

Este táxon foi anteriormente citado em listagens de trabalhos de cunho ecológico na planície (Rodrigues & Bicudo 2001, Algarte *et al.* 2006).

Cosmarium subadoxum Grönblad, Meddel. Soc. Fauna Fl. Fenn. 10: 268. 1934.

Figura 22

Células pequenas, tão longas quanto largas, constrição mediana profunda, seno mediano estreito, linear, semicélulas transversalmente retangulares, ângulos basais amplamente arredondados, margens laterais convexas, ápice truncado, tão amplo quanto a base da semicélula, leve intumescência na região mediana da semicélula, parede celular lisa, vista apical arredondada, com uma leve intumescência na região mediana em cada lado; 10-11 μm compr., 10-11 μm larg., istmo 3-4 μm .

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Primeira citação.

Cosmarium trilobulatum Reinsch var. *trilobulatum*, Abh. Senckenberg. Naturf. Ges. 6(118). 1866.

Figura 23

Células 1,1-1,5 vezes mais compridas que largas, constrição mediana profunda, seno mediano linear, dilatado no ápice, semicélula subtrapeziforme, 3-lobada, lobo apical truncado, margens laterais levemente convexas, parede celular lisa a finamente pontuada, cloroplasto 1, pirenóide 1; 12-18 μm compr.; 11-13 μm larg.; istmo 2,5-3 μm .

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Primeira citação.

Este táxon foi anteriormente citado em listagens de trabalhos de cunho ecológico na comunidade perifítica da planície do alto rio Paraná (Alarte *et al.* 2006).

Staurastrum Meyen *ex* Ralfs 1848

Staurastrum forficulatum Lundell, Nova Acta Regiae Soc. Sci. Upsal., ser. 3, 8(22): 66. 1871.

Figura 24

Células médias a grandes, tão longas quanto largas ou um pouco mais longas que largas, constrição mediana profunda, seno estreito, linear, posteriormente abrindo-se de forma ampla, semicélulas subtrapeziformes ou subelípticas, margem apical truncada, 2 processos apicais proeminentes, bífidos, ângulos laterais levemente pronunciados, ornamentados com 2 espinhos robustos, divergentes, superpostos; 38-41 μm compr.; 35-37,5 μm larg. (sem processos); istmo 9-9,5 μm .

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Primeira citação.

GONATOZYGACEAE

Gonatozygon De Bary 1856

Gonatozygon pilosum Wolle, Bull. Torrey Bot. Club 9(3): 27. 1882.

Figura 25

Célula 10,1-17,5 vezes mais comprida que larga, célula subcilíndrica, margens laterais retas, ápice truncado; parede celular aparentemente lisa, espinhos cobrindo toda a célula, cloroplasto 1, laminar, axial, pirenóides 4-8; 105-142 μm compr.; 6-14 μm larg.

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Primeira citação.

Este táxon foi anteriormente citado em listagens de trabalhos de cunho ecológico na comunidade perifítica da planície do alto rio Paraná (Rodrigues & Bicudo 2001).

EUGLENOPHYCEAE

Chave artificial para os táxons de EUGLENOPHYCEAE encontrados:

1. Lóricas elipsoidais, coberta por espinhos pequenos irregularmente distribuídos.....*Trachelomonas hispida*
1. Lóricas esféricas, sem espinhos.....*Trachelomonas sp.*

EUGLENACEAE

Trachelomonas Ehrenb. 1834

Trachelomonas hispida (Perty) Stein *emend.* Deflandre var. *hispida*, Rev. Gén. Bot. 38: 650. 1926.

Figura 26

Lóricas amplamente elipsoidais, castanho-amarelada a castanho-arroxeadas, cobertas por espinhos pequenos, delgados, cônicos, acuminados, irregularmente distribuídos, poro anular com ou sem colarinho, pontuações bastante espaçadas; 11-15 compr.; 6-13 μm larg., espessamento anelar 1,5-2 μm larg.

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Primeira citação.

Segundo Tell & Conforti (1986), a variedade típica da espécie caracteriza-se pela presença de espinhos delgados. Este táxon distribui-se cosmopolitamente e foi anteriormente citado em listagens de trabalhos de cunho ecológico na comunidade perifítica (Algarte *et al.* 2006) da planície do alto rio Paraná. A var. *duplex* foi descrita para o mesmo ambiente, sobre a macrófita *Ricciocarpus natans* (L.) Corda no trabalho de S. Biolo & L. Rodrigues, submetido.

Trachelomonas sp.

Figura 27

Lórica esférica, espessamento anelar presente, colarinho ausente, ou muito baixo; parede lisa ou pontuada, amarelada a castanho, grãos de paramido vários, discóides; 7-14 μm diâm., espessamento anelar 2-2,5 μm diâm.

Os indivíduos encontrados poderiam ser identificados em duas populações distintas como *Trachelomonas volvocina* (Ehrenberg) Ehrenberg e *T. volvocinopsis* Swirenko. Ocorre sobreposição nos limites métricos entre estas duas espécies, sendo que a diferença entre *T. volvocina* e *T. volvocinopsis* reside no número de plastídios e presença de pirenóides (Tell & Conforti 1986), caracteres não observados nos indivíduos do presente levantamento. Desta forma, optou-se por identificar os indivíduos encontrados apenas em nível genérico. Para a planície de inundação do alto rio Paraná, os registros dos dois táxons encontram-se em Oliveira *et al.* (1994), Jati & Train (1993) e Jati & Train (1994). Em trabalhos de cunho ecológico, foram reportados em listagens de espécies na comunidade fitoplanctônica, *T. volvocinopsis* (Train *et al.* 2000).

CRYPTOPHYCEAE

CRYPTOMONADACEAE

Cryptomonas Ehrenb. 1838

Cryptomonas tenuis Pascher, Süßwasserflora 2: 105. 1913

Figura 28

Células isoladas, pólo posterior levemente afilado, arredondado, dois cromatóforos laterais, pirenóides ausentes; 10-12 μm compr., 4-5 μm larg.

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Primeira citação.

XANTHOPHYCEAE

Chave artificial para os táxons de XANTHOPHYCEAE encontrados:

1. Pedículo muito diferenciado da célula, maior que 8 μm compr.....2
 2. Célula com 8 μm larg. ou mais.....*Characiopsis acuta*
 2. Célula com até 3 μm larg.....*Characiopsis sphagnicola*
1. Pedículo quase ausente ou pouco diferenciado da célula, até 4 μm de comprimento.....3
 3. Célula 2,3-3 vezes mais comprida que larga.....*Characiopsis aquinolaris*
 3. Célula 3-5 vezes mais comprida que larga.....*Characiopsis elegans*

CHARACIOPSISIDACEAE

Characiopsis Borzi 1895

Characiopsis acuta (A. Braun) Borzi, Stud. Algol. 2: 153. 1895. \equiv *Characium acutum* A. Braun, Alg. Unicell. 41. 1855.

Figura 29

Indivíduo pediculado, célula 3,1-3,3 vezes mais comprida que larga, célula subfusiforme, levemente arqueada, ápice apiculado, pólo basal afilado em pedículo longo, disco de fixação pequeno; cromoplastos 2, parietais, laminares, lobados; células 25-28 μm compr. (com pedículo), 8-9 μm larg., pedículo 5-5,5 μm compr.

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Ressaco do “Pau Véio” (S. Biolo & L. Rodrigues, submetido).

Characiopsis aquilonaris Skuja, Nova Acta Regiae Soc. Sci. Upsal., ser. 4, 18: 333. 1964.

Figura 30

Indivíduo quase séssil, célula 2,3-3 vezes mais comprida que larga, célula subfusiforme a falcada, um dos lados convexo e o outro reto a levemente côncavo, ápice

acuminado, pólo basal afilado em pedículo quase ausente, pouco distinto; cromoplasto 1, parietal, laminar; células 6-8 μm compr., 2-3,5 μm larg.

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Ressaco do “Pau Véio” (S. Biolo & L. Rodrigues, submetido).

Este táxon foi anteriormente citado em listagens de trabalhos de cunho ecológico na comunidade perifítica da planície do alto rio Paraná (Rodrigues & Bicudo 2001, Algarte *et al.* 2006).

Characiopsis elegans Ettl, Bot. Not. 109: 430. 1956.

Figura 31

Indivíduo sésil, célula 3-5 vezes mais comprida que larga, subfusiforme a subfalcada, lados convexos, às vezes desiguais, ápice acuminado a apiculado-arqueado, pólo basal afilado em pedículo quase ausente, pouco distinto, com ou sem disco de fixação, cromoplasto 1, parietal, laminar; células 10-15 μm compr. (com pedículo), 2-5 μm larg.

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Ressaco do “Pau Véio” (S. Biolo & L. Rodrigues, submetido).

Characiopsis sphagnicola Pascher in Rabenh., Krypt.-Fl. Deutschland. 11: 763. 1939.

Figura 32

Indivíduo sésil, célula 8-8,8 vezes mais comprida que larga, subfalcada, ápice acuminado, pólo basal afilado em pedículo quase ausente, com ou sem disco de fixação, cromoplasto 1, parietal, laminar; células 12-26,5 μm compr. (com pedículo), 1,5-3 μm larg.

Ocorrência em literatura na planície de inundação do alto rio Paraná: Primeira citação.

A despeito da dominância dos táxons do presente estudo nos substratos e períodos amostrados, estes perfazem uma fração muito baixa em relação ao número total de táxons da comunidade perifítica, representando 7,6% do total de 406 táxons registrados no ressaco do “Pau Véio”. A prevalência de baixos níveis hidrométricos e a ausência de inundações na planície do alto rio Paraná provavelmente influenciam a dominância de determinados táxons na comunidade de algas perifíticas (Leandrini *et al.* 2008).

Constatou-se a predominância da Cyanobacteria perante os demais grupos de algas dominantes no ressaco do “Pau Véio”. Apesar da ampla distribuição das cianobactérias, é necessário um minucioso trabalho na identificação e delimitação geográfica de suas espécies, o que evidencia a importância dos levantamentos florísticos em regiões tropicais (Branco *et al.* 2003). Cyanobacteria consiste em um dos principais grupos em termos de riqueza e abundância na comunidade perifítica dos ambientes da planície do alto rio Paraná (Rodrigues & Bicudo 2001, Fonseca & Rodrigues 2005, Algarte *et al.* 2006, 2009).

O presente trabalho registrou 23 novas citações para a planície de inundação do alto rio Paraná: *Chamaesiphon investiens* var. *investiens*, *Geitleribactron subaequale*, *Chroococcus limneticus*, *C. minimus*, *C. minor*, *Aphanothece microscopica*, *Phormidium molle*, *Leptolyngbya angustissima*, *L. foveolarum* e *Pseudanabaena frigida* (Cyanobacteria); *Characium ensiforme*, *C. ornithocephalum* e *Desmodesmus brasiliensis* (Chlorophyceae); *Cosmarium abbreviatum* var. *abbreviatum*, *C. bireme*, *C. pseudopyramidatum*, *C. subadoxum*, *C. trilobulatum* var. *trilobulatum*, *Gonatozygon pilosum* e *Staurastrum forficulatum* (Zygnemaphyceae); *Trachelomonas hispida* var. *hispida* (Euglenophyceae); *Cryptomonas tenuis* (Cryptophyceae) e *Characiopsis sphagnicola* (Xanthophyceae). Este fato denota a insuficiência dos estudos taxonômicos das algas perifíticas. Ressalta-se assim a importância dos levantamentos taxonômicos dos distintos grupos algais para a planície de

inundação do alto rio Paraná, ao conhecimento científico da biodiversidade e a contribuição às pesquisas ecológicas como um todo.

Agradecimentos

Esta pesquisa está inserida no Projeto PELD – Pesquisas Ecológicas de Longa Duração/CNPq “A Planície Alagável do Alto Rio Paraná”- Site 6. As autoras agradecem à CAPES pela concessão de bolsa científica e aos profissionais do NUPÉLIA (Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura) pelo auxílio no desenvolvimento do trabalho.

Referências bibliográficas

- ALGARTE, V.M., MORESCO, C. & RODRIGUES, L. 2006. Algas do perifíton de distintos ambientes na planície de inundação do alto rio Paraná. *Acta Scientiarum* 28: 243-251.
- ALGARTE, V.M., SIQUEIRA, N.S., MURAKAMI, E.A. & RODRIGUES, L. 2009. Effects of hydrological regime and connectivity on the interannual variation in taxonomic similarity of periphytic algae. *Brazilian Journal of Biology* 62(2, suppl.): 606-616.
- ANAGNOSTIDIS, K. & KOMÁREK, J. 1988. Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 3: Oscillatoriales. *Algological Studies* 80: 327-472.
- BICUDO, D.C. 1990. Considerações sobre Metodologias de Contagem de Algas do Perifíton. *Acta Limnologica Brasiliensis* 3: 459- 475.
- BICUDO, C.E.M. & MENEZES, M. 2006. Gênero de algas de águas continentais do Brasil. Chave para identificação e descrição. Rima, São Carlos, 506 p.
- BRANCO, L.H.Z., MOURA, A.N., SILVA, A.C. & BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. 2003. Biodiversidade e considerações biogeográficas das Cyanobacteria de uma área de manguezal do Estado de Pernambuco, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 17(4): 585-596.

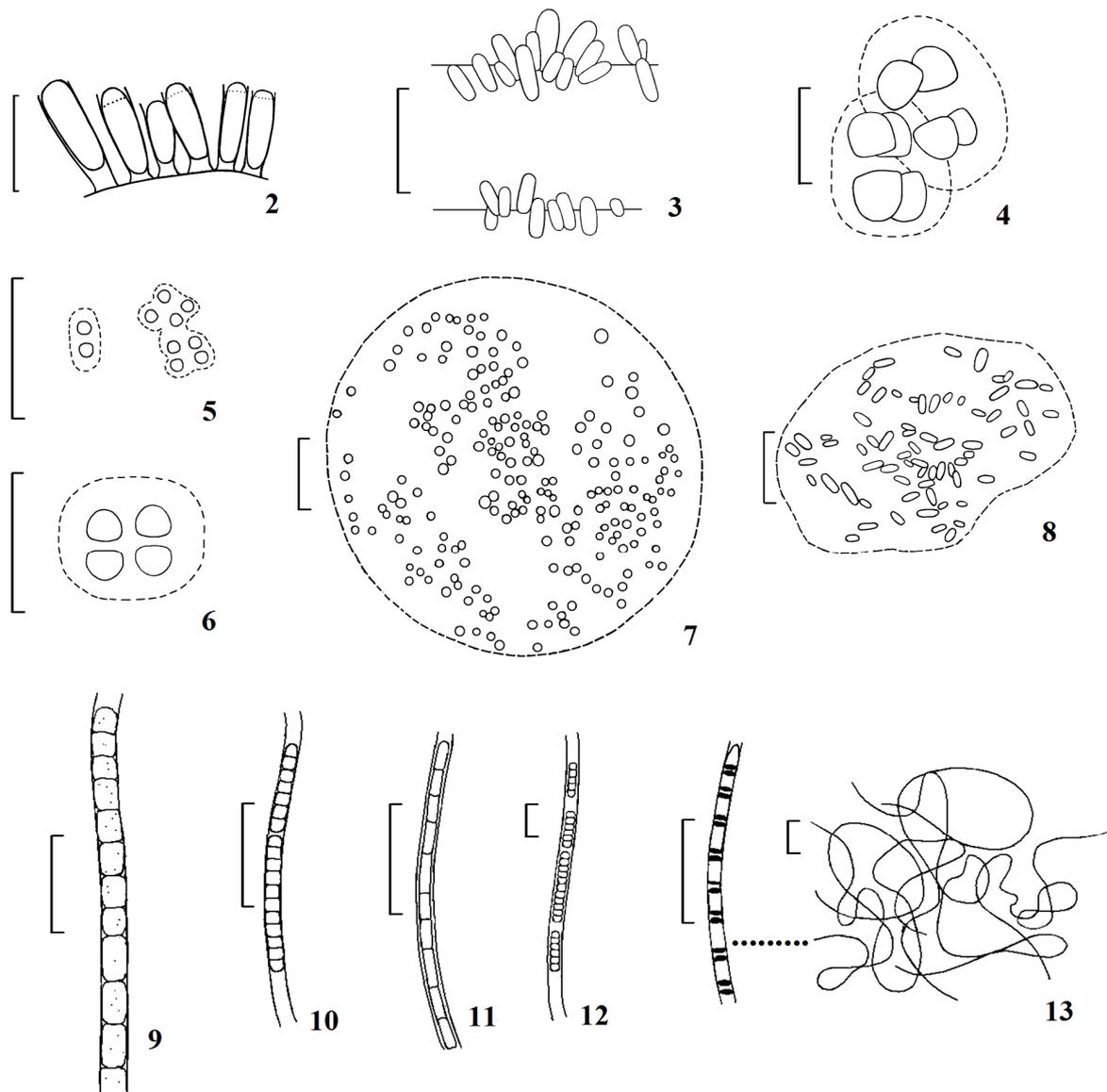
- FELISBERTO, S.A., RODRIGUES, L. & LEANDRINI, J.A. 2001. Chlorococcales registradas na comunidade perifítica no reservatório Corumbá, Estado de Goiás, Brasil, antes e após o represamento das águas. *Acta Scientiarum* 23(2): 275-282.
- FONSECA, I.A. & RODRIGUES, L. 2005. Cianobactérias perifíticas em dois ambientes lênticos da planície de inundação do alto Rio Paraná, PR, Brasil.. *Revista Brasileira de Botânica* 28(4): 821-834.
- FONSECA, I.A. & RODRIGUES, L. 2005b. Comunidade de algas perifíticas em distintos ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná. *Acta Scientiarum* 27(1): 21-28.
- IRGANG B.E., PEDRALLI G. & WALCHTER J.I. 1984. Macrófitos aquáticos da Estação Ecológica do Taim, Rio Grande do Sul, Brasil. *Roessleria* 6: 395-404.
- JATI, S. & TRAIN, S. 1993. Representantes do gênero *Trachelomonas* Ehrenberg, de duas lagoas da ilha Porto Rico, município de Porto Rico, Paraná, Brasil. *Unimar* 15: 37-51.
- JATI, S. & TRAIN, S. 1994. Euglenaceae pigmentadas de ambientes lênticos da Ilha Porto Rico, Município de Porto Rico, Paraná Brasil. *Iheringia* 45: 117-142.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. 1986. Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 2: Chroococcales. *Algological Studies* 43: 157-226.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. 1999. Cyanoprokaryota I Teil Chroococcales. *In* Süßwasserflora von Mitteleuropa (H. Ettl, G. Gärtner, H. Heynig, & D. Mollenhauer, eds.). Gustav Fischer Verlag, Stuttgart., p. 1 - 548.
- KOMÁREK J. & ANAGNOSTIDIS K. 2005. Cyanoprokaryota II. Teil 2nd Part: Oscillatoriales. *In* Süßwasserflora von Mitteleuropa (B. Büdel, L. Krienitz, G. Gärtner & M. Schagerl, eds.). Elsevier/Spektrum, Heidelberg, 759 p.
- LOWE, R.L. & PAN, Y., 1996. Periphyton patterns in lakes. *In* Algal ecology, Freshwater benthic ecosystems (R.J. Stevenson, M.L. Bothwell & R.L. Lowe, eds.). Academic Press, San Diego, p. 57-77.

- MESSYASZ, B. & KUCZYNSKA-KIPPEN, N. 2006. Periphytic algal communities: a comparison of *Typha angustifolia* L. and *Chara tomentosa* L. beds in three shallow lakes (West Poland). *Polish Journal of Ecology* 54(1): 15-27.
- MCCORMICK, P.V., SHUFORD III, R.B.E., BACKUS, J.G. & KENNEDY, W.C. 1998. Spatial and seasonal patterns of periphyton biomass and productivity in the northern Everglades, Florida, USA. *Hydrobiologia* 362: 185 - 208.
- OLIVEIRA, M.D., TRAIN, S. & RODRIGUES, L.C. 1994. Levantamento preliminar do fitoplâncton de rede (exceto Zygnemaphyceae) do Rio Paraná, no município de Porto Rico, Paraná, Brasil. *Unimar* 16: 155-174.
- PIP, E. & ROBINSON, G.G.C. 1981. A comparison of algal periphyton composition on eleven species of submerged macrophytes. *Hydrobiological Bulletin* 18(2): 109-118.
- PRESCOTT, G.W., CROASDALE, H.T., VINYARD, W.C. & BICUDO, C.E.M. 1981. A Synopsis of North American Desmids; Part II. Desmidiaceae: Placodermae. Section 3. *In* Desmidiales. (G.W. Prescott, ed.). University Nebraska Press, Lincoln, 720 p.
- RODRIGUES, L. & BICUDO, D.C. 2001. Similarity among periphyton algal communities in a lentic-lotic gradient of the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Botany* 24: 235-248.
- SCHWARZBOLD, A., 1990. Métodos Ecológicos Aplicados ao Estudo do Perifíton. *Acta Limnologica Brasiliensia* 3, 545-592.
- STEVENSON, R.J. & SMOL, J.P. 2003. Use of algae in environmental assessments. *In* Freshwater algae of North America, ecology and classification (J. D. Wehr & Sheath, R.G., eds.). Academic Press, EUA, p. 775-804.
- TELL, G. & CONFORTI, V.T.D. 1986. Euglenophyta pigmentadas de la Argentina. *Bibliotheca Phycologica* 75: 163-182.

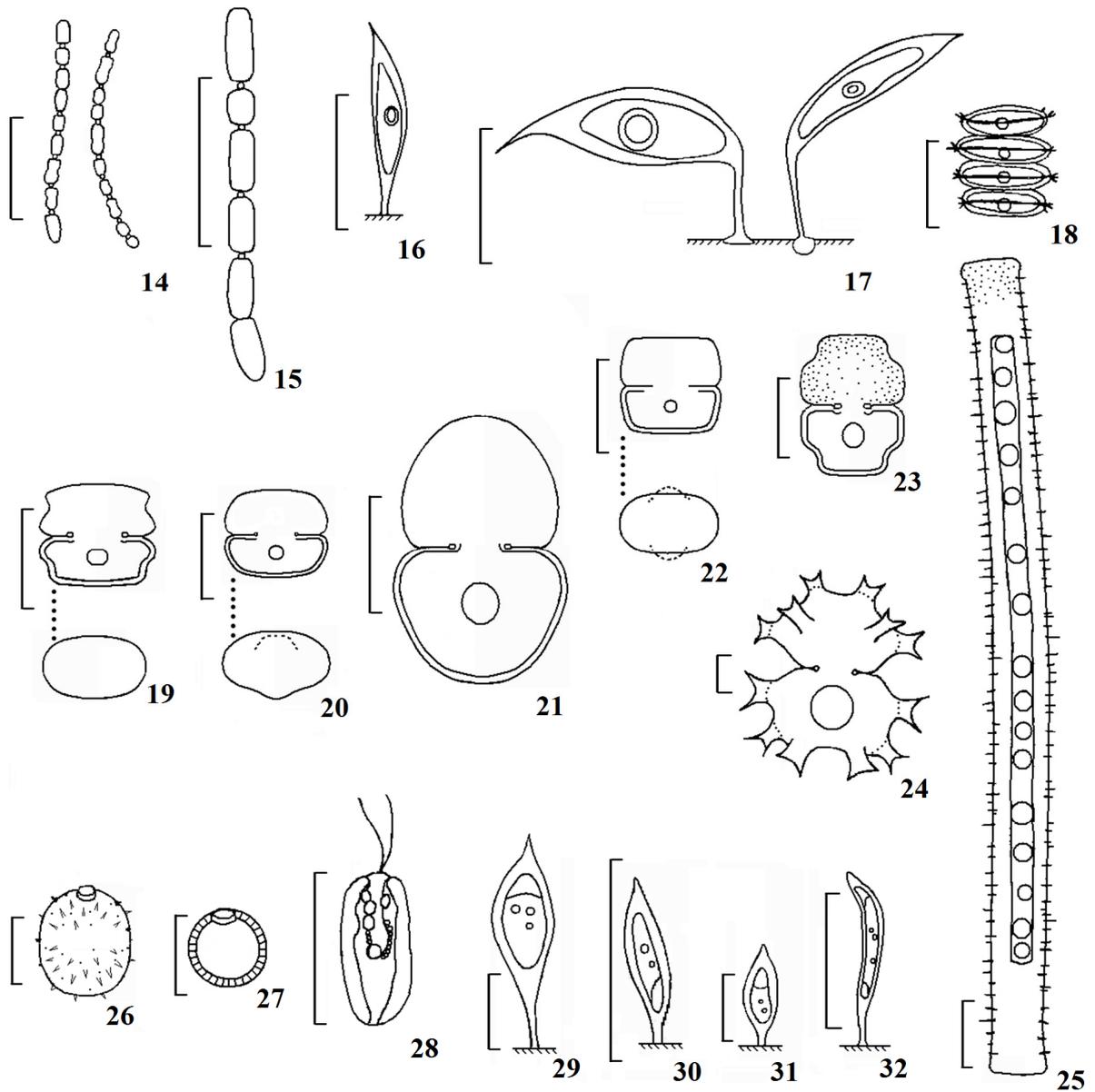
TRAIN, S., OLIVEIRA, M.D. & QUEVEDO, M.T. 2000. Dinâmica sazonal da comunidade fitoplanctônica de um canal lateral (Canal Cortado) do alto rio Paraná. *Acta Scientiarum* 22(2): 389-399.

UTERMÖHL, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen phytoplanktonmethodik. *Verhandlungen. Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 9: 1-38.

WETZEL, R.G. 1983. Opening Remarks. *In* *Periphyton of Freshwater Ecosystems* (R.G. Wetzel, ed.). Dr. W. Junk Publishers, The Netherlands, p. 339- 346.



Figuras 2-13. Algas perifíticas em distintos substratos da planície do alto rio Paraná. 2. *Chamaesiphon investiens*. 3. *Geitleribactron subaequalis*. 4. *Chroococcus limneticus*. 5. *Chroococcus minor*. 6. *Chroococcus minutus*. 7. *Aphanocapsa parasitica*. 8. *Aphanothece microscopica*. 9. *Phormidium molle*. 10. *Leibleinia epiphytica*. 11. *Leptolyngbya angustissima*. 12. *Leptolyngbya foveolarum*. 13a. *Leptolyngbya perelegans*. b. Aspecto do emaranhado de filamentos. Barra de escala = 10 μ m.



Figuras 14-32. Algas perifíticas dominantes em distintos substratos da planície do alto rio Paraná. 14. *Pseudanabaena frigida*. **15.** *Pseudanabaena moniliformis*. **16.** *Characium ensiforme*. **17.** *Characium ornithocephalum*. **18.** *Desmodesmus brasiliensis*. **19.** *Cosmarium abbreviatum*. **20.** *Cosmarium bireme*. **21.** *Cosmarium pseudopyramidatum*. **22.** *Cosmarium subadoxum*. **23.** *Cosmarium trilobulatum*. **24.** *Staurastrum forficulatum*. **25.** *Gonatozygon pilosum*. **26.** *Trachelomonas hispida*. **27.** *Trachelomonas* sp. **28.** *Cryptomonas tenuis*. **29.** *Characiopsis acuta*. **30.** *Characiopsis aquilonaris*. **31.** *Characiopsis elegans*. **32.** *Characiopsis sphagnicola*. Barra de escala = 10 μ m.

CAPÍTULO III

Estrutura da comunidade de algas perifíticas em distintos substratos naturais da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil

Título resumido: Estrutura da comunidade de algas perifíticas em substratos naturais

SUMÁRIO

1. Sugeriu-se que a estrutura da comunidade de algas perifíticas seja divergente em distintos substratos naturais, as macrófitas *Eichhornia azurea* Kunth, *Nymphaea amazonum* Martius e Zuccarini e *Oxycaryum cubense* (Poeppig e Kunth) Lye e em diferentes períodos (junho/2008 a março/2009, trimestralmente). Amostras coletadas de pecíolo e caule destas macrófitas, em uma lagoa conectada permanentemente ao rio Paraná, na planície de inundação do alto rio Paraná, foram submetidas à raspagem para remoção e posterior análise da comunidade perifítica. Concomitantemente foram levantados dados limnológicos do ambiente de estudo.
2. O ano de 2008 foi caracterizado pela irregularidade dos pulsos de inundação, dos níveis hidrométricos do rio Paraná e ambientes adjacentes e dos períodos hidrológicos. O efeito homogeneizador pôde ser observado apenas para ambientes conectados, no caso o ressaco do “Pau Véio”. Não foi possível distinguir os períodos hidrológicos típicos de águas baixas e águas altas.
3. Foram encontrados 406 táxons de algas perifíticas. As classes com maior riqueza e densidade corresponderam à Bacillariophyceae, Zygnemaphyceae, Cyanobacteria e Chlorophyceae. *O. cubense* deteve a maior riqueza específica de algas perifíticas, seguido por *E. azurea*, no entanto os valores médios deste atributo não foram significativamente diferentes. Quanto ao período, riqueza mais elevada ocorreu em novembro/2008 e março/2009, o contrário para a densidade, com menores valores neste período.
4. O substrato que comportou significativamente os maiores valores médios de densidade algal correspondeu à *E. azurea*, pela arquitetura e morfologia mais resistente e propícia ao desenvolvimento das algas perifíticas, principalmente das diatomáceas. *Nymphaea amazonum* assumiu posição intermediária, enquanto que *O. cubense*, em razão de sua arquitetura frágil e morfologia delicada, comportou as menores densidades, favorecendo principalmente algas metafíticas, como os táxons da classe Zygnemaphyceae.
5. Em junho e setembro/2008 foi prevalente a classe Bacillariophyceae (predominantemente representada por *Achnanthydium minutissimum*), seguida por Cyanobacteria, tanto para riqueza quanto para a densidade. Este fato representa a maior tolerância dessas algas em períodos de estresse, como escassez de nutrientes e baixas temperaturas ocorrentes em junho/2008.
6. Os valores de diversidade foram elevados para os três substratos, com oscilações significativas em *E. azurea*. Novembro/2008 e março/2009 apresentaram os maiores valores de diversidade para os três substratos. Estes períodos caracterizaram-se por valores médios de níveis hidrométricos maiores e temperaturas mais altas, o que pode ter influenciado o ambiente com a entrada de propágulos e o estabelecimento de um maior número de táxons em razão do evento perturbatório.
7. As divergências significativas na riqueza, densidade e diversidade da comunidade de algas perifíticas demonstraram a segregação primariamente temporal, e em segundo nível espacial, mas pouco pronunciada, das algas perifíticas. Estas divergências deveram-se, primeiramente,

às flutuações diárias nos níveis hidrométricos que caracterizaram os meses amostrados, consequentemente conferindo variabilidade às características limnológicas do resaco.

8. A morfologia e arquitetura das macrófitas promovem um ambiente com condições específicas, as quais influenciaram secundariamente a comunidade de algas perifíticas. A arquitetura de *O. cubense* provavelmente foi responsável pelas maiores diferenças entre as comunidades perifíticas dentre os distintos substratos, em razão da morfologia do caule e da bainha foliar que proporcionam um microhabitat diferenciado. *E. azurea* e *N. amazonum* apresentam morfologias de pecíolos aparentemente mais semelhantes.

Palavras-chave: Ambiente semilótico, biodiversidade, estrutura da comunidade, perifíton, planície alagável

Structure of the periphytic algal community in distinct natural substrates from the Paraná River floodplain, Brazil

Abbreviated title: Structure of the periphytic algal community in natural substrates

SUMMARY

1. It has been suggested that structure of periphytic algae community is divergent in distinct natural substrates, the macrophytes *Eichhornia azurea* Kunth, *Nymphaea amazonum* Martius and Zuccarini and *Oxycaryum cubense* (Poeppig and Kunth) Lye and in different periods (June 2008 to March 2009, quarterly). Samples collected from petioles and stems of these macrophytes, in a lake permanently connected to the Paraná River, at the Paraná River floodplain, were scraped for removal and posterior analysis of periphytic community. Limnological data from the study site were concomitantly obtained.

2. The year 2008 was characterized by the irregularity of flood pulses, water levels of the Paraná River and associated environments and hydrological periods. Homogenizing effect could be observed only for connected environments, such as the “Pau Véio” backwater. It was not possible to distinguish the typical hydrological periods of low water and high water.

3. We found 406 taxa of periphytic algae. Classes with higher species richness and density corresponded to Bacillariophyceae, Zygnemaphyceae, Cyanobacteria and Chlorophyceae. *O. cubense* detained the highest species richness of periphytic algae, followed by *E. azurea*, however the mean values for this attribute were not significantly different. When considering period, the highest richness occurred in November 2008 and March 2009 and the opposite occurred to density, with lower values in these periods.

4. Substrate which included the highest average algal density corresponded to *E. azurea*, which has the stronger architecture and morphology favoring the growth of periphytic algae, mainly diatoms. *Nymphaea amazonum* occupied an intermediate position, while *O. cubense*, presented the lowest densities, because of its more delicate architecture and fragile morphology, favoring mainly metaphytic algae such as taxa belonged to the class Zygnemaphyceae. 5. In June 2008, the class Bacillariophyceae was prevalent (predominantly represented by *Achnantheidium minutissimum*), followed by Cyanobacteria, both for richness as density. This fact represents the greater tolerance of these algae during stressing periods, such as lack of nutrients and low temperatures occurred in June 2008.

6. Diversity values were high for all substrates, with significant oscillations in *E. azurea*. November 2008 and March 2009 showed the highest diversity values for all three substrates. These periods were characterized by the highest mean values of water levels and higher temperatures, which may have influenced the environment through the input of propagules and the establishment of a greater number of taxa during the disturbance event.

7. Significant divergences in species richness, density and diversity of periphytic algal community demonstrated primarily the temporal and, secondarily but less pronounced, the spatial segregation of periphytic algae. These differences were due primarily to daily fluctuations of hydrometric levels which characterize the sampled months, consequently conferring variability to the limnological characteristics in environment.

8. Morphology and architecture of macrophytes promote an environment with specific conditions, which secondarily influenced periphytic algae community. Architecture of *O. cubense* was probably responsible for the largest differences between periphyton communities among different substrates, because morphology of stem and leaf sheath which provides a

differential microhabitat. *E. azurea* and *N. amazonum* present petiole morphologies apparently more similar.

Keywords: Biodiversity, community structure, periphyton, semilotic environment, wetland

3.1. Introdução

Planícies de inundação proporcionam uma grande variedade e abundância de substratos para colonização ao perifíton (Goldsborough e Robinson 1996) – definido como uma comunidade complexa de algas, bactérias, fungos e animais, além de detritos, aderidos a alguns substratos submersos orgânicos ou inorgânicos, vivos ou mortos (Wetzel 1983). As macrófitas constituem um habitat ideal e de grande importância para o desenvolvimento desta comunidade (Rodrigues *et al.* 2003).

Nestes ecossistemas extremamente heterogêneos, com ambientes caracterizados limnológica e biologicamente de forma variante, em razão da atuação dos pulsos de inundação ou pulsos hidrossedimentológicos (Junk *et al.* 1989, Neiff 1990, 1996, Ward *et al.* 1999, Thomaz *et al.* 2007), o complexo macrófita-perifíton assume grande relevância na biodiversidade como um todo.

A distribuição espacial e temporal da comunidade perifítica pode ser influenciada especialmente pela disponibilidade e diversidade de substratos no ambiente, especialmente as macrófitas (Pizarro 1999, Felisberto e Rodrigues 2005, Algarte *et al.* 2009). Distintas espécies de macrófitas atuam como substratos com características morfoestruturais particulares que por sua vez podem ou não influenciar a comunidade perifítica associada (Cattaneo e Kalff 1980, Eminson e Moss 1980, Millie e Lowe 1983, Blindow 1987, Lalonde e Downing 1991, Cattaneo *et al.* 1995; 1998, Jones *et al.* 2000, Kiss *et al.* 2003, Laugaste e Reunanen 2005, Messyasz e Kuczynska-Kippen 2006, Kulesza *et al.* 2008).

A estrutura da comunidade de algas perifíticas pode ser descrita pela riqueza, abundância e diversidade de espécies da comunidade (Moschini-Carlos 1999). A riqueza de espécies consiste numa simples mensuração da quantificação e expressão acerca da complexidade de uma dada área (Nabout *et al.* 2007). Já a importância da diversidade estende-se ao complementar a análise da biodiversidade do sistema rio-planície de inundação (Ward *et al.* 1999, Nabout *et al.* 2007).

O conhecimento de alguns atributos acerca da estrutura da comunidade perifítica abrangendo diferentes macrófitas de um dado ambiente assume grande relevância, especialmente na planície de inundação do alto rio Paraná, os quais estudos com esta abordagem encontram-se em ascensão (Rodrigues *et al.* 2008, Biolo e Rodrigues in. prep., Mormul *et al.* 2010) e, globalmente, ainda são incipientes (Messyasz e Kuczynska-Kippen 2006). Para a planície de inundação do rio Paraná, apenas o trabalho de Tesolín e Tell (1996) averiguou a estrutura e dinâmica da comunidade perifítica utilizando distintos substratos, na região do baixo rio Paraná, Argentina.

Mesmo compreendendo primeiros passos ao fornecer informações inéditas ao entendimento destas comunidades neste sistema em distintos substratos, este estudo procurou contribuir ao conhecimento da diversidade e abundância das algas perifíticas. Distintas espécies de macrófitas foram amostradas, consistindo em diferentes grupos ecológicos: *Eichhornia azurea* Kunth (enraizada flutuante), *Nymphaea amazonum* Martius & Zuccarini (enraizada com folhas flutuantes) e *Oxycaryum cubense* (Poepp. & Kunth) K. Lye (anfíbia, inicialmente epífita e posteriormente enraizada) (V.J. Pott & A. Pott 2000).

Este estudo teve como objetivo principal reforçar a importância da diversidade de substratos que por sua vez se reflete na diversidade tanto da comunidade perifítica quanto ao sistema como um todo. Estabelece-se, adicionalmente, sua relação com a estruturação das comunidades perifíticas baseadas na influência do macrofator pulso de inundação. As hipóteses que sustentam o presente estudo são: a) a riqueza, densidade, diversidade e equitabilidade de algas epífíticas de um mesmo ambiente, sob condições ambientais similares, diferem entre diferentes substratos naturais (espécies de macrófitas aquáticas), num dado momento, e b) a riqueza, densidade, diversidade e equitabilidade de algas perifíticas em distintos substratos alteram-se em períodos hidrológicos distintos.

3.2. Métodos

O ressaco do “Pau Véio” (Figura 1), onde foi desenvolvido o presente estudo, consiste num ambiente semilótico com conexão permanente ao rio Paraná. Situa-se na Ilha Mutum, na planície de inundação do alto rio Paraná, município de Porto Rico-PR, na divisa dos Estados do Paraná e Mato Grosso (22°44'S - 53°15'W). Apresenta área de 3,0 hectares, comprimento de 1.146,4 m e profundidade média de 1,8 m. A vegetação ripária compreende espécies arbustivas e herbáceas, dentre estas se destacam *Crotton* spp. e *Inga uruguayensis* Hooker e Arnott com uma transição gradual para o ambiente aquático a partir da presença de diversos estandes de macrófitas aquáticas, compostos principalmente por espécies emergentes como *Eichhornia azurea* Kunth e *Nymphaea amazonum* Martius & Zuccarini; espécies submersas como *Egeria najas* Planch e *E. densa* Planch e a epífita *Oxycaryum cubense* (Poepp. & Kunth) Lye.

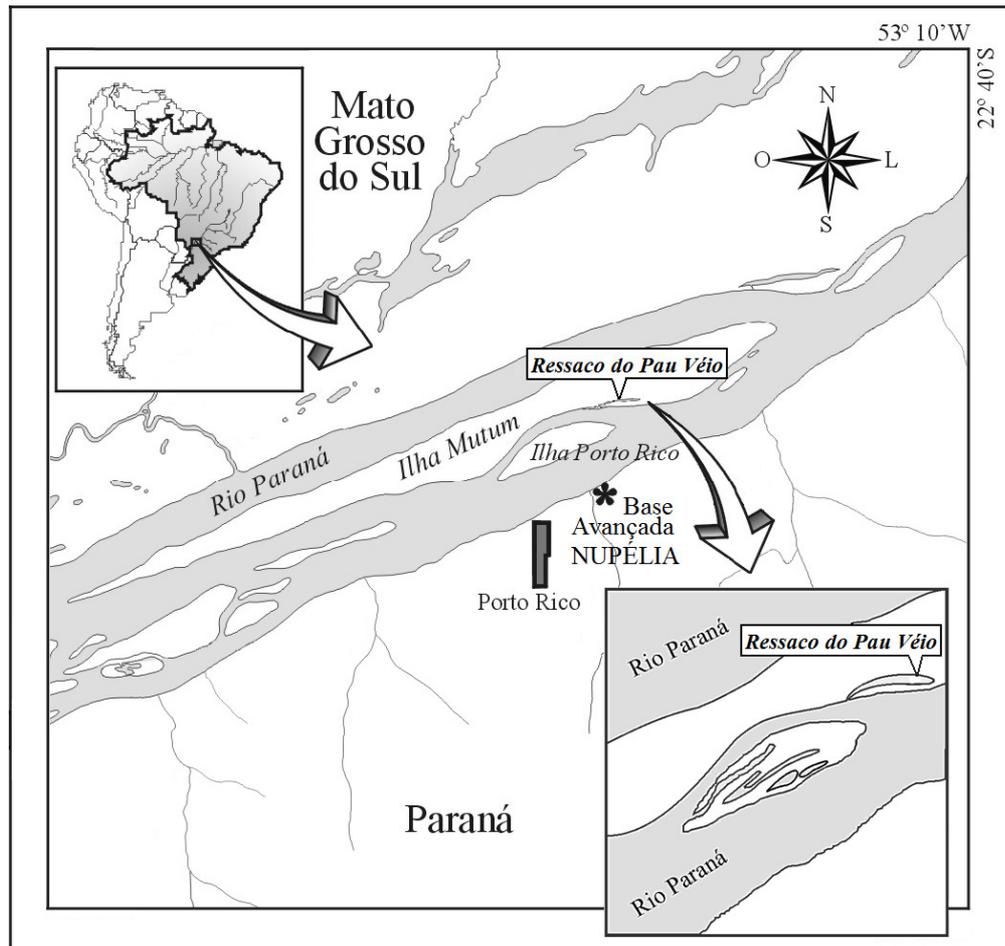


Fig. 1 Localização do ressaco do “Pau Vêio” na planície de inundação do alto rio Paraná, Paraná, Brasil.

As coletas da comunidade periférica foram realizadas trimestralmente entre junho de 2008 e março de 2009. Os substratos naturais para coleta do material epifítico consistiram de pecíolos de macrófitas aquáticas em estágio adulto (conforme recomendação de Schwarzbald 1990) das seguintes espécies (e grupos ecológicos, de acordo com Irgang *et al.* 1984): *Eichhornia azurea* Kunth (emergente) e *Nymphaea amazonum* Martius & Zuccarini (flutuante fixa), além do caule de *Oxycaryum cubense* (Poepp. & Kunth) Lye (epífita). Em *O. cubense* foi também amostrada a bainha foliar envolvida na região do caule. A seleção dos substratos deu-se em razão da presença dos mesmos em um mesmo banco multiespecífico sob condições ambientais similares, e em todos os períodos amostrados. Além de apresentarem características morfoestruturais semelhantes, buscou-se a padronização das metodologias de coleta e, principalmente suprir a ausência de estudos da comunidade periférica englobando os dois últimos substratos citados na planície do alto rio Paraná.

Os substratos coletados consistiram em réplicas (n=2), acondicionados em frascos de Wheaton (150 ml), envoltos em papel alumínio quando o material fosse destinado à análise

quantitativa. Os frascos foram previamente borrifados com água destilada e mantidos em caixa de isopor com gelo, posteriormente transportados ao laboratório para remoção do material perifítico. Para a remoção da comunidade perifítica do substrato, foi utilizada lâmina de aço revestida em papel alumínio com auxílio de jatos de água destilada. O material designado à análise qualitativa foi fixado em solução Transeau ao passo que para análise

As variáveis abióticas foram levantadas concomitantemente às coletas do material biológico corresponderam a: temperatura da água e oxigênio dissolvido (Oxímetro portátil marca YSI modelo 55); pH (pHmetro portátil Digimed modelo DM2); condutividade elétrica (Conduvímetero portátil Digimed modelo DM2); alcalinidade (Método Gran); transparência da coluna d'água (disco de Secchi); turbidez (Turbidímetro portátil modelo Lamotte); materiais sólidos totais e frações inorgânicas e orgânicas; nitrogênio total e nitrato; nitrogênio amoniacal; fósforo total e fosfato. Para análise da fração dissolvida dos nutrientes e determinação de material em suspensão, procedeu-se a filtração das amostras em filtros Whatman GF 52-C. Os dados do nível hidrométrico do rio Paraná foram obtidos pela régua referente ao Porto São José, Paraná. Os valores correspondentes as variáveis limnológicas foram cedidos pelo Laboratório de Limnologia Básica do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura - Nupélia, da Universidade Estadual de Maringá.

A análise qualitativa das algas perifíticas procedeu-se por meio da preparação de lâminas temporárias e análise em microscopia óptica (Bicudo e Menezes 2006). Os táxons encontrados foram medidos e identificados com base na bibliografia clássica e regional. Os sistemas de classificação adotados compreenderam Round (1965, 1971 recomendado por Bicudo & Menezes 2006).

Para análise quantitativa, a contagem algal foi realizada de acordo com o método de Utermöhl (1958), utilizando microscópio invertido e câmaras de sedimentação. Delimitou-se transectos horizontais e verticais, em campos aleatórios, com a quantificação de 100 indivíduos da espécie mais comum e curva de rarefação de espécies conforme proposto por Bicudo (1990). Amostras muito concentradas foram diluídas para facilitar a visualização e contagem dos indivíduos. Organismos unicelulares, colônias, cenóbios e filamentos foram considerados como indivíduo.

Os atributos estruturais analisados acerca da comunidade de algas perifíticas foram: riqueza específica (número de táxons); densidade (número de indivíduos por cm^2) de acordo com a equação de Ros (1979), adaptada à área do substrato; diversidade específica da comunidade, através do Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H') e expressa em

bits.ind⁻¹; e equitabilidade (E). Os índices de diversidade foram calculados com auxílio do programa Pc-Ord 4.0 (Anexo VII).

A Análise dos Componentes Principais (PCA) foi utilizada para a ordenação das amostragens nos distintos períodos em relação às variáveis limnológicas. Para a interpretação dos eixos, considerou-se aqueles com valores maiores que o modelo de Broken-Stick

A Análise Destendenciada de Correspondência (DCA) foi utilizada para as espécies dominantes (frequência de ocorrência e abundância acima de 50%, Lobo e Leighton 1986). A PCA e DCA foram realizadas utilizando-se o programa PC-Ord 4.0.

Para testar diferenças significativas na riqueza, densidade e diversidade foram aplicados ANOVA bifatorial para verificar o efeito dos fatores e da interação dos fatores sobre os atributos. Quando não verificada interação entre os fatores, aplicou-se teste *a posteriori* de Tukey. Quando os pressupostos de normalidade (Shapiro-Wilk, distribuição normal) e homocedasticidade (teste de Levene, $p > 0,05$) não puderam ser atingidos, aplicou-se o teste de Kruskal-Wallis (não-paramétrico, $p < 0,05$), e teste *a posteriori* de Bonferroni para apontar as diferenças.

Entre os eixos da DCA, foram testadas diferenças significativas através do teste de Mann-Whitney (não-paramétrico, $p < 0,05$). Tais testes foram realizados com auxílio do programa Statistica 7.1, e os dados foram Log₂ transformados quando necessário. Todos os gráficos foram construídos no programa Statistica 7.1 (Statsoft Inc. 2005).

3.3. Resultados

Os dados abióticos relativos ao ressaco do “Pau Véio”, no período de estudo, estão sumarizados na Tabela 1.

Tabela 1 Dados abióticos obtidos no ressaco do “Pau Véio”, planície de inundação do alto rio Paraná, no período de junho de 2008 a março de 2009

	JUN	SET	NOV	MAR
Temperatura (°C)	19,4	20,9	27,1	28,5
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	6,15	4,31	2,59	5,22
pH	6,83	6,55	6,62	6,91
Condutividade (µS.cm ⁻¹)	56,7	59,3	59,9	58,8
Alcalinidade (µEq L ⁻¹)	468	457,5	387,2	410,4
Nível hidrométrico médio (m)	2,95	2,55	2,39	3,16
Transparência (Secchi) (m)	3,1	2,2	2	2,25
Turbidez (NTU)	3,33	-	2,28	3,63
Materiais sólidos totais (µg.L ⁻¹)	2,1	0,6	0,75	1,88
Nitrogênio total (µg.L ⁻¹)	227,5	368,1	495,2	1000,9
Nitrato (µg.L ⁻¹)	135,8	97,9	45,8	120,7
Nitrogênio amoniacal (NH ₄ ⁺)	4,9	2,6	19,3	7,26
Fósforo total (µg.L ⁻¹)	13,2	12,1	18,6	20,6
Ortofosfato (µg.L ⁻¹)	4,9	3,7	13,8	5,5

Os valores médios dos níveis hidrométricos no período de estudo variaram de 2,39 m (novembro/2008) a 3,16 m (março/2009). O ano de 2008 foi caracterizado por valores abaixo do nível de transborde de 3,5 m (Thomaz *et al.* 1997, 2007), sendo que foram registrados valores acima deste limite apenas 48 dias durante o ano todo. Isto representou uma irregularidade nos períodos hidrológicos característicos de águas altas (de novembro a maio) e águas baixas (de junho a outubro), com a prevalência durante todo o ano de baixos níveis. No ano de 2009, o período de águas altas foi característico, a partir da elevação dos níveis em janeiro/2009, com picos acima do nível de transborde em fevereiro/2009 (entre 3,53 m e 4,65 m), 10 dias antes da realização da última amostragem da comunidade perifítica (Fig. 2).

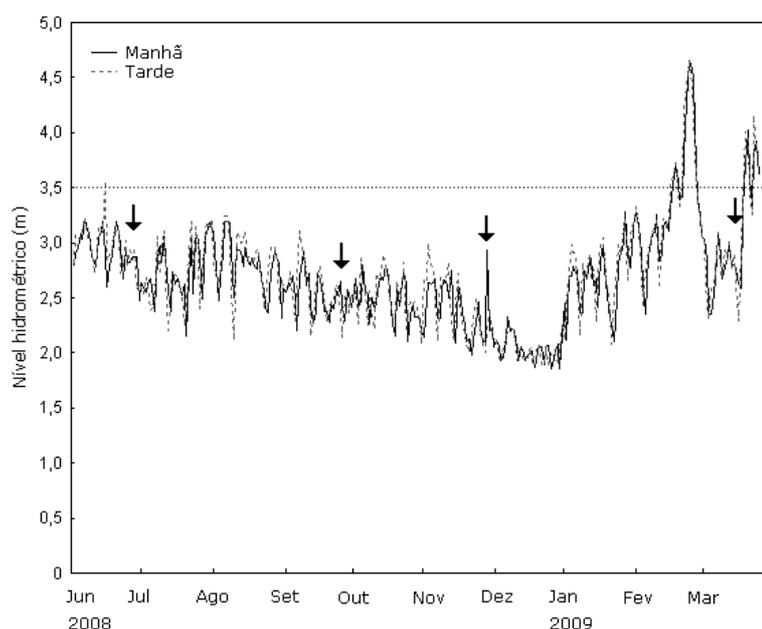


Fig. 2 Níveis hidrométricos diários do rio Paraná no período de estudo (junho/2008 a março/2009), na parte de manhã e tarde. As setas indicam os dias de coleta (28/06/2008, 29/07/2008, 28/11/2008 e 13/03/2009), e a linha tracejada demarca o nível de transborde (3,5 m).

A Análise de Componentes Principais (PCA) resumiu 89,5 % da variabilidade total dos dados abióticos (Tab. 2) em seus dois primeiros eixos, com a formação de 3 grupos (Tab. 2, Fig. 3).

O primeiro eixo (52,8%) esteve principalmente associado com o nitrogênio amoniacal e o ortofosfato positivamente; e em seu lado negativo, com o nitrato e o oxigênio dissolvido. Neste eixo observou-se a distinção da comunidade: (a) pelos meses de junho/2008 e março/2009 caracterizados principalmente pelas médias mais elevadas de oxigênio dissolvido e nitrato; (b) pelos meses de setembro/2008 e novembro/2008 caracterizados pelas menores médias de ortofosfato e nitrogênio amoniacal.

Tabela 2 Valores da correlação dos dados abióticos com os eixos principais 1 e 2 da Análise de Componentes Principais (PCA)

Variáveis limnológicas	Eixos principais da PCA	
	1	2
Temperatura da água (°C)	0.19135	-0.34235
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	-0.80776	0.03879
Ph	-0.04498	-0.03325
Condutividade (µS.cm ⁻¹)	0.05010	-0.01026
Alcalinidade (µEq L ⁻¹)	-0.14679	0.13230
Transparência (Secchi) (m)	-0.40110	0.13126
Turbidez (NTU)	-0.77422	-1.01994
Nitrogênio total (µg.L ⁻¹)	-0.03506	-1.18462
Nitrato (µg.L ⁻¹)	-0.95366	0.03108
Nitrogênio amoniacal (µg.L ⁻¹)	1.63671	-0.73237
Fósforo total (µg.L ⁻¹)	0.15711	-0.50030
Ortofosfato (µg.L ⁻¹)	1.28652	-0.41574
Nível hidrométrico* (m)	-0.30124	-0.16924
Explicabilidade da variação (%)	52,8	36,7

* Média do período dos 15 dias anteriores às coletas

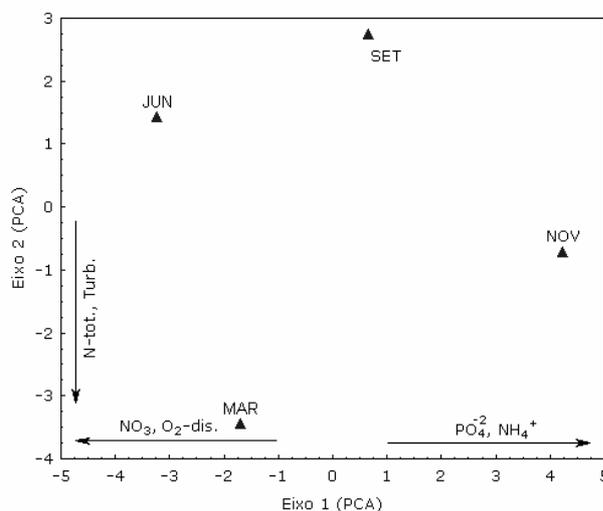


Fig. 3 Análise de Componentes Principais (PCA) dos meses de coleta (JUN = junho/2008; SET = setembro/2008; NOV = novembro/2008 e MAR = março/2009) no ressaco do “Pau Véio”, planície de inundação do alto rio Paraná (N-tot. = nitrogênio total; Turb. = turbidez; NO₃ = nitrato; O₂-dis. = oxigênio dissolvido; PO₄⁻² = ortofosfato; NH₄⁺ = nitrogênio amoniacal).

O segundo eixo (36,7%) associou-se principalmente com o nitrogênio total e a turbidez. Este segundo componente distinguiu a comunidade dos distintos substratos de junho/2008 e setembro/2008 dos meses subsequentes, novembro/2008 e março/2009. O primeiro período de 2008 (junho e setembro) caracterizou-se pelas menores médias de nitrogênio total e turbidez.

Verifica-se, desta forma, a presença de três grupos distintos, nos anos de 2008/2009 no ressaco do “Pau Véio”, consequentemente segregando a comunidade periférica presente nestes grupos, de acordo com os períodos hidrológicos de águas baixas/vazante (junho/2008 e março/2009), enchente/águas altas (setembro e novembro/2008); e do ciclo hidrológico de 2008 para 2009.

A riqueza específica total da comunidade de algas epifíticas nos três substratos amostrados no ressaco do “Pau Véio” compreendeu 406 táxons pertencentes à 12 classes (114 Zygnemaphyceae, 86 Bacillariophyceae, 66 Chlorophyceae, 58 Cyanobacteria, 24 Xanthophyceae, 23 Euglenophyceae, 14 Chrysophyceae, 9 Oedogoniophyceae, 7 Cryptophyceae, 3 Rhodophyceae, 1 Chlamydoephyceae e 1 Dinophyceae).

A distribuição dos táxons em relação ao substrato e meses amostrados encontra-se na Tabela 3, o qual a maior riqueza total de algas perifíticas em sua comunidade aderida correspondeu a *O. cubense* (305 táxons), e no mês de novembro/2008 (299). Os menores valores de riqueza foram relativos ao substrato *N. amazonum* (288) e ao mês de junho/2008 (190).

Tabela 3 Riqueza de táxons por classe, por substrato (*E. azurea*, *N. amazonum* e *O. cubense*) e por mês amostrado (junho, setembro e novembro/2008 e maio/2009), no ressaco do “Pau Véio”

	Substrato			Período			
	<i>E. azurea</i>	<i>N. amazonum</i>	<i>O. cubense</i>	Jun	Set	Nov	Mar
Zygnemaphyceae	69	70	87	26	69	75	63
Bacillariophyceae	66	73	65	62	57	62	62
Chlorophyceae	51	41	48	39	35	47	44
Cyanobacteria	48	44	48	23	45	49	42
Xanthophyceae	19	19	18	11	13	18	16
Euglenophyceae	20	14	16	16	16	18	13
Oedogoniophyceae	8	8	8	7	8	8	8
Chrysophyceae	11	9	7	3	8	11	5
Cryptophyceae	7	6	6	2	3	6	5
Rhodophyceae	1	2	1	0	0	3	2
Chlamydoephyceae	1	1	1	1	1	1	1
Dinophyceae	0	1	0	0	0	1	0
TOTAL	301	288	305	190	255	299	261

Em questão aos diferentes substratos, os valores de riqueza total não apresentaram diferenças significativas (Tabela 4, Figura 4), o contrário foi observado para os períodos amostrados ($p=0,0003$), tendendo à elevação dos valores a partir de junho/2008, atingindo os maiores valores em setembro e novembro/2008 e diminuindo novamente em março/2009. Quando avaliado o efeito tanto do tipo de substrato quanto do período sobre a riqueza das algas perifíticas, as médias apresentaram interação ($p=0,0197$) e foram significativamente diferentes.

Em termos de classe, Zygnemaphyceae compreendeu a classe mais rica no total (114 táxons) seguida por Bacillariophyceae (86), Chlorophyceae (66) e Cyanobacteria (58), enquanto que as demais classes somaram 82 táxons no total. No entanto, quando avaliada a

riqueza por classe em relação ao tipo de substrato, as classes não apresentaram diferenças marcantes entre os substratos.

Tabela 4 Influência dos fatores (período; substrato; período x substrato) nas médias de riqueza das algas perifíticas verificada pela ANOVA bifatorial. Valor com asterisco indica diferença significativa ($p < 0,05$).

Fatores	G. L. (efeito; erro)	F	p
Período	3; 12	13,459	0,00038*
Substrato	2; 12	1,342	0,2978
Período x Substrato	6; 12	3,997	0,0197*

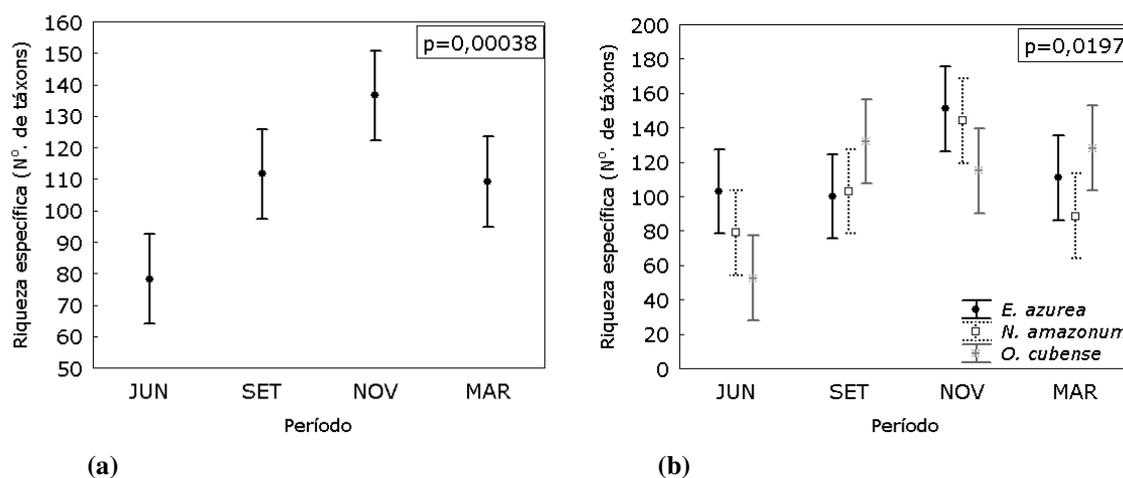


Fig. 4 Efeito do (a) período (junho, setembro e novembro/2008 e março/2009) e (b) período x substrato (*E. azurea*, *N. amazonum* e *O. cubense*) na riqueza total das algas perifíticas do resaco do “Pau Véio”. Os valores nos retângulos indicam se houve diferenças significativas pelo teste de Fischer ($p < 0,05$). Médias com as barras indicando o intervalo de confiança ($\pm 0,95$). Notar as diferentes escalas.

No que diz respeito aos períodos amostrados, Bacillariophyceae e Xanthophyceae apresentaram valores de riqueza constantes nos quatro meses amostrados. As demais classes seguiram o mesmo padrão da riqueza total, apresentando uma tendência de elevação da riqueza a partir do mês de junho/2008, em direção aos meses de setembro/2008 e novembro/2008 e declinando em março/2009.

Quando considerado o atributo densidade algal, as médias dos valores totais de densidade por substrato (englobando todos os períodos) e por períodos (englobando todos os substratos) foram diferentes (Figura 5).

As diferenças foram significativas nas densidades médias de acordo com o tipo de substrato ($p = 0,037$) (Tabela 5, Figura 6). As médias de densidade total da comunidade perifítica que se distinguiram significativamente entre si, em relação ao tipo de substrato, foram entre *E. azurea* de *O. cubense* ($p = 0,029$). Os valores de densidade das algas perifíticas do resaco do “Pau Véio” por substrato e por período são apresentadas na Tabela 6.

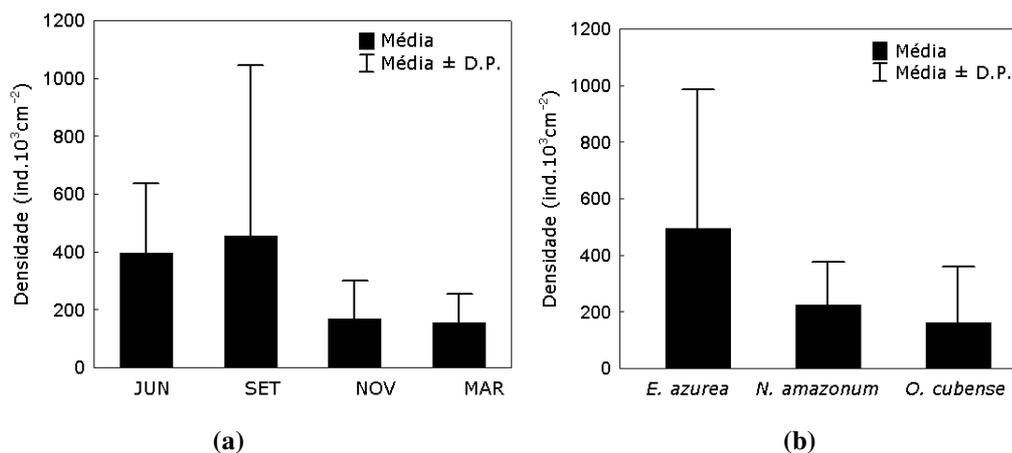


Fig. 5 Médias da densidade total das algas perifíticas (a) por período, englobando todos os substratos (junho, setembro e novembro/2008 e maio/2009), e (b) por substrato, no ressaco do “Pau Véio”. D.P. = desvio padrão.

Tabela 5 Influência dos fatores (período; substrato período x substrato) na densidade das algas perifíticas (Log_2) verificada pela ANOVA bifatorial. Valor com asterisco indica diferença significativa ($p < 0,05$)

Fatores	G. L. (efeito; erro)	F	p
Período	3; 12	1,851	0,192
Substrato	2; 12	4,390	0,037*
Período x Substrato	6; 12	1,134	0,399

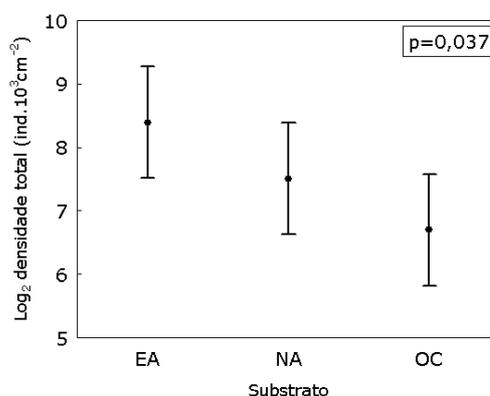


Fig. 6 Efeito do substrato (*E. azurea*, *N. amazonum* e *O. cubense*) na densidade total (log_2) das algas perifíticas do ressaco do “Pau Véio”. O valor no retângulo indicam diferenças significativas pelo teste de Fischer ($p < 0,05$). Médias com as barras indicando o intervalo de confiança ($\pm 0,95$).

Tabela 6 Densidade total e desvio padrão das algas perifíticas, por classe, nos substratos (EA = *E. azurea*, NA = *N. amazonum* e OC = *O. cubense*) e períodos amostrados (junho, setembro e novembro/2008 e maio/2009), no ressaço do “Pau Vêio”

Classe	Período											
	Junho/2008			Setembro/2008			Novembro/2008			Março/2009		
	EA	NA	OC	EA	NA	OC	EA	NA	OC	EA	NA	OC
Bacillariophyceae	465,08 ±202,57	265,6 ±228,66	332,94 ±407,06	1.042 ±855,09	148,19 ±16,98	74,24 ±31,99	68,68 ±41,95	199,17 ±144,9	18 ±6,63	157,74 ±11,4	33,79 ±2,07	56,87 ±53,63
Cyanobacteria	30,21 ±7,39	32,99 ±25,35	9,36 ±6,48	11,27 ±9,46	12,89 ±6,69	4,35 ±0,76	15,66 ±6,85	30,84 ±12,78	25,11 ±0,18	46,44 ±25,98	24,15 ±21,71	35,27 ±26,5
Oedogoniophyceae	3,56 ±1,09	9,93 ±0,17	1,97 ±2,04	4,48 ±4,63	10,19 ±0,33	2,88 ±1,55	6,81 ±3,79	8,1 ±7,74	2,45 ±2,21	5,19 ±5,45	7,18 ±6,27	5,88 ±4,21
Zygnemaphyceae	1,55 ±0,16	5,68 ±2,26	0,66 ±0,68	10 ±3,47	12,58 ±3,04	6,85 ±1,67	12,98 ±11,18	14,28 ±8,14	4,49 ±2,73	9,1 ±12	5,27 ±5,36	7,36 ±6,5
Chlorophyceae	3,94 ±1,01	1,89 ±0,01	1,46 ±1,56	3,73 ±1,65	5,71 ±4,13	3,74 ±0,93	16,63 ±13,81	15,51 ±6,4	3,81 ±0,2	10,4 ±11,22	2,3 ±2,76	10,56 ±11,51
Xanthophyceae	3,06 ±2,06	2,99 ±1,54	2,52 ±2,07	0,61 ±0,29	2,4 ±1,7	1,56 ±0,72	9,28 ±7,54	13,6 ±5,56	4,55 ±1,83	8,12 ±7,7	3,55 ±0,98	8 ±8,18
Cryptophyceae	0,8 ±0,3	0,32 -	2,45 ±2,97	1,22 ±0,58	0,37 ±0,24	0,9 ±0,25	2,27 ±0,28	12,55 ±6,82	2,95 ±1,26	5,49 ±3,25	2,02 ±0,05	6,38 ±6,29
Chrysophyceae	0,46 ±0,53	0,32 ±0,45	0,73 ±0,22	0,64 ±0,04	2,30 ±1,84	0,21 ±0,06	1,61 ±1,48	1,58 ±1,31	1,08 ±1,39	4,13 ±4,82	1,18 ±0,54	2,31 ±2,3
Chlamydomphyceae	-	0,16 ±0,22	-	0,1 ±0,14	1 ±1,13	0,45 ±0,4	0,61 ±0,06	3,16 ±0,63	0,81 ±0,66	1,01 ±0,7	0,28 ±0,4	0,77 ±0,3
Euglenophyceae	1,28 ±0,02	1,57 ±0,44	1,61 ±0,53	1,97 ±1,83	0,28 ±0,11	0,45 ±0,3	1,61 ±0,95	3,16 ±0,63	1,03 ±0,64	2,55 ±2,44	1,41 ±0,21	2,49 ±3,04
Dinophyceae	-	-	-	-	-	-	-	0,27 ±0,08	-	-	-	-
Rhodophyceae	-	-	-	-	-	-	0,24 ±0,07	0,16 ±0,23	0,2 ±0,28	0,43 ±0,46	0,56 ±0,18	-

A densidade total da comunidade de algas perifíticas apresentou-se delineada conforme a variação da densidade de Bacillariophyceae, tanto por substratos como por períodos. Um grande pico na abundância de Bacillariophyceae foi registrado em *E. azurea* no mês de setembro/2008 ($1042 \text{ ind.} \cdot 10^3 \text{ cm}^{-2}$). Em todos os substratos e períodos, *Achnantheidium minutissimum* (Kütz.) Czarn. foi o táxon responsável pelos valores elevados de densidade da classe Bacillariophyceae (Fig. 7).

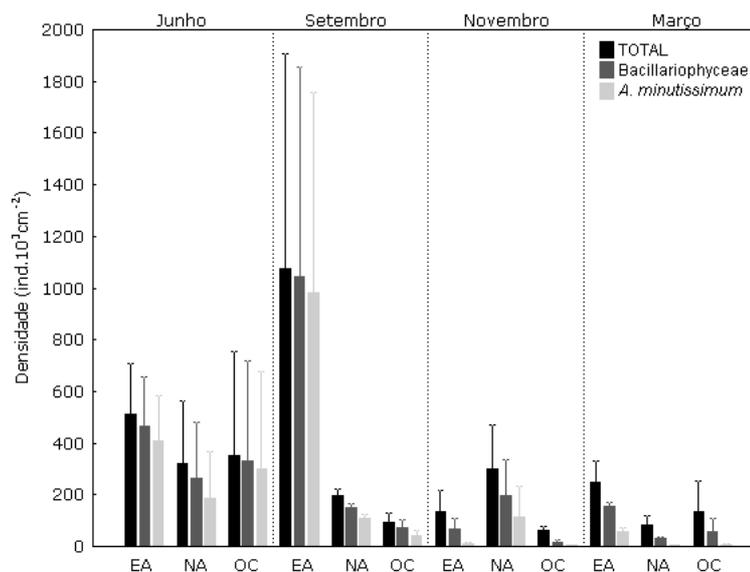


Fig. 7 Densidade média e desvio padrão de todas as classes, da classe Bacillariophyceae e dos táxons *Achnantheidium minutissimum* (Bacillariophyceae) nos três substratos (EA = *E. azurea*; NA = *N. amazonum*; OC = *O. cubense*) e nos períodos amostrados (junho, setembro e novembro/2008 e março/2009), no ressamco do “Pau Vêio”.

Cyanobacteria compreendeu a segunda classe mais abundante ($278,5 \text{ ind.} \cdot 10^3 \text{ cm}^{-2}$) entre todos os substratos e períodos, com exceção da parcela representada em *O. cubense* em setembro/2008 e *E. azurea* em novembro/2008, o qual as cianobactérias foram menos abundantes que as demais classes. As principais classes seguintes em abundância corresponderam a Zygnemaphyceae ($90,8 \text{ ind.} \cdot 10^3 \text{ cm}^{-2}$), Chlorophyceae ($78,8 \text{ ind.} \cdot 10^3 \text{ cm}^{-2}$), Oedogoniophyceae ($68,6 \text{ ind.} \cdot 10^3 \text{ cm}^{-2}$) e Xanthophyceae ($60,3 \text{ ind.} \cdot 10^3 \text{ cm}^{-2}$). Um pico característico foi registrado em novembro/2008 para Cryptophyceae em *N. amazonum*, sendo que outras classes apresentaram os maiores valores de abundância também neste período e substrato. Dinophyceae ocorreu pontualmente em novembro/2008, em *N. amazonum*. Rhodophyceae foi registrada somente em novembro/2008 e março/2009.

De um modo geral, diferenças significativas entre as densidades médias por classe algal ocorreram entre os períodos ($p=0,0001$) e entre os substratos ($p=0,0001$). No que diz respeito ao período englobando todos os substratos, as diferenças deveram-se principalmente

à classe Bacillariophyceae presente em junho e setembro/2008 perante as demais classes nos distintos períodos. A partir de novembro/2008, os valores de densidade de Bacillariophyceae não divergiram significativamente em relação à densidade das principais classes algais em termos de abundância (Cyanobacteria, Oedogoniophyceae, Zygnemaphyceae e Chlorophyceae). Chlamydomonadales (classe pouco abundante) apresentou diferenças significativas das demais classes em quase todos os períodos.

Quanto aos substratos, as médias de densidade de Bacillariophyceae e Cyanobacteria divergiram significativamente das demais classes, principalmente nos substratos *E. azurea* e *N. amazonum*. As densidades de Chlamydomonadales diferiram significativamente entre os substratos em relação às principais classes em termos de abundância.

Foi observada uma oscilação entre os valores de diversidade e equitabilidade entre os três substratos e entre os meses amostrados (Figura 8). *E. azurea* apresentou as maiores variações entre os meses amostrados, enquanto que em *N. amazonum* e *O. cubense* foi observado uma tendência a elevação nos valores, sendo que em *N. amazonum* não oscilaram tanto quanto em *E. azurea*. Já em relação aos meses amostrados, junho e setembro apresentaram pequenas variações enquanto que novembro e março os valores tenderam a uma homogeneidade entre os distintos substratos. De um modo geral, a diversidade foi baixa em junho e setembro/2008 em todos os substratos, em consequência da dominância de classes como Bacillariophyceae e Cyanobacteria, e a grande riqueza de táxons raros. Ao passo que o contrário foi observado nos meses seguintes, os quais maiores valores de diversidade ocorreram em novembro/2008 e março/2009, com exceção de *E. azurea*, com declínio na diversidade e equitabilidade neste último mês.

Desta forma, diferenças significativas recaíram principalmente sobre a diversidade de Shannon-Wiener da comunidade periférica presente em *E. azurea* em setembro/2008 ($p=0,041$) dos outros substratos em novembro/2008 e março/2009. A equitabilidade e diversidade de Simpson não diferiram de forma significativa entre os períodos e substratos amostrados.

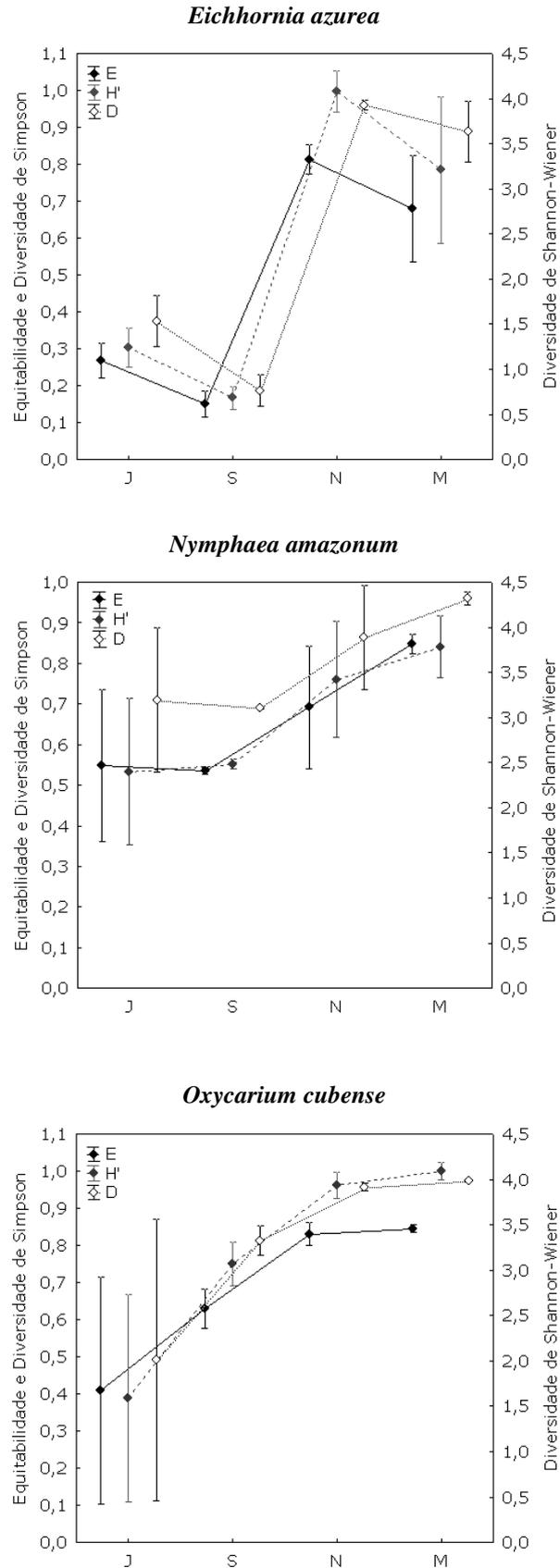


Fig. 8 Equitabilidade (E), Diversidade de Shannon-Wiener (H') e Diversidade de Simpson (D) da comunidade de algas perifíticas nos três substratos amostrados (*E. azurea*, *N. amazonum* e *O. cubense*) no resaca do “Pau Véio”, durante junho/2008 a março/2009. Médias sendo as barras indicando o desvio padrão. Notar as diferentes escalas.

A Análise Destendenciada de Correspondência (DCA) foi aplicada para a densidade dos táxons abundantes e dominantes e também com frequência de ocorrência acima de 50%, nos distintos substratos e períodos (Figura 9).

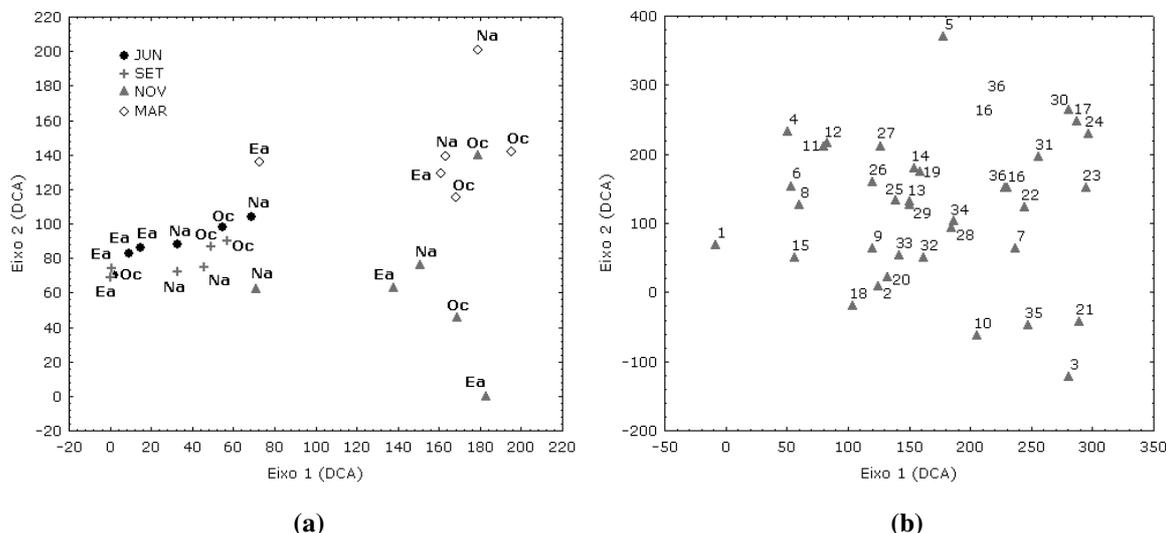


Fig. 9 (a) Distribuição das amostragens em relação aos táxons abundantes e dominantes e com frequência de ocorrência acima de 50%; (b) distribuição dos táxons abundantes e dominantes: 1. *Achnantheidium minutissimum* (Kütz.) Czarn.; 2. *Encyonema mesianum* (Chol.) Mann; 3. *E. silesiacum* (Bleis.) Man; 4. *Eunotia faba* (Ehr.) Grun.; 5. *E. intermedia* (Krass. ex Hust.) Nörp. & Lange-Bert.; 6. *E. maior* (W.Sm.) Rab.; 7. *E. neomundana* Metz. & Lange-Bert.; 8. *E. pectinalis* (Dillw.) Rab.; 9. *Fragilaria capucina* Desm.; 10. *F. tenera* (W. Smith) Lange-Bert.; 11. *Gomphonema brasiliense* Grun.; 12. *G. clevei* Fricke; 13. *G. gracile* Ehr.; 14. *G. parvulum* (Kütz.) Kütz.; 15. *G. truncatum* Ehr.; 16. *Navicula* cf. *trivialis* Lange-Bert.; 17. *Nitzschia amphibia* Grun.; 18. *N. linearis* Grun.; 19. *N. palea* (Kütz.) Smith; 20. *Ulnaria ulna* (Nitzsch.) Comp. (Bacillariophyceae); 21. Chlorophyceae cocóide não identificada 2 (Chlorophyceae); 22. *Salpingoeca* sp. (Chrysophyceae); 23. *Cryptomonas* cf. *tenuis* Pasch. (Cryptophyceae); 24. *Aphanocapsa parasitica* (Kütz.) Komárek & Anagn.; 25. *Chroococcus minor* (Kütz.) Nägeli; 26. *Leibleinia epiphytica* (Hieronymus) Anagn. & Komárek; 27. *Leptolyngbya foveolarum* (Gom.) Anagn. & Komárek; 28. *L. perelegans* (Lemmerm.) Anagn. & Komárek; 29. *L. angustissima* (W. & G. S. West) Anagn. & Komárek; *Phormidium molle* Gom.; 31. *Pseudanabaena frigida* (Fritsch) Anagn. (Cyanobacteria); 32. *Oedogonium* sp.; 33. *Oedogonium* sp. 4 (Oedogoniophyceae); 34. *Characiopsis aquinolaris* Skuja; 35. *C. elegans* Ettl (Xanthophyceae); 36. *Cosmarium subadoxum* (Zygnemaphyceae). Notar as diferentes escalas.

Os eixos 1 e 2 da DCA para as espécies apresentaram-se significativamente diferentes de acordo com o teste de Mann-Whitney ($p=0,036$). Observou-se uma ordenação das espécies pelos distintos períodos, mas não substratos. As espécies dominantes presentes em junho e setembro/2008 apresentaram maior semelhança enquanto que as presentes em novembro/2008 e março/2009 foram mais heterogêneas em relação aos meses anteriores, considerando o eixo 1. As algas perifíticas dominantes em março/2009 ficaram separadas dos demais meses pelo eixo 2. Maior número de táxons foram relativos aos meses de novembro/2008 e março/2009.

3.4. Discussão

O rio Paraná e seus ambientes adjacentes, neste estudo representado pelo ressaco do “Pau Véio”, caracterizou-se por apresentar baixas concentrações de nutrientes (principalmente as frações de fósforo) e elevada transparência da coluna d’água. Este fato foi anteriormente observado por Roberto *et al.* 2009 e corroborado no presente estudo. Estas características provavelmente influenciaram a estrutura da comunidade de algas perifíticas no período de estudo. A disponibilidade de nutrientes, luminosidade, temperatura, velocidade da água, entre outros fatores, são fundamentais para a estruturação e o funcionamento das comunidades aquáticas (Thomaz e Bini 1998).

Segundo Wetzel (1983), as principais características físicas (turbulência, tipo do substrato, temperatura da água e luz), químicas (concentração de oxigênio dissolvido e nutrientes) e bióticas (condições do habitat e processos de competição) atuam diretamente na comunidade perifítica que respondem a estas influências. Em relação às características limnológicas, a importância deste fator na distinção da comunidade perifítica no presente estudo pode ser verificada indiretamente, em função principalmente da flutuação diária dos níveis hidrométricos do rio Paraná e seus ambientes adjacentes, no caso, o ressaco do “Pau Véio”.

A ocorrência de pulsos de inundação na planície do alto rio Paraná em 2008 apresentou-se de forma irregular, com a recorrência de pulsos de baixa intensidade e amplitude e níveis hidrométricos abaixo de 3,5 m, considerado o nível de transborde (Thomaz *et al.* 1997). A ausência de inundações características e valores médios dos níveis hidrométricos baixos foram principalmente decorrentes da ação das barragens à montante, especificamente do Porto Primavera, no trecho superior da área sob investigação (Souza-Filho *et al.* 2004, Roberto *et al.* 2009).

Em planícies de inundação, o regime hidrológico atua de maneira primordial sobre as comunidades biológicas de rios (Silva *et al.* 2004) e seus ambientes adjacentes. O efeito homogeneizador do rio Paraná sobre os distintos ambientes da planície (Thomaz *et al.* 1997, 2007) pôde ser observado, no ano de 2008, somente nos ambientes diretamente a este conectados (Roberto *et al.* 2009), neste presente estudo representado pelo ressaco do “Pau Véio”.

Os períodos hidrológicos típicos de águas altas ou potamofase e águas baixas ou limnofase, distintos a partir da atuação dos pulsos de inundação ao longo do ano na planície do alto rio Paraná (Junk *et al.* 1989, Neiff 1990, 1996, Thomaz *et al.* 2007), não puderam ser reconhecidos no ano de 2008. Assim, este ano foi caracterizado pelas flutuações diárias nos

níveis hidrométricos e das demais variáveis limnológicas, os quais conferiram variabilidade à estrutura da comunidade perifítica neste ano. Conforme resultados apresentados no presente estudo, a riqueza, densidade e diversidade específica das algas perifíticas no ressaco do “Pau Véio” alteraram-se significativamente em escala temporal, principalmente em relação ao mês de junho/2008 e os demais.

Assim, a comunidade perifítica dos distintos substratos ficou claramente separada conforme os meses amostrados: junho e setembro/2008; e novembro/2008 e março/2009, principalmente, pelos maiores valores dos níveis hidrométricos médios, temperatura e nutrientes e menores valores de transparência e oxigênio dissolvido nestes últimos meses. Apesar da ocorrência de pequenos pulsos e níveis hidrométricos não tão elevados em novembro/2008, o qual culminaria com o período de águas altas em um ano típico, este período pôde ser caracterizado limnológica e biologicamente pela influência do efeito homogeneizador da planície. Este fato deveu-se, como discutido anteriormente, pela conexão permanente do ressaco ao rio Paraná, e assim, sob influência da homogeneização provocada por este ambiente sobre os ambientes adjacentes, mesmo sob baixos valores de níveis hidrométricos.

No que diz respeito ao substrato como fator estruturador da comunidade perifítica (Moschini-Carlos 1999), a importância desta relação consiste num assunto bastante discutido na ecologia do perifíton (Jones *et al.* 2000, Pals *et al.* 2006). Para o presente estudo, este fator atuou de forma secundária na estrutura da comunidade de algas perifíticas no período amostrado.

Espécies particulares de macrófitas diferem marcadamente em sua arquitetura, morfologia e densidade do banco de macrófitas e estas diferenças são importantes fatores que influenciam sua biota associada, especialmente o perifíton (Messyasz e Kuczynska-Kippen 2006, Vis *et al.* 2006). Dentre as principais características do substrato que possam influenciar a comunidade perifítica presente, a arquitetura e morfologia da planta assumem uma posição importante, sendo defendida por alguns autores (Eminson e Moss 1980, Blindow 1987, Lalonde e Downing 1991, Zimba e Hopson 1997, Cattaneo *et al.* 1998, Jones *et al.* 2000, Albay e Akcaalan 2003, Gosselain *et al.* 2005, Vadeboncoeur *et al.* 2006, Messyasz e Kuczynska-Kippen 2006). Ainda, Comte *et al.* (2005) apontam para a importância dos estudos do perifíton em distintas regiões de uma mesma planta, as quais podem apresentar divergências na comunidade perifítica em uma escala estrutural distinta.

A segregação da comunidade de acordo com o tipo de substrato pode ser constatada significativamente quando analisados os valores de densidade e diversidade, enquanto que

para os outros atributos essa influência não foi verificada de forma marcante. As características físicas do substrato, como a arquitetura e microtopografia, provavelmente foram as principais responsáveis por estas divergências secundariamente. Tais características incluem a própria biologia e hábito de vida das plantas, como a orientação dos estandes das macrófitas na coluna d'água, o grupo ecológico característico da macrófita e a morfologia da área de colonização às epífitas.

Para o atributo riqueza específica, os valores totais diferiram significativamente na comunidade amostrada nos distintos períodos, sendo que nos substratos pouca ou quase nenhuma divergência foi verificada. Ressalta-se em relação à riqueza das algas perifíticas em nível de classe no presente estudo, a presença de grupos que podem ser indicadores de características ambientais específicas. Apesar da ocorrência em diversos biótopos da planície, Dinophyceae compreende uma classe associada em maior abundância a ambientes semilóticos (ressacos) na planície do alto rio Paraná. Cryptophyceae, exclusiva de ambientes lênticos e Rhodophyceae, típica de ambientes lóticos (Rodrigues e Bicudo 2004), foram registradas no presente estudo em ambiente semilótico, em novembro/2008 e março/2009. Estas ocorrências podem demonstrar e reforçar a influência do rio Paraná sobre os ambientes adjacentes da planície (Thomaz *et al.* 2007), através da entrada e estabelecimento de propágulos oriundos de outros ambientes (Rodrigues e Bicudo 2001).

Maiores valores de riqueza também podem estar associados às características dos microhabitats providos pelas macrófitas. Os estandes de macrófitas podem prover um local com menor nível de perturbação pelas correntes, que tem sua intensidade diminuída próximo ao fundo e ao estande, em razão do atrito entre a água e as plantas (Riemer 1984). Esta característica pode beneficiar determinadas classes algais, como por exemplo, as desmídias (Silva *et al.* 2004, Algarte *et al.* 2006, 2009, Murakami *et al.* 2009).

Zygnemaphyceae, a classe com maior valor de riqueza no presente estudo esteve bem representada em *O. cubense*. A arquitetura e morfologia da planta de *O. cubense* pode ter proporcionado um microhabitat diferenciado (formado pelo caule e uma bainha foliar recobrimdo parte deste) ao desenvolvimento desta classe de algas. Além disso, o aumento da riqueza de desmídias a partir de novembro/2008 pode também ser resultado do efeito homogeneizador do rio Paraná (Rodrigues e Bicudo 2001). Pode-se atentar também para a ressuspensão destas algas do sedimento por correntes de convecção, que introduzem à superfície algas de maior biovolume sujeitas ao processo de sedimentação ou ainda algas epipélicas, elevando a diversidade algal (Facca 2002).

A classe Bacillariophyceae correspondeu à segunda maior fração da riqueza específica no perifíton no presente estudo (Biggs 1996), bem como as algas verdes e cianobactérias que também são bem documentadas e que podem vir a dominar a comunidade sob determinadas condições ambientais (Stevenson 1996, Rodrigues e Bicudo 2004).

No que diz respeito à densidade algal, em ambientes conectados ocorrem, reconhecidamente, os maiores valores de densidade de algas perifíticas na planície do alto rio Paraná, principalmente em razão dos valores de densidade das diatomáceas (Rodrigues e Bicudo 2001). No presente estudo, o padrão de densidade foi definido pela densidade deste grupo, responsável ainda por um pico de abundância em setembro/2008 em *E. azurea*, especialmente de uma única espécie, *Achnantheidium minutissimum*. Esses resultados foram imprescindíveis na distinção da comunidade perifítica em termos de densidade entre os distintos substratos e períodos.

Através dos valores de densidade, observou-se uma separação dos meses de junho e setembro/2008, caracterizados por maiores densidades de Bacillariophyceae e Cyanobacteria, em relação aos meses de novembro/2008 e março/2009, com valores de densidade elevados para as demais classes algais. A maior tolerância às condições estressantes como ausência de inundações, menores níveis de perturbação e baixas temperaturas e de concentração de nutrientes provavelmente capacitaram estes grupos à dominância no período de junho e setembro/2008. O aumento da densidade das demais classes em novembro/2008 e março/2009 esteve provavelmente relacionado a maior influência do rio Paraná sobre o resaca e maior variação dos níveis hidrométricos nos últimos meses amostrados, o que pode condicionar uma melhora nas condições limnológicas, maior entrada de propágulos no ambiente e um maior nível de distúrbio (Stevenson 1996, Rodrigues e Bicudo 2001, Algarte *et al.* 2009).

Os distúrbios permitem o aumento na densidade ao provocar o efeito de diminuição das algas mais dominantes, e assim possibilitar o estabelecimento de outras classes (Rodrigues e Bicudo 2001). Estes resultados contradizem às observações realizadas por Karosienė e Kasperovičienė (2008). Estas autoras discutem que a abundância de *Achnantheidium minutissimum* pode ser utilizada como critério na bioindicação de distúrbios em lagos, os quais valores inferiores a 25% correspondem a lagos caracteristicamente sob efeito de pouco distúrbio.

Esta contradição pode ser verificada ainda pelo pico na abundância com quase completa dominância da comunidade perifítica em setembro/2009 por *A. minutissimum* (Bacillariophyceae), fato que provavelmente pode ter sido responsável pelos menores valores de densidade das demais classes algais. Este táxon foi reportado de forma dominante em

outros estudos (Comte *et al.* 2005, Laugaste e Raunanen 2005, Zheng e Stevenson 2006, Karosienė e Kasperovičienė 2008). Para a planície de inundação do alto rio Paraná, a classe Bacillariophyceae como um todo corresponde a um grupo dominante neste sistema (Rodrigues e Bicudo 2001, Algarte *et al.* 2006). Juntamente com Cyanobacteria, são considerados excelentes bioindicadores das condições ambientais na planície (Rodrigues *et al.* 2004).

De maneira secundária, o fator tipo de substrato influenciou significativamente a densidade da comunidade de algas perifíticas das distintas macrófitas amostradas. Diferentes substratos possuem distribuições espaciais distintas em um mesmo ambiente e diferem em sua estabilidade física e temporal (Lowe 1996, Vadeboncoeur *et al.* 2006). A arquitetura provida pelas macrófitas consiste na base física para a disponibilização de novos nichos e proporciona uma grande diversidade biológica à comunidade. Isto é válido tanto para organismos macroscópicos como pequenos animais, bem como em escala microscópica como o perifíton (Eminson e Moss 1980).

Assim, densidades médias das distintas classes algais foram mais elevadas em *E. azurea* e *N. amazonum*, com algumas considerações ecológicas importantes à comunidade perifítica. As densidades médias em *E. azurea* e *O. cubense* foram significativamente diferentes nestes substratos, aonde *N. amazonum* assumiu uma posição intermediária. *E. azurea* com densidades médias de algas perifíticas mais elevadas, pode ter contribuído como um substrato que permitiu o desenvolvimento de uma comunidade perifítica mais abundante, em razão das próprias características físicas desta macrófita.

Tais características morfoestruturais das macrófitas podem incluir: i) o revestimento do pecíolo por uma cutícula epidérmica rígida, lisa e resistente que pode permitir uma melhor aderência e permanência dos componentes perifíticos e a formação da matriz perifítica; conforme resultados do presente estudo, influenciando dominância de diatomáceas, que se beneficiam em pecíolos com estrutura mais rígida (Laugaste e Reunanen 2005). Estas algas secretam ou apresentam estruturas de fixação como pedúnculos mucilaginosos e células que se aderem diretamente ao substrato pela secreção de mucilagem (Rodrigues e Bicudo 2001); ii) a orientação das ramificações da planta sob a superfície da coluna d'água (espécie estolonífera, Cook 1990) e a formação de extensos bancos que podem minimizar o efeito perturbatório das correntes d'água sobre ambas as comunidades - o que pode constituir num fator de seleção às algas perifíticas que ali se desenvolvem; e iii) posição dos bancos de macrófitas nos quais os caules são flutuantes e acompanham o nível da coluna d'água (Cook

1990), evitando que a comunidade seja exposta à dessecação ou sombreamento da própria estrutura vegetal.

Apesar de *N. amazonum* apresentar a morfologia de pecíolo semelhante à planta de *E. azurea* (liso e cilíndrico) trata-se de um substrato aparentemente menos resistente, provavelmente por apresentar cutícula epidérmica mais fina e delicada e direcionar-se verticalmente na coluna d'água, o que pode submeter o pecíolo ao sombreamento pelo limbo foliar flutuante desta espécie (Cook 1990) e ao mesmo tempo, deixá-lo suscetível a uma maior intensidade de distúrbio como as correntes d'água. Lowe (1996) demonstrou que na zona litorânea de ambientes rasos sofre constante ação de distúrbios provocados pelas correntes, resultando na dominância de algas capazes de se aderir firmemente aos substratos. Estas características podem ter promovido uma abundância menor de algas perifíticas neste substrato, em comparação à *E. azurea*. Contudo, *N. amazonum* ainda proporciona uma comunidade perifítica em termos qualitativos (ver Capítulo I) e quantitativamente mais semelhante à *E. azurea* que em *O. cubense*.

Mais abundante neste substrato, de forma peculiar, consistiu a classe Oedogoniophyceae. Esta classe é importante porque seus indivíduos promovem o aumento da estrutura de mosaico do microhabitat perifítico, por aumentar a heterogeneidade espacial ao possibilitar o epifitismo por outras algas, como os representantes de Chrysophyceae e Xanthophyceae, além de algas frouxamente aderidas (Zygnemaphyceae).

Quanto à estrutura de *O. cubense*, este substrato comportou as menores médias de densidade dentre todas as classes algais e substratos. As plantas de *O. cubense* podem ser encontradas epifitando outras macrófitas, como *E. azurea* (V.J. Pott e A. Pott 2000), o que pode conferir uma instabilidade frente aos distúrbios da coluna d'água como variação do nível e presença de correntes. Apesar da maior riqueza algal encontrada neste substrato, a permanência e desenvolvimento dos táxons na comunidade pode ter sido dificultada pela própria biologia da espécie. Além disso, em *O. cubense* a morfologia com ondulações do caule e da bainha foliar pode constituir num fator selecionador à aderência algal e densidade da comunidade perifítica.

A diversidade de algas perifíticas no ressaco do “Pau Véio” apresentou-se elevada, especialmente em novembro/2008 e março/2009. Agostinho *et al.* (2000) ressalta a grande diversidade biológica encontrada na planície de inundação do alto rio Paraná, sustentada neste ecossistema principalmente pelas variações dos níveis hidrométricos. A elevação da diversidade nestes períodos no presente estudo, assim como da riqueza, foi provavelmente resultante do aumento da temperatura (Murakami *et al.* 2009), dos valores médios dos níveis

hidrométricos e do aumento das concentrações de nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio (Rodrigues e Bicudo 2001). Em razão da comunicação direta do ambiente ao rio Paraná, pode haver ainda a contribuição de propágulos que são carreados para o ambiente e incrementam o *pool* de espécies (Rodrigues *et al.* 2004). Elevados níveis de eutrofização podem constituir um fator de diminuição na diversidade de algas (Zheng e Stevenson 2006), no entanto, o ambiente de estudo pode ser caracterizado como mesotrófico (OECD 1982) o que pode também ter contribuído para os elevados valores de diversidade.

Verifica-se também a partir deste atributo, a importância da diversidade de substratos para a comunidade perifítica. Confirma-se a importância da diversidade de macrófitas como base para a sustentação de uma maior diversidade algal, conforme Rodrigues *et al.* (2004) e Murakami *et al.* (2009). A dominância de determinados grupos em *E. azurea*, no caso do presente estudo representados por Bacillariophyceae e Cyanobacteria, determinou menores valores de diversidade nos meses de junho e setembro/2008 em *E. azurea*. Outros substratos puderam comportar valores de diversidade maiores, no caso *N. amazonum* e *O. cubense* neste mesmo período; nos demais meses, a diversidade específica em *O. cubense* atingiu valores tão ou mais altos que em *E. azurea* e *N. amazonum*, em razão, principalmente, da maior contribuição de Zygnemaphyceae e outras classes mais raras para a comunidade neste substrato, qualitativa e quantitativamente. A arquitetura mais complexa da macrófita além de favorecer maiores valores de biomassa perifítica conforme estudos prévios por Cattaneo e Kalff (1980), Lalonde e Downing (1991), Gross *et al.* (2003), pode promover também as maiores médias de diversidade de algas perifíticas, no caso do presente estudo.

A importância ecológica do perifíton baseia-se nas condições tróficas da água e nas características morfológicas do substrato, dentre outros aspectos (Cattaneo e Kalff 1980). No presente estudo, em um nível amplo pode se constatar a influência destes dois importantes fatores sobre a estrutura da comunidade perifítica: as características ambientais peculiares da planície – flutuações diárias nos níveis hidrométricos e variação das condições limnológicas; e as características físicas do substrato como arquitetura e morfologia de distintas macrófitas em um mesmo ambiente.

É fato que a heterogeneidade espacial da comunidade perifítica presente em macrófitas dificulta o estudo desta comunidade no sentido de se preconizar com exatidão os fatores limitantes da estrutura e dinâmica do perifíton (Lalonde e Downing 1991, Burkholder 1996, Stevenson 1997, Vadeboncoeur *et al.* 2006). O próprio substrato constituído pela macrófita pode impor dificuldades ao estudo, uma vez que as mudanças sazonais no crescimento das

plantas e bancos afetam a área e a superfície colonizável à comunidade perifítica (Wetzel 1983, Goldsborough e Hickman 1991, Pizarro 1999).

Em estudos com grande número de táxons raros com baixas abundâncias, pode se atribuir a heterogeneidade estrutural da comunidade perifítica a diversas razões, como: fatores estocásticos associados ao processo de colonização, competição exclusiva por táxons melhor adaptados, insuficiência de amostragem ou especificidade de substrato (Townsend e Gell 2005). No entanto, acredita-se pelo presente estudo que diferenças substanciais no perifíton presente em distintas macrófitas devem-se à combinação de fatores bióticos e abióticos prevalentes em um dado momento no ambiente em que ocorrem (Pip e Robinson 1981, Kiss *et al.* 2003, Messyas e Kuczynska-Kippen 2006).

Conclui-se com o presente estudo que o tipo de substrato é um fator de grande importância para a estrutura da comunidade perifítica em distintas macrófitas, mas de forma secundária, frente às condições limnológicas e ambientais (Eminson e Moss 1980, Lalonde e Downing 1991, Albay e Akcaalan 2003, Kiss *et al.* 2003, Pals *et al.* 2006, Vadeboncoeur 2006, Díaz-Olarte *et al.* 2007). As hipóteses foram parcialmente aceitas, ressaltando-se os fatores ambientais como macrofator estruturador da comunidade de algas perifíticas. Tais fatores consistiram nas variações diárias dos níveis hidrométricos frente à irregularidade do regime hidrológico e dos pulsos de inundação, e das condições limnológicas. Secundariamente, o tipo de substrato foi significativamente importante para a diferenciação e estruturação da comunidade perifítica no período amostrado.

Agradecimentos

Esta pesquisa está inserida no Projeto PELD – Pesquisas Ecológicas de Longa Duração/CNPq “A Planície Alagável do Alto Rio Paraná”- Site 6. As autoras agradecem à CAPES pela concessão de bolsa científica e aos profissionais do NUPÉLIA (Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura) pelo auxílio no desenvolvimento do trabalho. De forma particular, a Eveline Ferreira e Vanessa Algarte pelo auxílio no tratamento estatístico dos dados.

Referências

Agostinho A.A., Thomaz, S.M., Minte-Vera, C.V. & Winemiller, K.O. (2000) Biodiversity in the High Paraná River floodplain. In: *Biodiversity in Wetlands: assessment, function and conservation* (Eds B. Gopal, W.J. Junk & J.A. Davis), pp. 89-118. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.

- Albay M. & Akcaalan R. (2003) Comparative study of periphyton colonisation on common reed (*Phragmites australis*) and artificial substrate in shallow lake Manyas, Turkey. *Hydrobiologia*, **506**, 531–540.
- Algarte V.M., Moresco C. & Rodrigues L. (2006) Algas do perifíton de distintos ambientes na planície de inundação do alto rio Paraná. *Acta Scientiarum*, **28**, 243-251.
- Algarte V.M., Siqueira N.S., Murakami E.A. & Rodrigues L. (2009) Effects of hydrological regime and connectivity on the interannual variation in taxonomic similarity of periphytic algae. *Brazilian Journal of Biology*, **62**(2, suppl.), 606-616.
- Bicudo D.C. (1990) Considerações sobre Metodologias de Contagem de Algas do Perifíton. *Acta Limnologica Brasiliensia*, **3**, 459- 475.
- Bicudo C.E.M. & Menezes, M. (2006) Gênero de algas de águas continentais do Brasil. Chave para identificação e descrição. Rima, São Carlos.
- Biggs B.J.F. (1996) Patterns in benthic algal of streams. In: *Algal ecology, Freshwater benthic ecosystems* (Eds R.J. Stevenson, M.L. Bothwell & R.L. Lowe), pp. 31-56. Academic Press, San Diego.
- Blindow I. (1987) The composition and density of epiphyton on several species of submerged macrophytes - the neutral substrate hypothesis tested. *Aquatic Botany*, **29**, 157-168.
- Burkholder J.M. (1996) Interactions of benthic algae with their substrata. In: *Algal ecology, Freshwater benthic ecosystems* (Eds R.J. Stevenson, M.L. Bothwell & R.L. Lowe), pp. 253-298. Academic Press, San Diego.
- Cattaneo A. & Kalff J. (1980) The relative contribution of aquatic macrophytes and their epiphytes to the production of macrophyte beds. *Limnology and Oceanography*, **25**, 280-289.
- Cattaneo A., Méthot G., Pinel-Alloul B. & Niyonsenga, T. (1995). Epiphyte size and taxonomy as biological indicators of ecological and toxicological factors in Lake Saint-François (Québec). *Environmental Pollution*, **87**, 357-372.
- Cattaneo A., Galanti G., Gentinetta S. & Romo, S. (1998) Epiphytic algae and macroinvertebrates on submerged and floating-leaved macrophytes in an Italian lake. *Freshwater Biology*, **39**, 725-740.
- Comte K., Fayolle S. & Roux, M. (2005) Quantitative and qualitative variability of epiphytic algae on one Apiaceae (*Apium nodiflorum* L.) in a karstic river (Southeast of France). *Hydrobiologia*, **543**(1), 37-53.
- Cook C.D.K. (1990) *Aquatic plant book*. Academic Publishing, The Hague SBP, The Netherlands.

- Díaz-Olarte J., Valoyes-Valois V., Guisande C., Torres N.N., González-Bermúdez A., Sanabria-Aranda L., Hernández A.M.M., Duque S.R., Marciales L.J. & Nuñez-Avellaneda M. (2007) Periphyton and phytoplankton associated with the tropical carnivorous plant *Utricularia foliosa*. *Aquatic Botany*, **87**, 285-291.
- Eminson D.F., Moss B. (1980) The composition and ecology of periphyton communities in freshwaters. I. The influence of the host type and external environment on community composition. *British Phycological Journal*, **15**, 429-446.
- Facca C., Sfriso A. & Socal G. (2002) Changes in abundance and composition of phytoplankton and microphytobenthos due to increased sediment fluxes in the Venice Lagoon, Italy. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **54**, 773-792.
- Felisberto S.A. & Rodrigues, L. (2005) Comunidades de algas perifíticas em reservatórios de diferentes latitudes. In: *Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais* (Eds Rodrigues L., S.M. Thomaz, A.A. Agostinho & L.C. Gomes), pp. 97-114. Rima, São Carlos.
- Fonseca I.A. & Rodrigues L. (2005) Comunidade de algas perifíticas em distintos ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná. *Acta Scientiarum*, **27**(1), 21-28.
- Goldsborough L.G. & Hickman M. (1991) A comparison of periphytic algal biomass and community structure on *Scirpus validus* and on a morphologically similar artificial substratum. *Journal of Phycology*, **27**, 196-206.
- Goldsborough L.G. & Robinson G.G.C. (1996) Pattern in wetlands. In: *Algal ecology, Freshwater benthic ecosystems* (Eds R.J. Stevenson, M.L. Bothwell & R.L. Lowe), pp. 78-117. Academic Press, San Diego.
- Gosselain V., Hudon C., Cattaneo A., Gagnon P., Planas D. & Rochefort D. (2005) Physical variables driving epiphytic algal biomass in a dense macrophyte bed of the St. Lawrence River (Quebec, Canada). *Hydrobiologia*, **534**, 11-22.
- Gross E.M., Feldbaum C. & Graf A. (2003) Epiphyte biomass and elemental composition on submersed macrophytes in shallow eutrophic lakes. *Hydrobiologia*, **506**, 559-565.
- Irgang B.E., Pedralli G. & Walchter J.I. (1984) Macrófitos aquáticos da Estação Ecológica do Taim, Rio Grande do Sul, Brasil. *Roessleria*, **6**, 395-404.
- Jones J.I., Moss B., Eaton J.W. & Young, J.O. (2000) Do submerged aquatic plants influence periphyton community composition for the benefit of invertebrate mutualists? *Freshwater Biology*, **43**, 591-604.
- Junk W.J., Bayley P.B. & Sparks R.E. (1989) The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **106**, 110-127.

- Karosienė J. & Kasperovičienė J. (2008) Seasonal succession of epiphyton algal communities on *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. in a mesoeutrophic lake. *Ekologija*, **54**(1), 32–39.
- Kiss M.K., Lakatos G., Borics G., Gidó Z. & Deák, C. (2003) Littoral macrophyte-periphyton complexes in two Hungarian shallow waters. *Hydrobiologia*, **506**(1), 541-548.
- Kulesza A.E., Holomuzki J.R. & Klarer D.M. (2008) Benthic community structure in stands of *Typha angustifolia* and herbicide-treated and untreated *Phragmites australis*. *Wetlands*, **28**(1), 40-56.
- Lalonde S. & Downing J.A. (1991) Epiphyton biomass is related to lake trophic status, depth, and macrophyte architecture. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **48**, 2285-2291.
- Laugaste R. & Reunanen M. (2005) The composition and density of epiphyton on some macrophyte species in the partly meromictic Lake Verevi. *Hydrobiologia*, **547**, 137-150.
- Lobo E. & Leighton, G. (1986) Estructuras de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de ríos y esteros de la zona central de Chile. *Revista Biología Marina*, **22**(1): 143-170.
- Lowe R.L. & Pan Y. (1996) Periphyton patterns in lakes. In: *Algal ecology, Freshwater benthic ecosystems* (Eds R.J. Stevenson, M.L. Bothwell & R.L. Lowe), pp. 57-77. Academic Press, San Diego.
- Messyasz B. & Kuczynska-Kippen N. (2006) Periphytic algal communities: a comparison of *Typha angustifolia* L. and *Chara tomentosa* L. beds in three shallow lakes (West Poland). *Polish Journal of Ecology*, **54**(1), 15-27.
- Millie D.F. & Lowe R.L. (1983) Studies on Lake Erie's littoral algae: host specificity and temporal periodicity of epiphytic diatoms. *Hydrobiologia*, **99**, 7-18.
- Mormul R.P., Thomaz S.M., Silveira M. J. & Rodrigues, L. (2010) Epiphyton or macrophyte: which primary producer attracts the snail *Hebetancylus moricandi*? *American Malacological Bulletin*, **28**(1-2), 127-133.
- Moschini-Carlos V. (1999) Importância, estrutura e dinâmica da comunidade perifítica nos ecossistemas aquáticos continentais. In: *Perspectivas da Limnologia no Brasil* (Ed M.L.M. Pompêo), pp. 91-103. Gráfica e Editora União, São Luís.
- Murakami E.A., Bicudo D.C. & Rodrigues L. (2009) Periphytic algae of the Garças Lake, upper Paraná River floodplain: comparing the years 1994 and 2004. *Brazilian Journal of Biology*, **69**(2, suppl.), 459-468.

- Nabout J.C., Nogueira I.S., Oliveira L.G. & Morais, R.R. (2007) Phytoplankton diversity (alpha, beta, and gamma) from the Araguaia River tropical floodplain lakes (central Brazil). *Hydrobiologia*, **557**(1), 455-461.
- Neiff J.J. (1990) Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. *Interciencia*, **15**(6), 424-441.
- Neiff J.J. (1996) Large rivers of South America: toward the new approach. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, **26**, 167-180.
- O.E.C.D. Organization for Economic Co-Operation and Development (1982) *Eutrophication of waters. Monitoring, Assessment and Control*. O.E.C.D., Paris.
- Pals A., Elst D., Muylaert K. & Van Assche J. (2006) Substrate specificity of periphytic desmids in shallow softwater lakes in Belgium. *Hydrobiologia*, **568**, 159-168.
- Paterson D.M. & Wright S.J.L. (1986) The epiphyllous algal colonization of *Elodea canadensis* Michx.: community structure and development. *New Phytologist*, **103**(4), 809-819.
- Pip E. & Robinson G.G.C. (1981) A comparison of algal periphyton composition on eleven species of submerged macrophytes. *Hydrobiological Bulletin*, **18**(2), 109-118.
- Pizarro A. (1999) Periphyton biomass on *Echinochloa polystachya* (H.B.K.) Hitch. of a lake of the Lower Paraná River floodplain, Argentina. *Hydrobiologia*, **397**, 227-239.
- Pott V.J. & Pott A. (2000) *Plantas aquáticas do Pantanal*. Corumbá, Embrapa.
- Roberto M.C., Santana N.F. & Thomaz, S.M. (2009) Limnology in the Upper Paraná River floodplain: large-scale spatial and temporal patterns, and the influence of reservoirs. *Brazilian Journal of Biology*, **69**(2, Suppl.), 717-725.
- Rodrigues L. & Bicudo D.C. (2001) Similarity among periphyton algal communities in a lentic-lotic gradient of the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, **24**, 235-248.
- Rodrigues L., Bicudo D.C. & Moschini-Carlos V. (2003) O papel do perifíton em áreas alagáveis e nos diagnósticos ambientais. In: *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas* (Eds S.M. Thomaz & M.L. Bini), PP. 211-230. Eduem, Maringá.
- Rodrigues L. & Bicudo D.C. (2004) Periphytic algae. In: *The upper paraná river and its floodplain, physical aspects, ecology and conservation* (Eds S.M. Thomaz, A.A. Agostinho & N.S. Hahn), pp. 126-143. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Rodrigues L., Zanon J.E., Biolo S. & Carapunarla L. (2008) *A planície alagável do rio Paraná: estruturas e processos ambientais, Perifíton, 2008*. Relatório Técnico-Científico

- do Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração, PELD, CNPq, Universidade Estadual de Maringá, Maringá. Disponível em: <<http://www.peld.uem.br/Relat2008/pdf/Capitulo04.pdf>>. Acesso em 10 abr. 2010.
- Ros J. (1979) *Práticas de ecologia*. Ed. Omega, Barcelona.
- Schwarzbald A. (1990) Métodos Ecológicos Aplicados ao Estudo do Perifíton. *Acta Limnologica Brasiliensia*, **3**, 545-592.
- Silva E.L.V., Rodrigues L., Oliverira M.D., Leandrini J.A. & Fonseca I.A. (2004) Periphytic biomass in floodplain Rivers of Brazil: Pantanal and Upper Paraná River. In: *Structure and functioning of the Paraná River and its floodplain* (Eds A.A. Agostinho, L. Rodrigues, L.C. Gomes, S.M. Thomaz), pp. 57-61. Maringá, Eduem.
- Souza-Filho E.E., Rocha P.C., Comunello E. & Stevaux J.C. (2004) Effects of the Porto Primavera dam on physical environment of the downstream floodplain. In: Thomaz, S.M., Agostinho, A.A. & Hahn, N.S. (Eds.), *The upper paraná river and its floodplain, physical aspects, ecology and conservation* (Eds S.M. Thomaz, A.A. Agostinho & N.S. Hahn), pp. 55-74. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Statsoft Inc. (2005) *Statistica (data analysis software system) version 7.1*. Disponível em <www.statsoft.inc>. Acesso em: 01 fev. 2010.
- Stevenson R. J. (1996) An introduction to algal ecology in freshwater benthic habitats. In: *Algal ecology, Freshwater benthic ecosystems* (Eds R.J. Stevenson, M.L. Bothwell & R.L. Lowe), pp. 3-30. Academic Press, San Diego.
- Stevenson R.J. (1997) Scale-dependent determinants and consequences of benthic algal heterogeneity. *Journal of the North American Benthological Society*, **16**(1), 248-262.
- Tesolín G. & Tell G. (1996) The epiphytic algae on floating macrophytes of a Paraná river floodplain lake. *Hydrobiologia*, **333**, 111-120.
- Thomaz S.M., Roberto M.C. & Bini L.M. (1997) Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. In: *A planície de inundação do alto rio Paraná* (A.E.A.M. Vazzoler, A.A. Agostinho, N.S. Hahn), pp. 73-102, Maringá, Eduem.
- Thomaz S.M. & Bini L.M. (1998) Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios. *Acta Limnologica Brasiliensia*, **10**(1), 103-116.
- Thomaz S.M., Bini L.M. & Bozelli R.L. (2007) Floods increase similarity among aquatic habitats in river-floodplain systems. *Hydrobiologia*, **579**(1), 1-13.

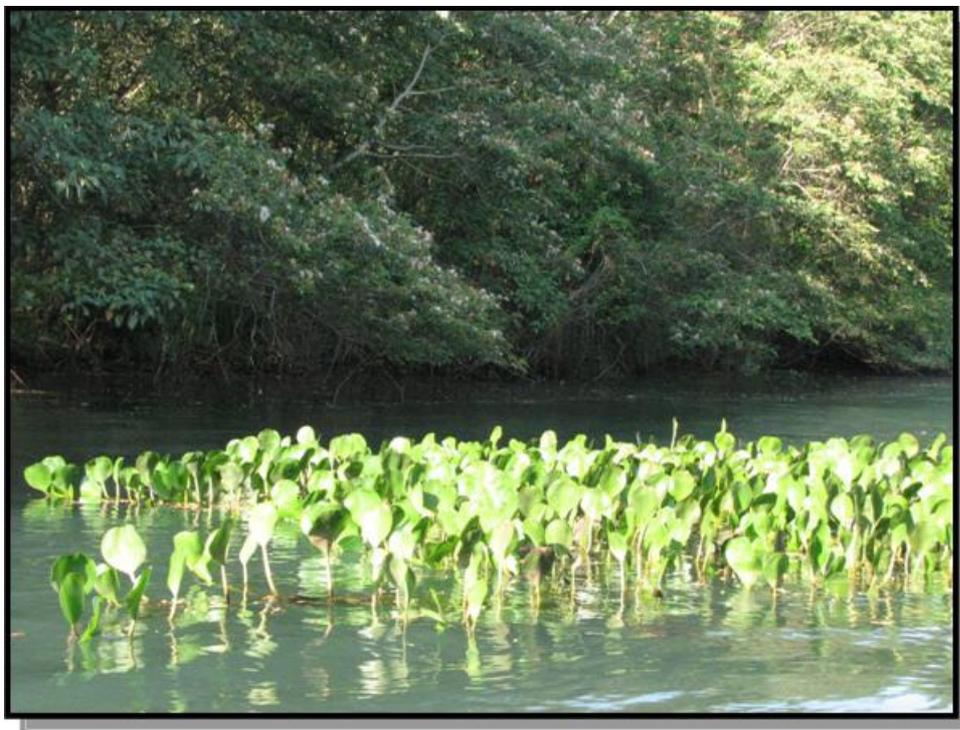
- Townsend S.A. & Gell P.A. (2005) The role of substrate type on benthic diatom assemblages in the Daly and Roper Rivers of the Australian wet/dry tropics. *Hydrobiologia*, **548**, 101–115.
- Utermöhl H. (1958) Zur Vervollkommung der quantitativen phytoplanktonmethodik. *Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, **9**, 1-38.
- Vadeboncoeur Y., Kalff J., Christoffersen K. & Jeppesen E. (2006) Substratum as a driver of variation in periphyton chlorophyll and productivity in lakes. *Journal of North American Benthological Society* **25**(2), 379-392.
- Vis C., Hudon C. & Carignan R. (2006) Influence of the vertical structure of macrophyte stands on epiphyte community metabolism. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **63**, 1014-1026.
- Ward J.V., Tockner K. & Schiemer F. (1999) Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones and connectivity. *Regulated Rivers: Research and Management*, **15**(15), 125-139.
- Wetzel R.G. (1983) Opening Remarks. In: *Periphyton of Freshwater Ecosystems* (Ed R.G. Wetzel), pp. 339-346, Dr. W. Junk Publishers, The Netherlands.
- Zheng L. & Stevenson R.J. (2006) Algal assemblages in multiple habitats of restored and extant wetlands. *Hydrobiologia*, **561**, 221-238
- Zimba P.V. & Hopson M.S. (1997) Quantification of epiphyte removal efficiency from submersed aquatic plants. *Aquatic Botany*, **58**, 173-179.

ANEXO I

Substratos amostrados no ressaco do “Pau Vêio”, planície de inundação do alto rio Paraná.



(1)



(2)

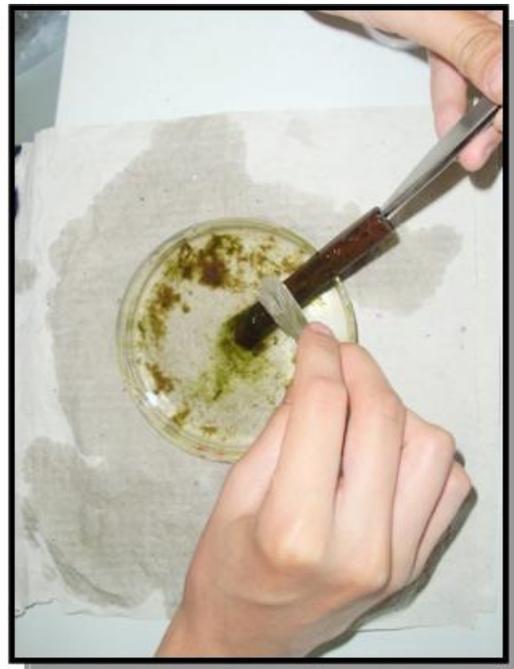
Figuras 1-2. 1. Banco multiespecífico contendo os três substratos amostrados (EA, *E. azurea*; NA, *N. amazonum*; OC, *O. cubense*). 2. Banco de *E. azurea*.



(3)

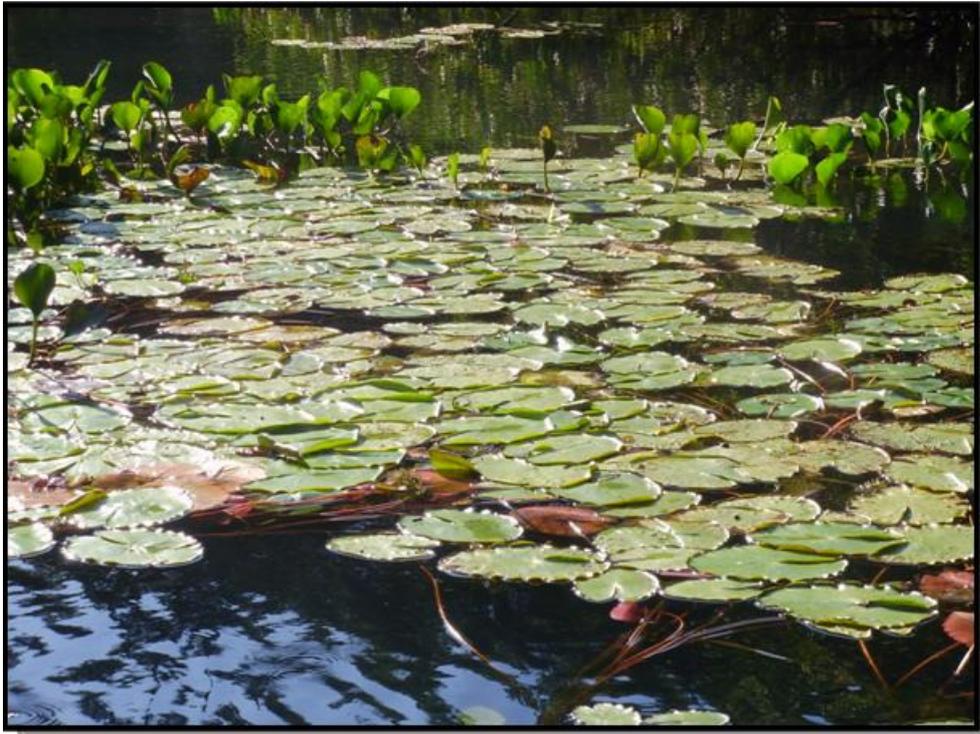


(4)



(5)

Figuras 3-5. *Eichhornia azurea*. 3. Amostragem do pecíolo de *E. azurea* para coleta do perífiton (Foto cedida por Daniele Bes). 4. Acondicionamento. 5. Raspagem.



(6)



(7)

Figuras 6-7. *Nymphaea amazonum*. 6. Banco de macrófitas constituído por *N. amazonum*. 7. Detalhe do pecíolo adulto de *N. amazonum*. (Foto cedida por Fernando A. Ferreira e Roger P. Mormul).



(8)



(9)



(10)

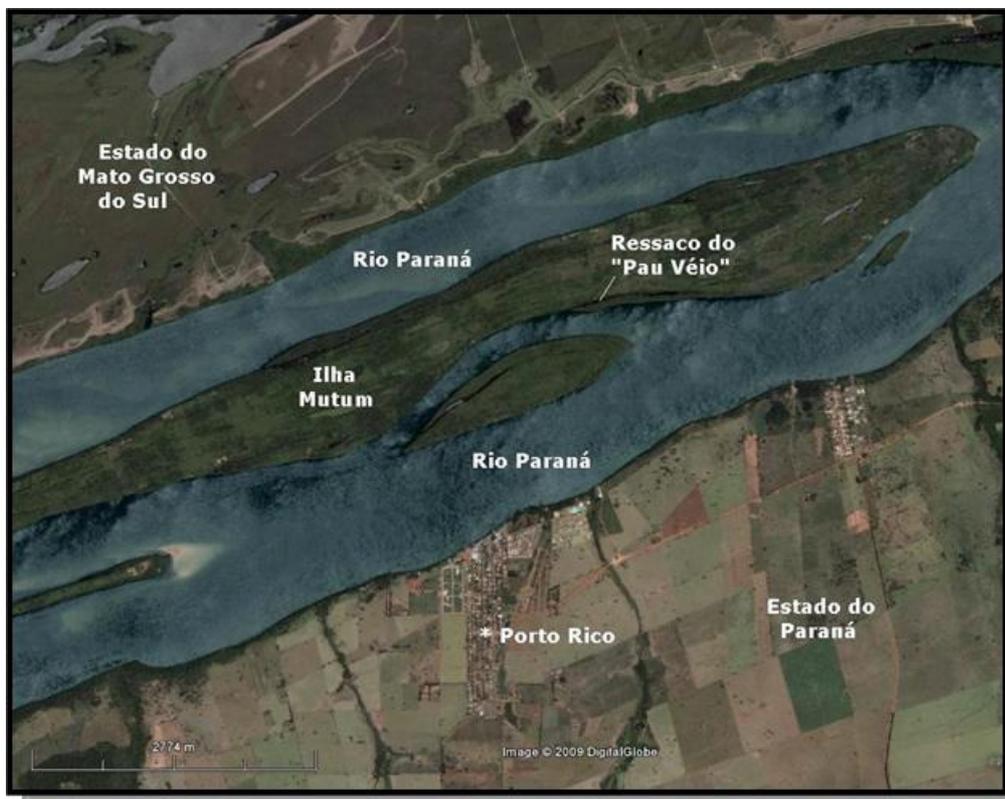


(11)

Figuras 9-11. *Oxycaryum cubense*. 6. Plantas de *Oxycaryum cubense* epifitando banco senescente de *E. azurea*. 7. Detalhe da planta. 8. Região amostrada (caule e bainha foliar) 9. Morfologia da folha na região da bainha em microscópio óptico (aumento de 10x).

ANEXO II

O ressaco do “Pau Vêio”, planície de inundação do alto rio Paraná.

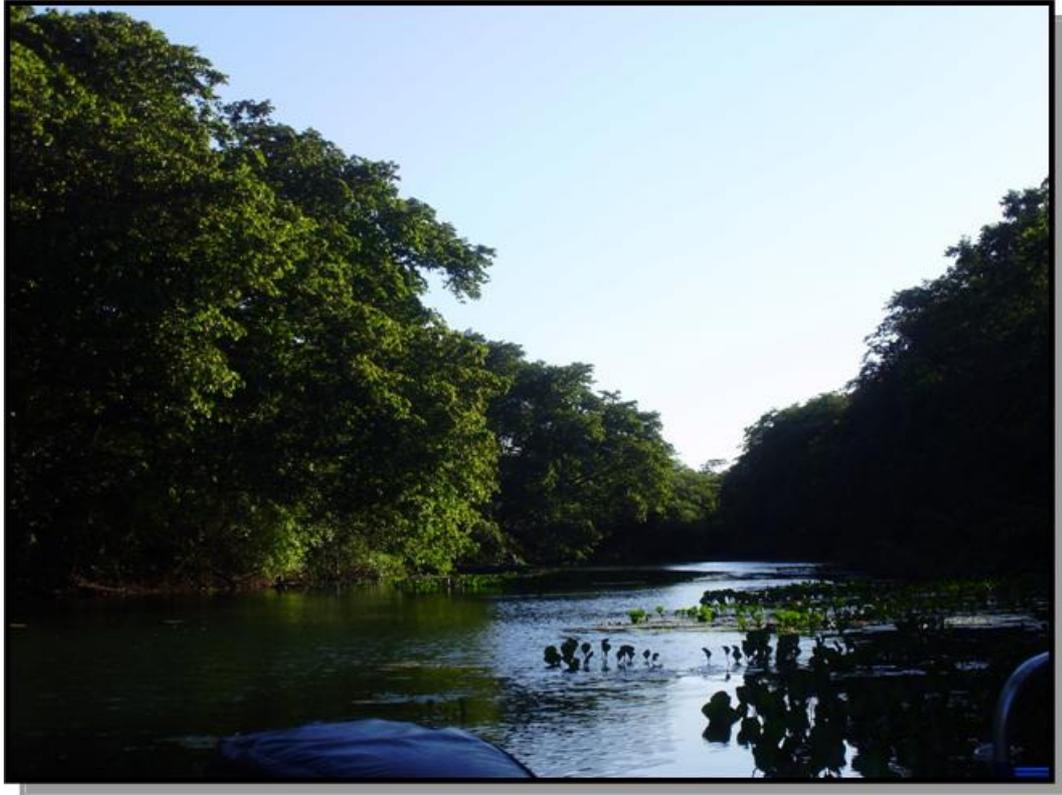


(1)



(2)

Figuras 1-2. Ressaco do “Pau Vêio”. Localização do Ressaco do “Pau Vêio” na planície de inundação do alto rio Paraná.



(3)

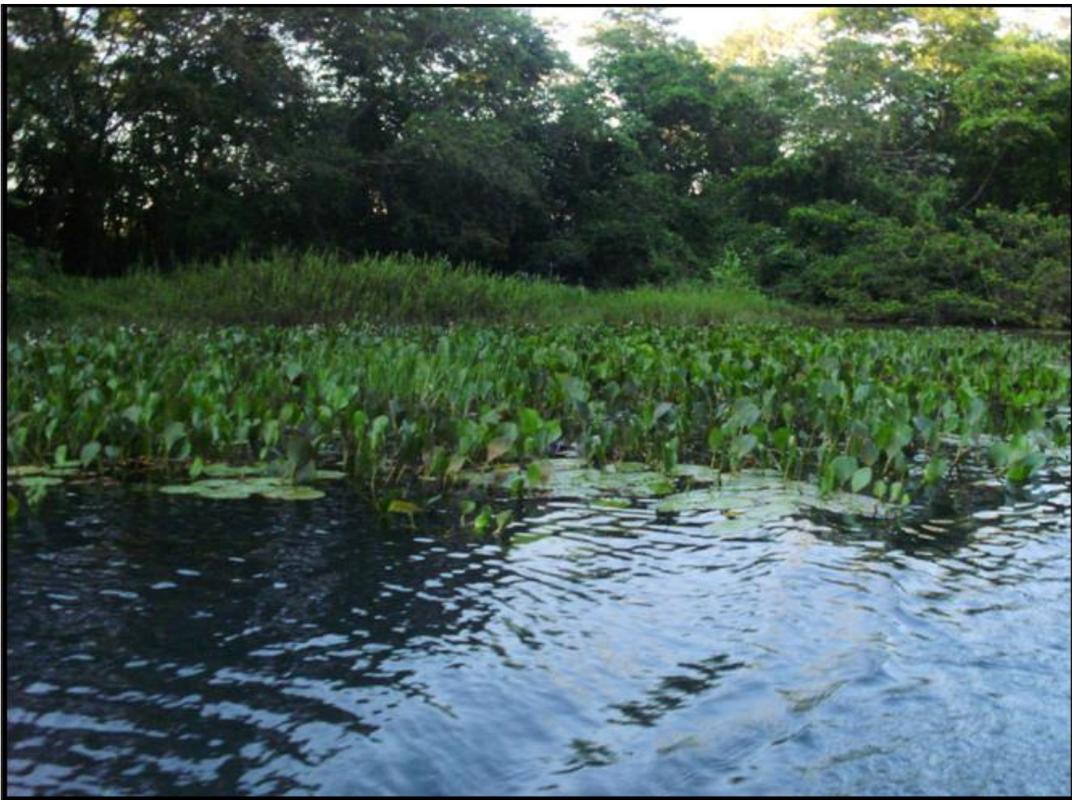


(4)

Figuras 3-4. Ressaco do “Pau Véio”. 3. Entrada. 4. Primeiro terço do ressaco.

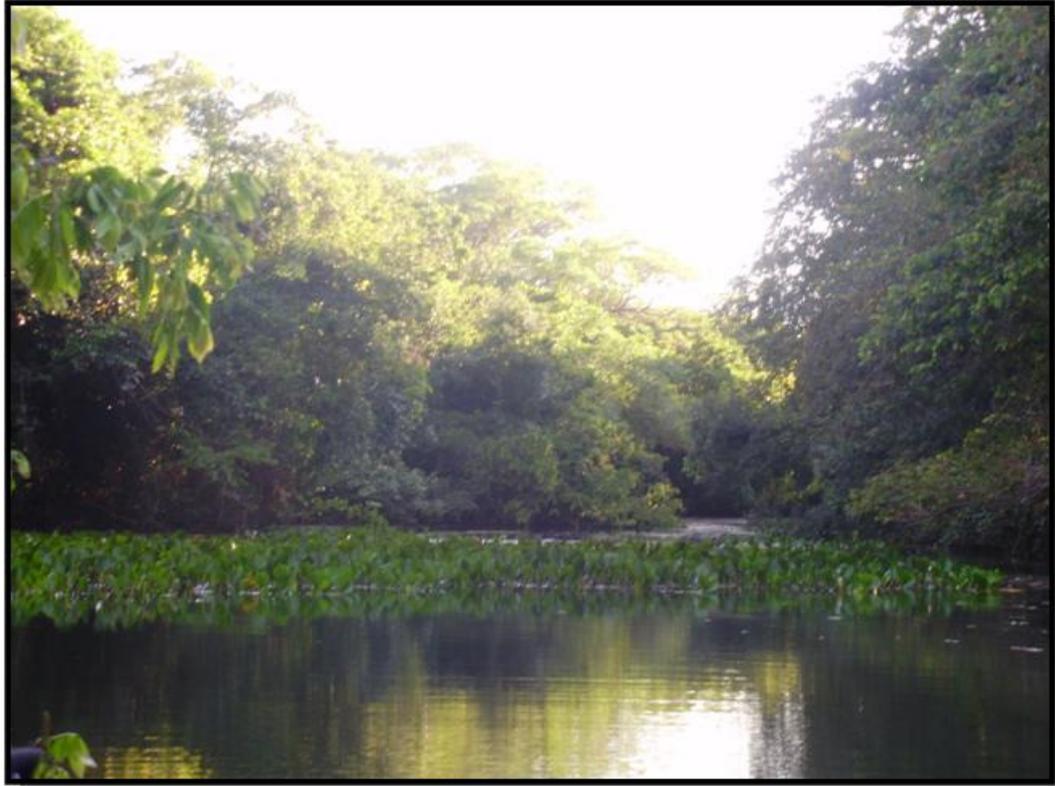


(5)



(6)

Figuras 5-6. Ressaco do “Pau Véio”. Estação 1 de amostragem no ressaco do “Pau Véio”. **5.** Junho/2008. **6.** Novembro/2008.



(7)



(8)

Figuras 7-8. Ressaco do “Pau Véio”. 7. Estação 2 de amostragem (setembro/2008). 8. Banco.

ANEXO III

Composição específica dos táxons inventariados no resaco do “Pau Véio”.

Tabela 1. Composição específica dos táxons inventariados no resaco do “Pau Véio” e sua distribuição dentre os substratos e meses amostrados (J – Junho/2008; S – Setembro/2008; N – Novembro/2008; M – Março/2009).

Táxons	Mês de amostragem	Substrato											
		<i>E. azurea</i>				<i>N. amazonum</i>				<i>O. cubense</i>			
		J	S	D	M	J	S	D	M	J	S	D	M
CLASSE BACILLARIOPHYCEAE													
<i>Achnanthes inflata</i> (Kütz.) Grunow			x		x						x		
<i>Achnanthes cf. rupestoides</i> Hohn			x	x			x						x
<i>Achnanthidium exiguum</i> (Grunow) Czarn.										x		x	x
<i>Achnanthidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn.		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Actinella punctata</i> Lewis							x	x			x		
<i>Adlafia cf. drouetiana</i> (Patrick) Metzeltin e Lange-Bertalot		x	x	x	x		x	x			x		
<i>Amphipleura lindheimeri</i> Grunow		x				x					x		x
<i>Amphora copulata</i> (Kütz.) Schoem. & Arch.						x		x		x			
<i>Amphora ovalis</i> (Kütz.) Kütz.												x	
<i>Anomoeis</i> sp.							x						
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen		x		x									
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Simonsen								x					x
<i>Brachysira brebissonii</i> Ross in Hartley					x								
<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.			x	x		x	x	x	x	x	x		x
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.		x	x	x	x	x	x		x		x	x	x
<i>Diadesmis contenta</i> (Grunow) D. G. Mann		x	x		x	x	x		x	x	x	x	x
<i>Diploneis subovalis</i> Cleve					x							x	x
<i>Encyonema mesianum</i> (Cholnoky) D. G. Mann		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse in Rabenh.) D. G. Mann			x	x	x	x						x	
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch in Rabenh.) D. G. Mann		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
<i>Eolimna minima</i> (Grunow) Lange-Bertalot				x	x								
<i>Eunotia bidens</i> Ehr.		x											
<i>Eunotia camelus</i> Ehr.				x		x		x					
<i>Eunotia faba</i> (Ehr.) Grunow		x	x		x	x	x		x	x	x		
<i>Eunotia flexuosa</i> (Bréb.) Kütz.		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
<i>Eunotia indica</i> Grunow		x			x	x			x		x		
<i>Eunotia intermedia</i> (Krasske ex Hustedt) Nörpel & Lange-Bertalot in Pascher		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Eunotia maior</i> (W. Smith) Rabenh.		x	x			x	x	x	x	x	x	x	
<i>Eunotia monodon</i> Ehr.		x	x	x		x	x	x	x		x	x	x
<i>Eunotia neomundana</i> Metzeltin & Lange-Bertalot		x	x	x	x		x	x	x		x	x	x
<i>Eunotia pectinalis</i> (Kütz.) Rabenh.		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Eunotia praerupta</i> Grunow in Van Heurck		x		x	x		x	x					x
<i>Eunotia cf. stehlei</i> Manguin											x		
<i>Eunotia sudetica</i> Muller		x	x	x	x		x	x	x		x		x
<i>Eunotia</i> sp.		x		x									
<i>Eunotia</i> sp. 2							x						
<i>Eunotia</i> sp. 3						x							
<i>Eunotia zygodon</i> Ehr.				x	x				x		x		x
<i>Fragilaria capucina</i> Desm.		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Fragilaria elliptica</i> Schum.								x				x	x
<i>Fragilaria tenera</i> (W. Smith) Lange-Bertalot		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehr.) de Toni		x		x		x			x				
<i>Geissleria aikenensis</i> (Patrick) Torgan e Oliveira						x	x				x		
<i>Gomphonema agnitum</i> Hustedt		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	
<i>Gomphonema augur</i> Ehr.				x	x	x							x
<i>Gomphonema augur</i> var. <i>turris</i> (Ehr.) Lange-Bertalot		x	x	x	x	x			x	x	x		x
<i>Gomphonema brasiliense</i> Grunow		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Gomphonema clevei</i> Fricke		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Gomphonema gracile</i> Ehr.		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Continua...

Continuação

	<i>E. azurea</i>				<i>N. amazonum</i>				<i>O. cubense</i>			
	J	S	D	M	J	S	D	M	J	S	D	M
<i>Gomphonema mexicanum</i> Grunow	X				X		X		X			
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehr.	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X
<i>Gomphonema</i> sp.									X			
<i>Melosira varians</i> C. Agardh	X				X					X		X
<i>Melosira</i> sp.							X					
<i>Navicula</i> cf. <i>cryptocephala</i> Kütz.	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X
<i>Navicula</i> cf. <i>gregaria</i> Donkin	X			X			X		X	X		X
<i>Navicula</i> cf. <i>menisculus</i> Schum.		X		X				X				X
<i>Navicula mutica</i> Kütz.									X	X		
<i>Navicula symetrica</i> Patrick					X					X		
<i>Navicula</i> cf. <i>trivialis</i> Lange-Bertalot	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Navicula viridula</i> var. <i>rostellata</i> (Kütz.) Cleve	X				X		X			X		
<i>Neidium</i> sp.				X								
<i>Nitzschia acicularioides</i> Hustedt		X	X	X		X	X	X		X	X	
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Nitzschia clausii</i> Hantzsch		X				X	X					
<i>Nitzschia</i> cf. <i>dissipatoides</i> Archibald					X	X						
<i>Nitzschia ignorata</i> Krasske	X				X		X	X			X	X
<i>Nitzschia linearis</i> Grunow	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Smith	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Nitzschia</i> cf. <i>pumila</i> Hustedt				X				X				
<i>Nitzschia</i> sp.		X			X							
<i>Pinnularia acrosphaeria</i> W. Smith	X	X	X	X		X		X		X	X	X
<i>Pinnularia gibba</i> Ehr.				X			X				X	
<i>Pinnularia ininterrupta</i> W. Smith				X				X				X
<i>Planothidium dubium</i> (Grunow) Round & Bukht.	X		X		X	X	X	X		X		X
<i>Sellaphora pupula</i> (Kütz.) Mereschk.					X				X		X	
<i>Stenopterobia delicatissima</i> (F. W. Lewis) Bréb.				X			X				X	X
<i>Surirella angusta</i> Kütz.	X											
<i>Surirella didyma</i> Kütz.					X	X						
<i>Synedra gouldardii</i> Bréb.	X	X			X	X			X			X
<i>Surirella splendida</i> (Ehr.) Kütz.					X	X						
<i>Terpsinoe musica</i> Ehr.					X	X		X				
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Penales não identificada			X				X				X	
CLASSE CHLAMYDOPHYCEAE												
Chlamyidophyceae não identificada		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
CLASSE CHLOROPHYCEAE												
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs		X	X	X			X					
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (W. B. Turner) Lemmerm.	X	X										X
<i>Ankyra judayi</i> (G. M. Smith) Fott				X			X				X	
<i>Ankyra paradoxioides</i> Cirik				X	X							
<i>Aphanochaete repens</i> A. Braun	X		X				X			X	X	X
<i>Bicuspidella sessilis</i> Fott			X				X			X		
<i>Chaetosphaeridium globosum</i> (Nordst.) Klebahn	X		X									X
<i>Characium ensiforme</i> Herm.	X		X	X	X	X	X	X			X	X
<i>Characium guttula</i> Playfair			X			X	X					
<i>Characium ornithocephalum</i> A. Braun	X		X	X	X		X		X	X	X	X
<i>Cladophora</i> sp.	X		X	X								X
<i>Closteriopsis longissima</i> Lemmerm.							X				X	
<i>Coelastrum asteroideum</i> De Notaris			X	X		X				X		
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli			X	X			X				X	
<i>Coelastrum pulchrum</i> Schmid											X	
<i>Coleochaete irregularis</i> Pringsh.	X						X					X
<i>Coleochaete orbicularis</i> Pringsh.			X			X						
<i>Coenocystis assymetrica</i> Komárek				X								
<i>Desmodesmus armatus</i> (Chodat) Hegewald			X	X		X	X	X		X	X	
<i>Desmodesmus brasiliensis</i> (Bohlin) Hegewald	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Desmodesmus communis</i> (Hegewald) Hegewald				X		X	X		X	X		
<i>Desmodesmus denticulatus</i> var. <i>linearis</i> (Hansg.) Hegewald	X	X	X		X	X	X		X	X		

Continua...

Continuação

	<i>E. azurea</i>				<i>N. amazonum</i>				<i>O. cubense</i>			
	J	S	D	M	J	S	D	M	J	S	D	M
<i>Desmodesmus dispar</i> (Bréb.) Hegewald		x					x					
<i>Desmodesmus hystrix</i> (Lagerh.) Hegewald												x
<i>Desmodesmus maximus</i> (W. West & G.S. West) Hegewald			x				x					
<i>Desmodesmus opoliensis</i> (P. Richter) Hegewald					x					x		
<i>Desmodesmus spinosus</i> (Chodat) Hegewald							x			x	x	
<i>Desmodesmus</i> sp.										x		
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood			x	x						x		
<i>Dimorphococcus lunatus</i> A. Braun							x					
<i>Dispora</i> sp.		x								x		
<i>Eutetramorus fottii</i> (Hindák) Komárek			x	x		x	x			x		
<i>Eutetramorus planctonicus</i> (Korshikov) Bourr.	x					x	x			x	x	x
<i>Gloeocystis ampla</i> Kütz.							x				x	
<i>Gloeocystis vesiculosa</i> Nägeli	x		x			x	x			x		x
<i>Golenkinia</i> sp.		x	x				x				x	
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) K. Möbius				x								
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárk.-Legn.	x		x	x								x
<i>Monoraphidium convolutum</i> (Corda) Komárk.-Legn.				x								
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Komárk.-Legn.			x	x			x			x	x	
<i>Neochloris</i> sp.			x	x		x	x				x	
<i>Oocystis borgei</i> Snow				x	x					x		
<i>Oocystis elliptica</i> W. West				x						x		
<i>Oonophris obesa</i> (W. West) Fott	x		x	x			x			x		x
<i>Pediastrum argentinense</i> Bourrelly & Tell				x								
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehr.) Ralfs	x		x	x						x		x
<i>Scenedesmus acutus</i> Meyen				x								
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chodat.										x		
<i>Scenedesmus acunae</i> Compère												
<i>Scenedesmus disciformis</i> (Chodat) Fott & Komárek										x		
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehr.) Chodat		x	x			x		x	x	x	x	
<i>Scenedesmus ovalternus</i> Chodat										x		
<i>Scenedesmus securiformis</i> Playfair		x	x	x		x	x	x				
<i>Schroederia indica</i> Philipose								x		x		
<i>Sorastrum americanum</i> (Bohlin) Schmidle			x							x	x	
<i>Sphaerocystis schroeterii</i> Chodat	x		x	x		x	x			x		x
<i>Stigeoclonium</i> sp.		x		x				x		x	x	
<i>Tetraëdron caudatum</i> (Corda) Hansg.				x	x		x	x				
<i>Tetraëdron incus</i> (Teiling) G. M. Smith				x	x		x	x				
<i>Uronema</i> sp.	x	x	x			x	x	x				x
Chlorophyceae cocóide não identificada	x	x				x						x
Chlorophyceae cocóide não identificada 2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Chlorophyceae cocóide não identificada 3	x	x	x	x		x	x	x		x	x	x
Chlorophyceae cocóide não identificada 4	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x
Chlorophyceae cocóide não identificada 5		x	x	x			x	x	x		x	
Chlorophyceae filmanetosa não identificada								x		x		
CLASSE CHRYSOPHYCEAE												
<i>Chrysopyxis</i> sp.				x								
<i>Chrysopyxis</i> sp. 2				x								x
<i>Lagynion macrotrachelum</i> Pascher			x				x	x				x
<i>Mallomonas</i> sp.	x		x	x	x	x	x		x			x
<i>Mallomonas</i> sp. 2				x		x		x		x		x
<i>Mallomonas</i> sp. 3		x	x					x		x	x	x
<i>Mallomonas</i> sp. 4		x						x			x	
<i>Mallomonas</i> sp. 5							x					
<i>Monosiga brevipes</i> Saville-Kent							x					
<i>Salpingoeca</i> sp.	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
<i>Salpingoeca</i> sp. 2				x								
<i>Salpingoeca</i> sp. 3								x				
<i>Synura</i> sp.					x							
Chrysophyceae não identificada				x								
CLASSE CRYPTOPHYCEAE												
<i>Cryptomonas tenuis</i> Pascher	x		x	x		x	x	x		x	x	x
<i>Cryptomonas</i> cf. <i>brasiliensis</i> Castro, C. Bicudo & D. Bicudo				x				x			x	x

Continua...

Continuação

	<i>E. azurea</i>				<i>N. amazonum</i>				<i>O. cubense</i>			
	J	S	D	M	J	S	D	M	J	S	D	M
<i>Cryptomonas</i> sp.	x	x	x		x	x	x		x	x	x	
<i>Cryptomonas</i> sp. 2		x	x	x			x	x		x		
<i>Cryptomonas</i> sp. 3			x	x			x				x	x
<i>Cryptomonas</i> sp. 4			x				x				x	
<i>Cryptomonas</i> sp. 5				x								
CYANOBACTERIA												
<i>Anabaena</i> cf. <i>subcylindrica</i> Borge											x	x
<i>Aphanocapsa holsatica</i> (Lemmerm.) Cronberg & Komárek				x	x	x	x				x	
<i>Aphanocapsa parasitica</i> (Kütz.) Komárek & Anagn.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Aphanothece microscopica</i> Nägeli	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	
<i>Aphanothece smithii</i> Komárk.-Legn. & Cronberg	x	x	x			x	x	x	x		x	
<i>Borzia trilocularis</i> Cohn ex Gomont	x	x		x							x	x
<i>Chamaesiphon investiens</i> Skuja	x	x	x	x		x	x	x			x	x
<i>Chroococcus aphanocapsoides</i> Skuja	x		x				x			x		x
<i>Chroococcus dispersus</i> (Keissler) Lemmerm.	x	x								x		
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemmerm.	x		x	x	x	x	x	x		x	x	x
<i>Chroococcus minimus</i> (Keissler) Lemmerm.			x					x				
<i>Chroococcus minutus</i> (Kütz.) Nägeli	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x
<i>Chroococcus minor</i> (Kütz.) Nägeli	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> Nägeli				x			x					
<i>Geitleribactron periphyticum</i> Komárek	x	x	x		x	x	x	x		x	x	
<i>Geitlerinema splendidum</i> (Grev. ex Gomont) Anagn.			x	x			x	x	x	x	x	
<i>Gloeocapsa</i> sp.	x		x	x			x			x	x	
<i>Gloeocapsa</i> sp. 2				x								x
<i>Gloeotrichia</i> cf. <i>echinulata</i> (J. E. Smith) P. Richter	x											
<i>Hapalosiphon</i> cf. <i>arboreus</i> W. West & G. S. West								x				
<i>Heteroleibleinia pusilla</i> (Hansg.) Compère	x		x		x		x	x	x		x	x
<i>Homeothrix stagnalis</i> (Hansg.) Komárek & Kováček	x		x		x							
<i>Jaaginema quadripunctulatum</i> (Brühl & Biswas) Anagn. & Komárek			x	x	x	x	x		x	x		x
<i>Komvophoron crassum</i> (Vozzhenn.) Anagn. & Komárek	x	x		x	x		x				x	x
<i>Leibleinia epiphytica</i> (Hieron.) Anagn. & Komárek	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
<i>Leptolyngbya angustissima</i> (W. & G. S. West) Anagn. & Komárek	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
<i>Leptolyngbya foveolarum</i> (Gomont) Anagn. & Komárek	x	x	x	x	x		x	x	x			x
<i>Leptolyngbya lagerheimii</i> (Gomont) Anagn. & Komárek	x		x	x	x	x	x	x	x			
<i>Leptolyngbya margaretheana</i> (Schmidle) Anagn. & Komárek	x		x		x							x
<i>Leptolyngbya perelegans</i> (Lemmerm.) Anagn. & Komárek	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Leptolyngbya subtilis</i> (W. West) Anagn.	x						x					
<i>Limnothrix mirabilis</i> (Böcher) Anagn.	x			x								x
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmerm.			x	x			x	x		x		x
<i>Microcystis</i> cf. <i>protocystis</i> Crow	x	x	x									
<i>Nostoc muscorum</i> C. Agardh ex Bornet & Flahault												x
<i>Oscillatoria limosa</i> C. Agardh					x						x	x
<i>Oscillatoria princeps</i> Vaucher ex Gomont						x						x
<i>Oscillatoria sancta</i> (Kütz.) Gomont					x							x
<i>Oscillatoria subbrevis</i> Schmidle											x	
<i>Phormidium amoenum</i> Kütz. ex Anagn. & Komárek		x	x			x	x	x		x	x	
<i>Phormidium hamelii</i> (Frémy) Anagn. & Komárek								x		x	x	
<i>Phormidium molle</i> Gomont	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
<i>Phormidium retzii</i> (C. Agardh) Gomont				x				x	x			x
<i>Phormidium willei</i> (Gardner) Anagn. & Komárek	x											
<i>Planktolingbya limnetica</i> (Lemmerm.) Komárk.-Legn. & Cronberg	x											x
<i>Pseudanabaena catenata</i> Lauterborn				x	x		x	x		x	x	x
<i>Pseudanabaena frigida</i> (Fritsch) Anagn.	x		x	x		x	x	x		x	x	x
<i>Pseudanabaena moniliformis</i> Komárek & Kling	x		x	x		x	x	x		x	x	x
<i>Pseudoanabaena mucicola</i> (Naumann & Hub.-Pest.) Schwabe	x		x	x			x	x	x		x	x
<i>Snowella lacustris</i> (Chod.) Komárek & Hindák	x		x	x		x		x		x	x	x
<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauv.	x					x		x			x	x
<i>Synechococcus mundulus</i> Skuja				x				x				x
<i>Xenococcus minimus</i> Geitler	x	x						x	x		x	x
Chroococcales não identificada	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x
Chroococcales não identificada 2									x			
Chroococcales não identificada 3								x				x

Continua...

Continuação

	<i>E. azurea</i>				<i>N. amazonum</i>				<i>O. cubense</i>			
	J	S	D	M	J	S	D	M	J	S	D	M
Cyanobacteria não identificada 4												X
Nostocales não identificada							X	X				
CLASSE DINOPHYCEAE												
<i>Peridinium</i> sp.							X					
CLASSE EUGLENOPHYCEAE												
<i>Euglena acus</i> Ehr.	X											
<i>Euglena</i> sp.											X	
<i>Euglena</i> sp. 2				X								
<i>Lepocinclis caudata</i> Cunha		X					X					
<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehrenb.) Lemmerm.				X							X	X
<i>Lepocinclis</i> sp.				X				X	X	X	X	
<i>Phacus acuminatus</i> Stockes		X									X	
<i>Phacus curvicauda</i> Swirenko		X	X	X			X				X	X
<i>Phacus stokesii</i> Lemmerm.				X								
<i>Phacus</i> sp.										X		
<i>Strombomonas scabra</i> (Playfair) Tell & Conforti				X	X							
<i>Trachelomonas armata</i> (Ehr.) Stein							X				X	X
<i>Trachelomonas conica</i> Playfair		X		X	X		X		X			
<i>Trachelomonas curta</i> Cunha		X	X	X	X						X	X
<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) Stein	X	X	X	X			X	X	X	X		X
<i>Trachelomonas kelloggii</i> Skvortzov		X				X		X	X		X	X
<i>Trachelomonas lemmermanni</i> Wolosz. emend. Deflandre	X						X	X				
<i>Trachelomonas parvicollis</i> Deflandre				X								X
<i>Trachelomonas robusta</i> Swirenko emend Deflandre		X	X	X			X					
<i>Trachelomonas rotunda</i> Swirenko				X				X			X	
<i>Trachelomonas verrucosa</i> Stockes	X			X		X	X		X	X		
<i>Trachelomonas</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Trachelomonas</i> sp.	X			X			X		X			X
CLASSE OEDOGONIOPHYCEAE												
<i>Bulbochaete</i> sp.	X	X		X	X	X			X	X	X	X
<i>Bulbochaete</i> sp. 2		X	X	X			X	X		X		X
<i>Oedogonium reinschii</i> Bory		X	X									
<i>Oedogonium</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Oedogonium</i> sp. 2	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Oedogonium</i> sp. 3	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Oedogonium</i> sp. 4	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Oedogonium</i> sp. 5	X		X	X		X	X	X	X		X	X
<i>Oedogonium</i> sp. 6								X				X
CLASSE RHODOPHYCEAE												
<i>Audouinella pygmaea</i> (Kütz.) Weber Van-Bosse				X	X			X				
Rhodophyceae não identificada							X	X				
Rhodophyceae não identificada 2												X
CLASSE XANTHOPHYCEAE												
<i>Botryochloris</i> cf. <i>cumulata</i> Pascher	X						X					
<i>Centritractus belenophorus</i> Lemmerm.												X
<i>Characiopsis acuta</i> (Braun) Borzi	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Characiopsis aquinolaris</i> Skuja	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Characiopsis curvata</i> (G. M. Smith) Skuja	X			X			X				X	X
<i>Characiopsis elegans</i> Ettl	X		X	X	X		X	X		X	X	X
<i>Characiopsis longipes</i> (Rabenh.) Borzi				X			X		X			
<i>Characiopsis polychloris</i> Pascher	X			X	X	X	X	X		X		X
<i>Characiopsis pyriformis</i> (A. Braun) Borzi			X	X			X		X		X	
<i>Characiopsis sphagnicola</i> Pascher	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Characiopsis spinifer</i> Printz	X		X		X	X			X	X	X	
<i>Characiopsis subulata</i> (Braun) Borzi			X	X			X				X	X
<i>Dioxys</i> sp.							X			X		X
<i>Nephrodiella semilunaris</i> Pascher	X	X		X				X				

Continua...

Continuação

	<i>E. azurea</i>				<i>N. amazonum</i>				<i>O. cubense</i>				
	J	S	D	M	J	S	D	M	J	S	D	M	
<i>Nephrodiella</i> sp.	x		x							x			
<i>Ophiocytium cochleare</i> A. Braun							x			x			
<i>Peroniella ovalis</i> Mohlenbr. & Dillard					x								
<i>Pleurochloris</i> sp.							x						
<i>Tetraëdriella</i> sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Tetraplektron torsum</i> (Skuja) Dedus.		x								x			
Xanthophyceae não identificada 1			x										x
Xanthophyceae não identificada 2			x										
Xanthophyceae não identificada 3	x						x						
Xanthophyceae não identificada 4	x	x	x		x	x	x		x	x	x		
CLASSE ZYGNEMAPHYCEAE													
<i>Actinotaenium wollei</i> Kütz.	x	x		x				x			x	x	
<i>Actinotaenium curcubitinum</i> (Bisset) Teiling			x		x					x			
<i>Closterium closterioides</i> (Ralfs) Louis & Peeters			x										
<i>Closterium cornu</i> Ehr.													x
<i>Closterium diana</i> Ehr.		x	x			x		x		x			
<i>Closterium incurvum</i> Bréb.			x	x								x	
<i>Closterium leibleinii</i> Kütz. ex Ralfs					x								
<i>Closterium moniliferum</i> (Bory) Ehr. ex Ralfs		x				x				x			x
<i>Cosmarium abbreviatum</i> Racib.	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cosmarium angulare</i> L. N. Johnson				x				x		x			
<i>Cosmarium bireme</i> Nordst.	x	x	x	x	x	x		x	x	x			
<i>Cosmarium bireme</i> Nordst. var. <i>barbadense</i> G.S. West	x									x	x		
<i>Cosmarium boergesenii</i> Grönblad										x			x
<i>Cosmarium botrytis</i> Menegh.						x						x	
<i>Cosmarium clepsydra</i> Nordst.		x	x									x	
<i>Cosmarium comissurale</i> Bréb. ex Ralfs		x		x		x				x			
<i>Cosmarium contractum</i> Kirchner								x				x	
<i>Cosmarium cuneatum</i> Joshua								x					
<i>Cosmarium depressum</i> (Nägeli) Lundell								x					
<i>Cosmarium exiguum</i> Archer		x	x					x					
<i>Cosmarium</i> cf. <i>formosulum</i> (Hoff) Nordst.													x
<i>Cosmarium galeritum</i> Nordst. var. <i>borgei</i> Krieger & Gerloff	x												
<i>Cosmarium granatum</i> Bréb. ex Ralfs			x	x	x	x	x	x					
<i>Cosmarium humile</i> Nordst. ex De Toni						x							
<i>Cosmarium impressulum</i> Elfving						x			x			x	
<i>Cosmarium laeve</i> Rabenh.		x							x				x
<i>Cosmarium</i> cf. <i>lagoense</i> (Nordst.) Nordst.		x		x			x					x	x
<i>Cosmarium lunatum</i> Wolle			x										
<i>Cosmarium margaritatum</i> (Lundell) Roy & Bisset						x							
<i>Cosmarium minimum</i> (Ralfs) Archer	x	x	x		x	x	x				x	x	
<i>Cosmarium moniliforme</i> (Turpin) Ralfs			x					x					
<i>Cosmarium norimbergense</i> Reinsch													x
<i>Cosmarium ornatum</i> Ralfs			x										
<i>Cosmarium pachydermum</i> Lundell													x
<i>Cosmarium polygonum</i> (Nägeli) Archer			x					x					x
<i>Cosmarium porrectum</i> Nordst.			x	x				x		x	x	x	
<i>Cosmarium portianum</i> Archer			x	x		x	x			x			x
<i>Cosmarium pseudoconnatum</i> Nordst.	x	x		x	x		x			x			
<i>Cosmarium pseudopyramidatum</i> Lundell		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
<i>Cosmarium punctulatum</i> Bréb.	x	x	x	x	x	x	x						
<i>Cosmarium pyramidatum</i> Bréb.			x										
<i>Cosmarium subadoxum</i> Grönblad	x	x	x	x	x	x		x		x			x
<i>Cosmarium quadrum</i> Lundell		x	x			x	x	x		x	x	x	x
<i>Cosmarium rectangulare</i> Grunow		x	x		x	x		x		x	x		
<i>Cosmarium regnesii</i> var. <i>montanum</i> Schmidle			x	x		x	x						
<i>Cosmarium seelyanum</i> Wolle			x								x		
<i>Cosmarium subcrenatum</i> Hantzsch								x					x
<i>Cosmarium trilobulatum</i> Reinsch	x	x	x	x	x	x	x			x	x		
<i>Cosmarium vexatum</i> W. West	x		x	x		x	x			x	x	x	
<i>Cosmarium venustum</i> (Bréb.) Archer	x	x				x		x		x			
<i>Cosmarium</i> sp.		x											

Continua...

Continuação

	<i>E. azurea</i>				<i>N. amazonum</i>				<i>O. cubense</i>			
	J	S	D	M	J	S	D	M	J	S	D	M
<i>Cosmarium</i> sp. 2					x							
<i>Cosmarium</i> sp. 3								x				
<i>Cosmarium</i> sp. 4												x
<i>Cosmarium</i> sp. 5												x
<i>Cosmarium</i> sp. 6							x				x	
<i>Desmidium swartzii</i> C. Agardh ex Ralfs										x	x	
<i>Euastrum abruptum</i> Nordst.		x					x				x	x
<i>Euastrum binale</i> (Turpin) Ehr.			x			x	x					
<i>Euastrum denticulatum</i> (Kirchner) Gay			x							x	x	x
<i>Euastrum elegans</i> (Bréb.) Kütz.							x					
<i>Euastrum evolutum</i> (Nordst.) W. West & G. S. West.					x							
<i>Euastrum gayanum</i> De Toni						x						
<i>Euastrum gemmatum</i> (Bréb.) Bréb. ex Ralfs		x										
<i>Euastrum rectangulare</i> F. E. Fritsch & P. Richter							x	x		x		x
<i>Euastrum sibiricum</i> Boldt										x		
<i>Euastrum validum</i> Krieger												x
<i>Euastrum verrucosum</i> Ehr. ex Ralfs										x		
<i>Gonatozygon monotaenium</i> De Bary							x					x
<i>Gonatozygon pilosum</i> Wolle		x	x	x	x	x	x			x	x	x
<i>Hyalotheca dissiliens</i> (Smith) Bréb. ex Ralfs										x		
<i>Micrasterias furcata</i> C. Agardh ex Ralfs										x		
<i>Micrasterias truncata</i> (Corda) Bréb. ex Ralfs var. <i>pusilla</i> G.S. West								x		x		x
<i>Mougeotia</i> sp.		x					x				x	
<i>Onychonema laeve</i> Nordst.			x				x			x		
<i>Penium margaritaceum</i> (Ehr.) Bréb.												x
<i>Pleurotaenium trabecula</i> (Ehr.) Nägeli		x	x	x				x		x		
<i>Pleurotaenium ehrenbergii</i> (Ralfs) De Bary										x		
<i>Spirogyra</i> sp.	x											
<i>Spirogyra</i> sp. 2				x		x						x
<i>Spirogyra</i> sp. 3		x	x			x	x	x		x	x	x
<i>Spirogyra</i> sp. 4					x	x				x		x
<i>Spirogyra</i> sp. 5								x		x		x
<i>Spirogyra</i> sp. 6								x				x
<i>Spirogyra</i> sp. 7				x								
<i>Spirogyra</i> sp. 8			x	x			x	x		x	x	x
<i>Spondylosium panduriforme</i> (Heimerl) Teiling var. <i>limneticum</i> (W. West & G.S. West) Förster			x					x				x
<i>Spondylosium planum</i> (Wolle) W. & G. S. West												x
<i>Staurastrum contectum</i> var. <i>inevolutum</i> Turner										x		
<i>Staurastrum dilatatum</i> Ehr.	x	x	x			x				x		x
<i>Staurastrum forficulatum</i> Lundell		x	x	x		x	x	x		x	x	x
<i>Staurastrum groenbladii</i> (Skuja) Teiling												x
<i>Staurastrum hirsutum</i> (Ehr.) Ralfs		x				x	x			x		x
<i>Staurastrum leptocladum</i> Nordst.								x				
<i>Staurastrum margaritaceum</i> (Ehr.) Ralfs		x	x	x		x	x			x		
<i>Staurastrum minnesotense</i> Wolle	x		x									x
<i>Staurastrum muticum</i> (Bréb.) Ralfs			x			x	x			x		x
<i>Staurastrum orbiculare</i> Ralfs										x		
<i>Staurastrum punctulatum</i> (Bréb.) Ralfs		x				x	x				x	
<i>Staurastrum quadrangulare</i> (Bréb.) Ralfs			x			x	x			x		
<i>Staurastrum quadricornutum</i> Roy & Bisset				x								x
<i>Staurastrum quadrispinatum</i> Turner			x							x	x	
<i>Staurastrum sebaldi</i> Reinsch			x									
<i>Staurastrum setigerum</i> Cleve		x	x							x		
<i>Staurastrum tetracerum</i> (Kütz.) Ralfs ex Ralfs								x			x	x
<i>Staurastrum trifidum</i> Nordstedt var. <i>inflexum</i> W. West & G.S. West		x	x					x		x		x
<i>Staurastrum</i> sp.										x		
<i>Stauroidesmus cuspidatus</i> (Bréb. ex Ralfs) Teiling		x										x
<i>Stauroidesmus dickiei</i> (Ralfs) S. Lill.		x	x	x		x				x		
<i>Stauroidesmus mamillatus</i> (Nordst.) Teiling			x							x	x	
<i>Stauroidesmus mucronatus</i> (Ralfs) Croasdale			x									x
<i>Stauroidesmus subulatus</i> (Kütz.) Thomasson				x								
<i>Teilingia granulata</i> (Roy & Bissett) Bourr.			x									

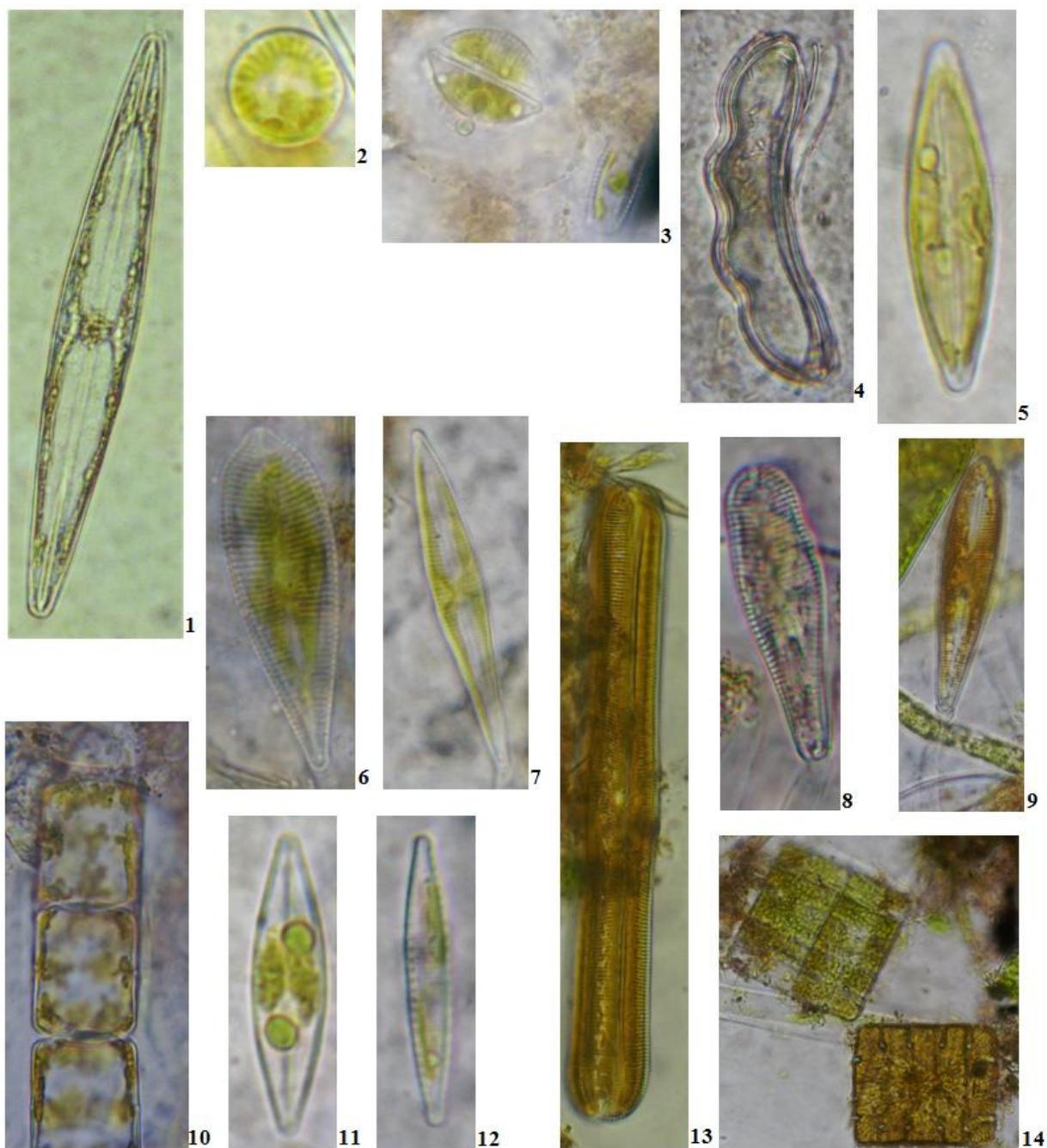
Continua...

Continuação

	<i>E. azurea</i>				<i>N. amazonum</i>				<i>O. cubense</i>			
	J	S	D	M	J	S	D	M	J	S	D	M
<i>Zygnema</i> sp.			x				x	x		x	x	x

ANEXO IV

Ilustrações de alguns táxons encontrados no ressaco do “Pau Vêio” nos distintos substratos e períodos amostrados.



Figuras 1-14 – Classe Bacillariophyceae. 1. *Amphipleura lindheimeri*. 2. *Cyclotella meneghiniana*. 3. *Encyonema mesianum*. 4. *Eunotia zygodon*. 5. *Frustulia rhomboides*. 6. *Gomphonema augur* var. *augur*. 7. *Gomphonema gracile*. 8. *Gomphonema truncatum*. 9. *Gomphonema turris*. 10. *Melosira varians*. 11. *Navicula* cf. *trivialis*. 12. *Nitzschia palea*. 13. *Pinnularia acrosphaeria*. 14. *Terpsinoë musica*.

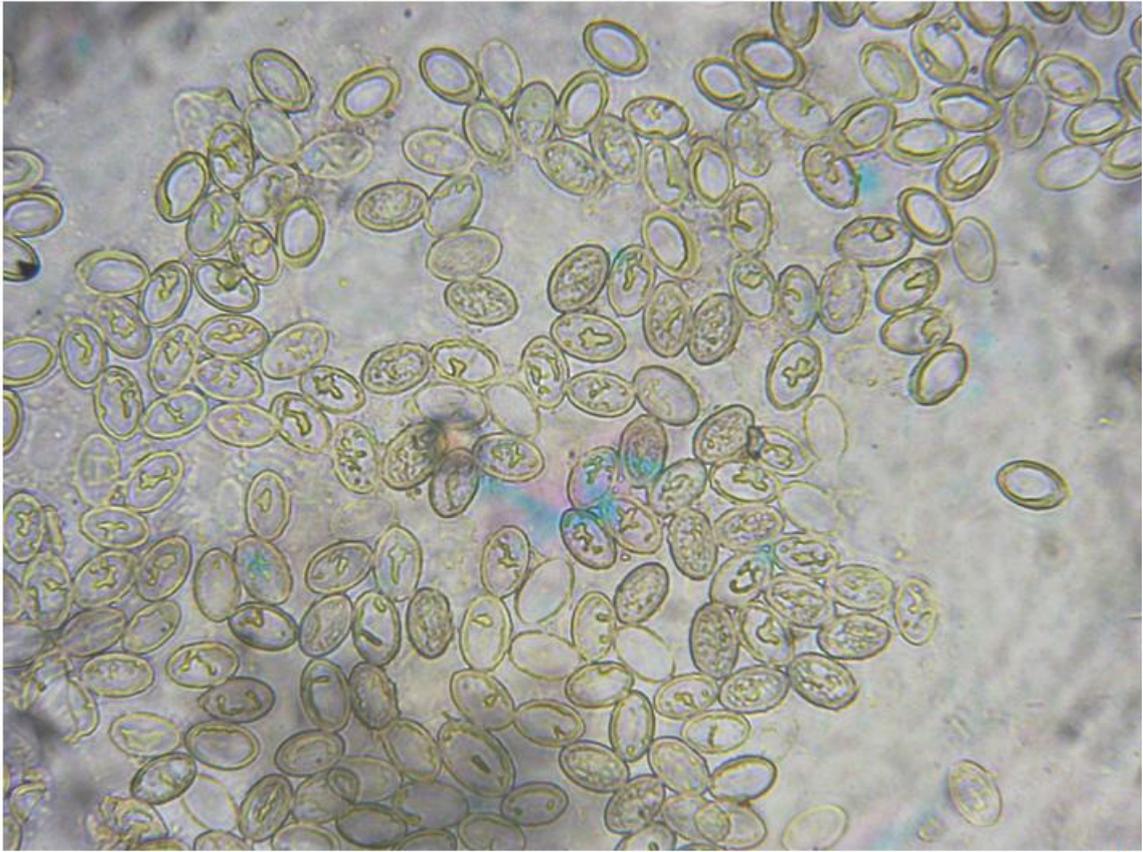
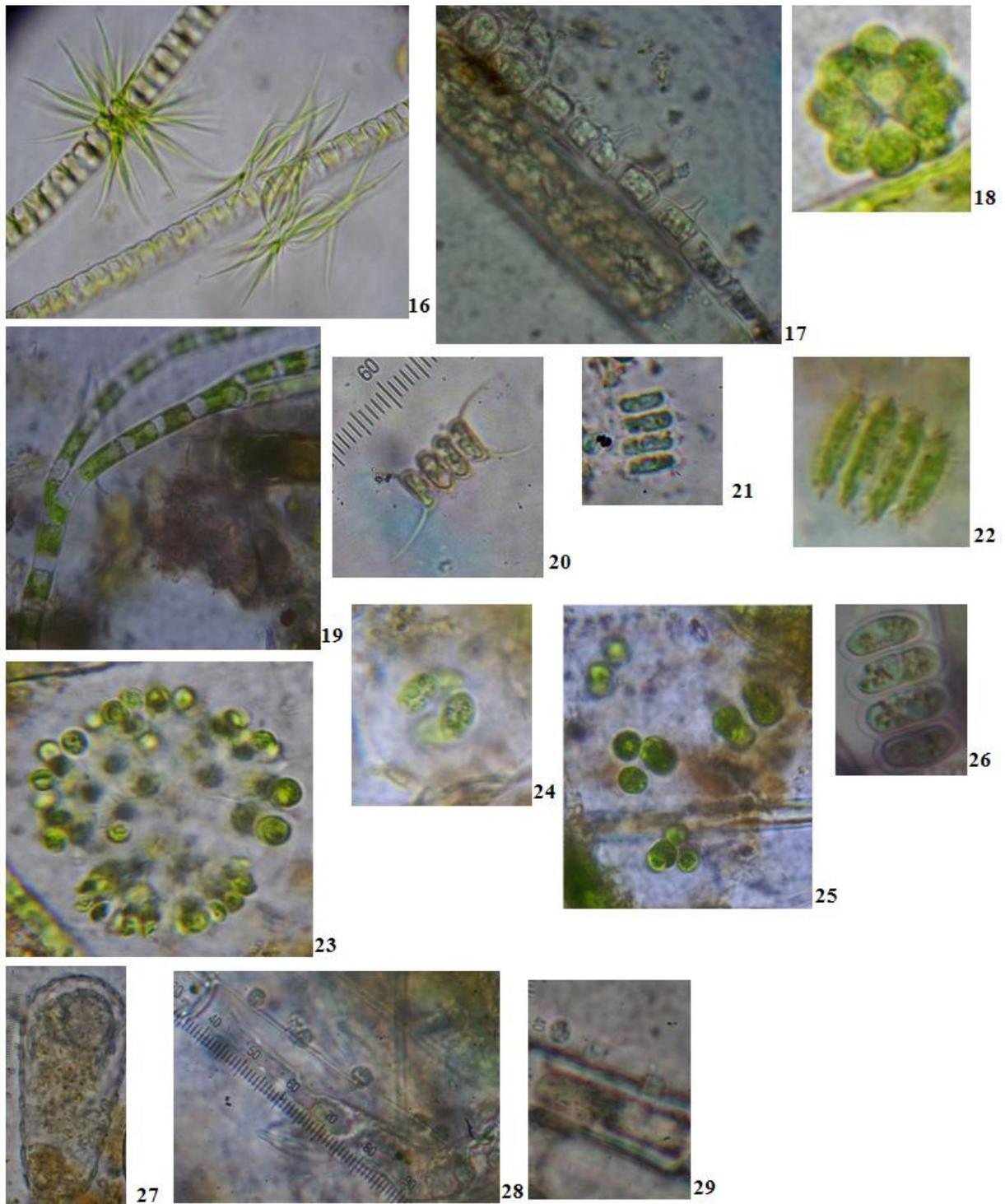
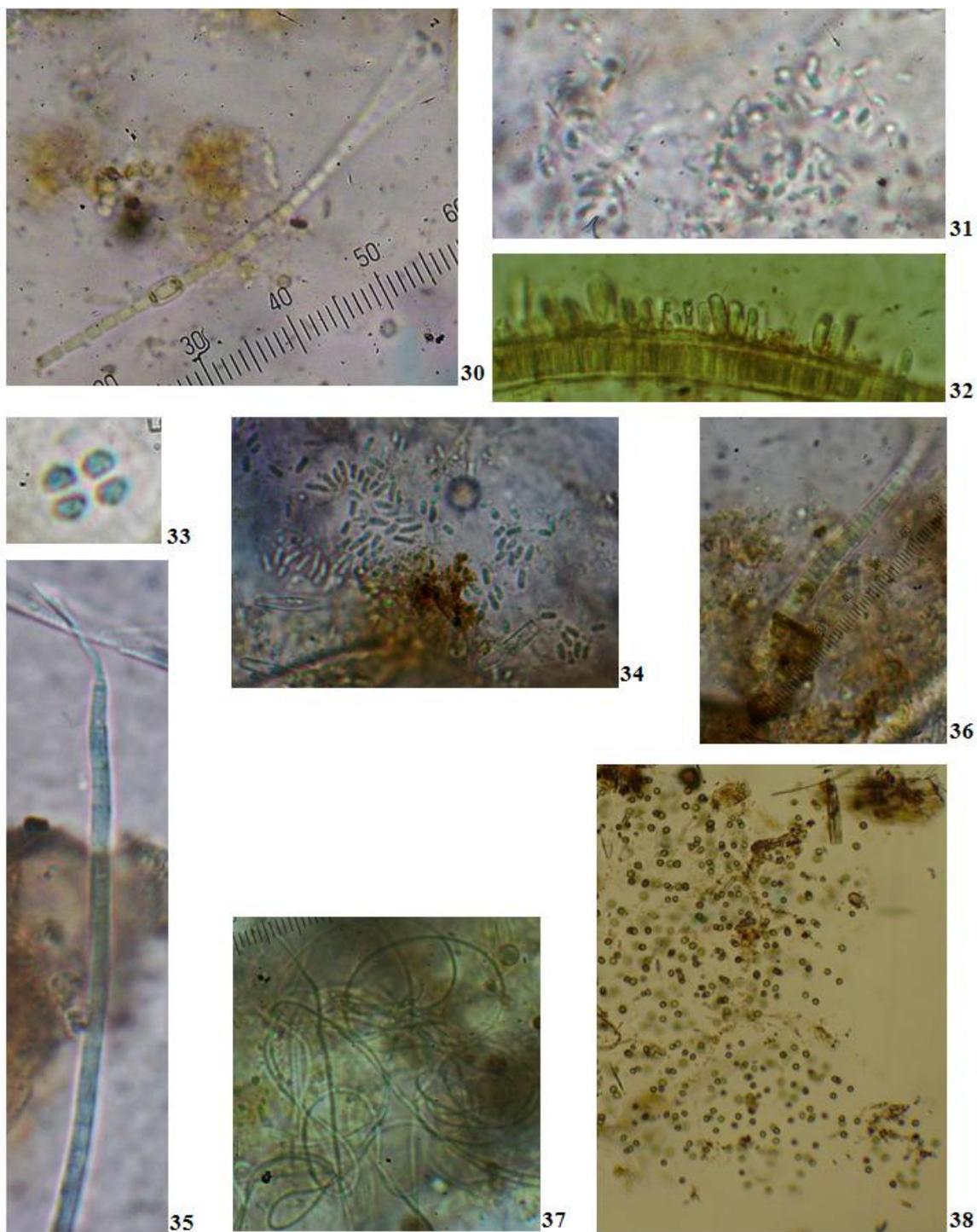


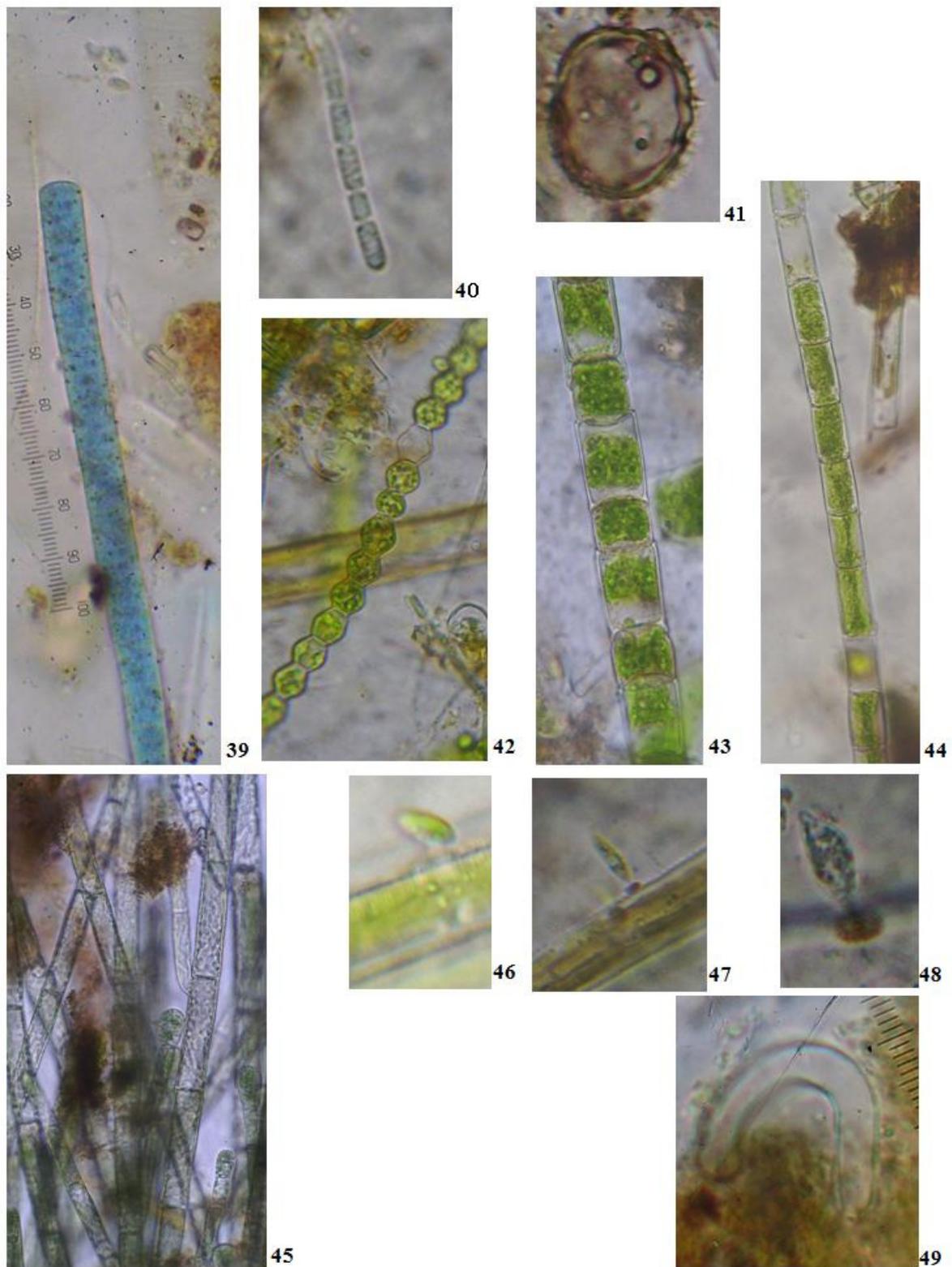
Figura 15. *Cocconeis placentula*.



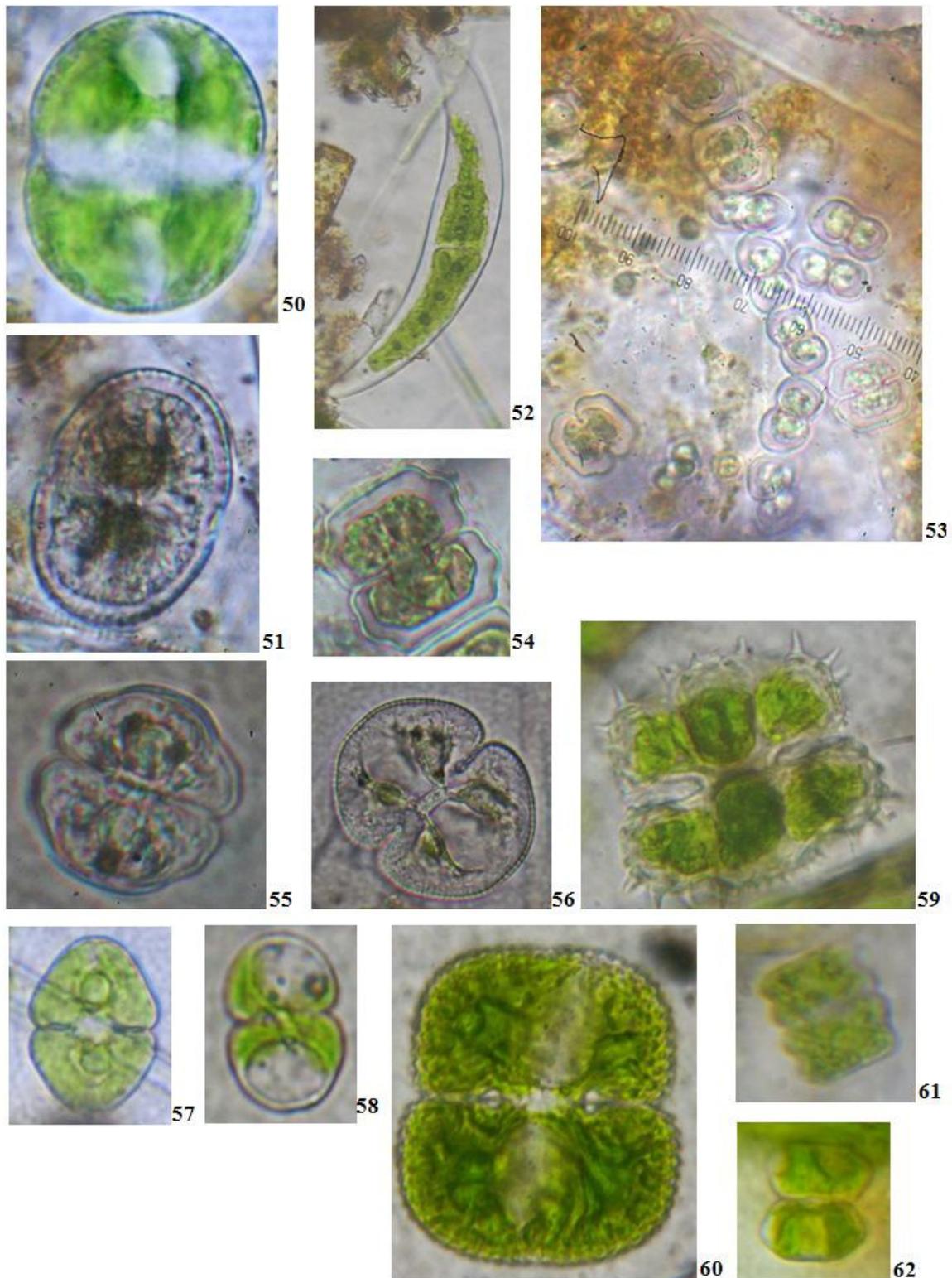
Figuras 16-29 – Classe Chlorophyceae. 16. *Ankistrodesmus falcatus*. 17. *Aphanochaete repens*. 18. *Coelastrum pulchrum*. 19. *Cladophora* sp. 20. *Desmodesmus communis*. 21. *Desmodesmus denticulatus*. 22. *Desmodesmus hystrix*. 23. *Dictyosphaerium pulchellum*. 24. *Eutretamorus planctonicus*. 25. *Gloeocystis vesiculosa*. 26. *Scenedesmus ecornis*. **Classe Chrysophyceae.** 27. *Mallomonas* sp. 28-29. *Salpingoeca* spp.



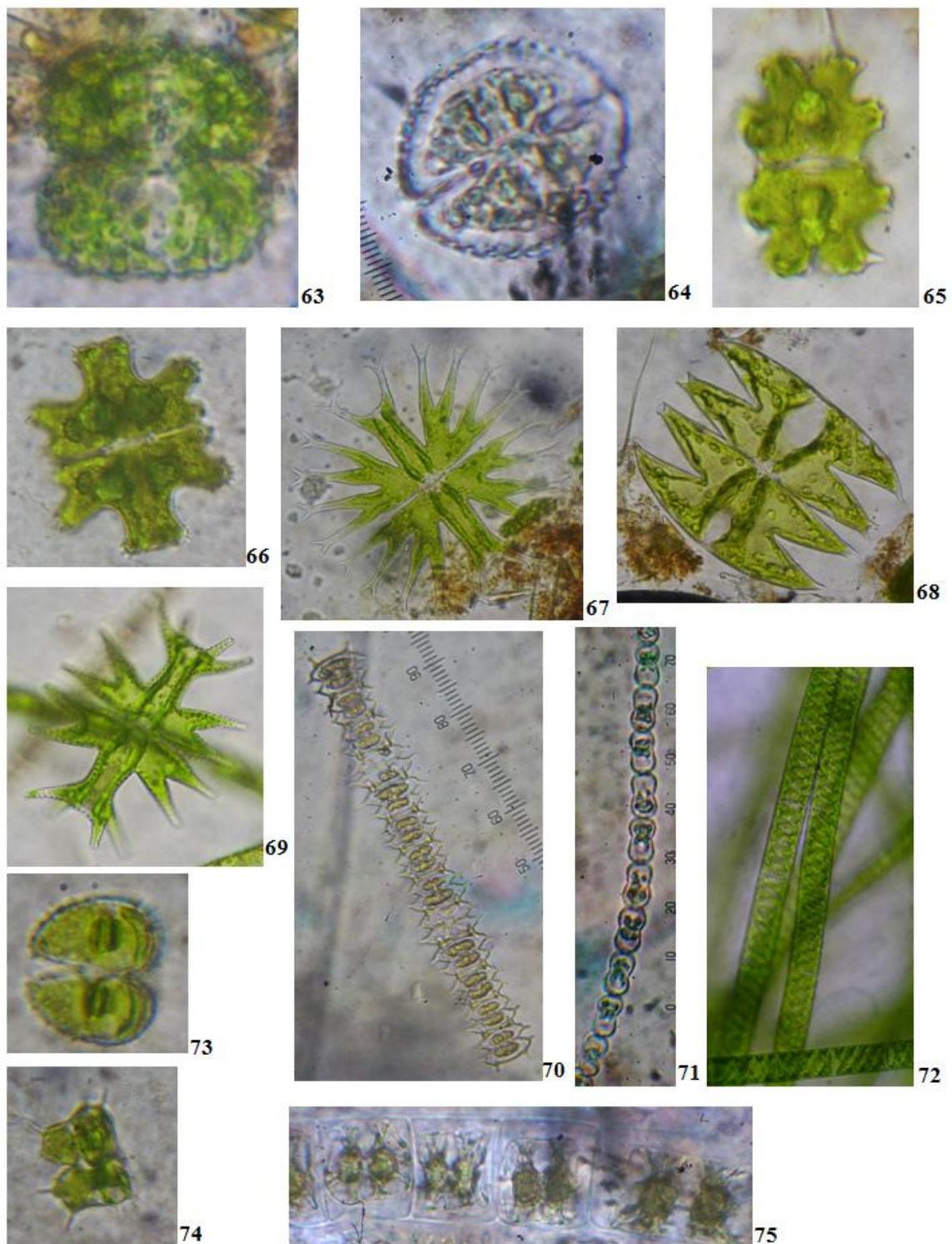
Figuras 30-38 – Cyanobacteria. 30. *Anabaena subcylindrica*. 31. *Aphanothece microscopica*. 32. *Chaemasiphon investiens*. 33. *Chroococcus minutus*. 34. *Geitleribactron subaequale*. 35. *Geitlerinema splendidum*. 36. *Homeothrix stagnalis*. 37. *Leptolyngbya perelegans*. 38. *Microcystis* cf. *protocystis*.



Figs. 39 a 49 – Cyanobacteria. 39. *Phormidium retzii*. **40.** *Pseudoanabaena moniliformis*. **Classe Euglenophyceae. 41.** *Trachelomonas robusta*. **Classe Oedogoniophyceae. 42.** *Oedogonium reinschii*. **43-44.** *Oedogonium* spp. **Classe Rhodophyceae. 45.** *Audoinella pygmaea*. **Classe Xanthophyceae. 46.** *Dioxys* sp. **47.** *Characiopsis aquinolaris*. **48.** *Characiopsis elegans*. **49.** *Ophiocytium cochleare*.



Figuras 50-62 – Classe Zygnemaphyceae. 50. *Actinotaenium wollei*. **51.** *Actinotaenium curcubitinum*. **52.** *Closterium moniliferum*. **53.** *Cosmarium abbreviatum*. **54.** *Cosmarium angulare*. **55.** *Cosmarium clepsydra*. **56.** *Cosmarium galeritum* var. *borgei*. **57.** *Cosmarium granatum*. **58.** *Cosmarium laeve*. **59.** *Cosmarium lagoense*. **60.** *Cosmarium margaritatum*. **61.** *Cosmarium norimbergense*. **62.** *Cosmarium polygonum*.



Figuras 63-75. 63. *Cosmarium quadrum*. 64. *Cosmarium* sp. 65. *Euastrum abruptum*. 66. *Euastrum gemmatum*. 67. *Micrasterias furcata*. 68. *Micrasterias laticeps*. 69. *Micrasterias mahabuleshwariensis*. 70. *Onychonema laeve*. 71. *Spondylosium panduriforme* var. *limneticum*. 72. *Spirogyra* sp. 73. *Staurastrum hirsutum*. 74. *Staurastrum forficulatum*. 75. *Zygnema* sp.

ANEXO V

Táxons exclusivos em cada substrato amostrado no ressaço do “Pau Véio”.

Tabela 1. Táxons exclusivos em cada substrato amostrado no ressaço do “Pau Véio” (*) Táxons presentes em estudos anteriores na planície, em *E. azurea*.

<i>Eichhornia azurea</i> (39 táxons)		
BACILLARIOPHYCEAE	CHRYSOPHYCEAE	OEDOGONIOPHYCEAE
<i>Aulacoseira ambigua</i>	<i>Chrysopyxis</i> sp.	<i>Oedogonium reinschii</i>
<i>Brachysira brebissonii</i>	<i>Salpingoeca</i> sp.	
<i>Eolimna minima</i>	<i>Synura</i> sp.	ZYGNEMAPHYCEAE
<i>Eunotia bidens</i>		<i>Closterium closterioides</i>
<i>Neidium</i> sp.	CRYPTOPHYCEAE	<i>Cosmarium galeritum</i> var. <i>borgei</i>
<i>Surirella angusta</i>	<i>Cryptomonas</i> sp.	<i>Cosmarium lunatum</i>
		<i>Cosmarium ornatum</i>
		<i>Cosmarium</i> sp.
CHLOROPHYCEAE	CYANOBACTERIA	<i>Euastrum gemmatum</i>
<i>Ankistrodesmus spiralis</i>	<i>Gloeothechia</i> cf. <i>echinulata</i>	<i>Spirogyra</i> sp.
<i>Ankyra paradoxioides</i>	<i>Microcystis</i> cf. <i>protocystis</i>	<i>Spirogyra</i> sp. 2
<i>Chaetosphaeridium globosum</i>	<i>Phormidium willei</i>	<i>Staurastrum quadricornutum</i>
<i>Cladophora</i> sp.		<i>Staurastrum sebaldi</i>
<i>Kirchneriella lunaris</i>	EUGLENOPHYCEAE	<i>Staurodesmus subulatus</i>
<i>Monoraphidium contortum</i>	<i>Euglena acus</i>	<i>Teilingia granulata</i>
<i>Monoraphidium convolutum</i>	<i>Euglena</i> sp.	
<i>Pediastrum argentinense</i>	<i>Phacus stokesii</i>	
<i>Scenedesmus acutus</i>	<i>Strombomonas scabra</i>	
<i>Nymphaea amazonum</i> (24 táxons)		
BACILLARIOPHYCEAE	CYANOBACTERIA	ZYGNEMAPHYCEAE
<i>Anomonoëis</i> sp.	<i>Hapalosiphon</i> cf. <i>arboreus</i> *	<i>Closterium leibleinii</i> *
<i>Nitzschia</i> cf. <i>dissipatoides</i>		<i>Cosmarium cuneatum</i>
<i>Surirella didyma</i>	DINOPHYCEAE	<i>Cosmarium depressum</i>
<i>Surirella splendida</i>	<i>Peridinium</i> sp.	<i>Cosmarium humile</i> *
		<i>Cosmarium margaritatum</i> *
		<i>Cosmarium</i> sp.
CHLOROPHYCEAE	RHODOPHYCEAE	<i>Cosmarium</i> sp. 2
<i>Dimorphococcus lunatus</i> *	Rhodophyceae não identificada	<i>Euastrum elegans</i> *
		<i>Euastrum evolutum</i>
CHRYSOPHYCEAE	XANTHOPHYCEAE	<i>Euastrum gayanum</i> *
<i>Mallomonas</i> sp.	<i>Peroniella ovalis</i>	<i>Staurastrum leptocladum</i> *
<i>Monosiga brevipes</i>	<i>Pleurochloris</i> sp.	
<i>Salpingoeca</i> sp.		
<i>Oxycaryum cubense</i> (38 táxons)		
BACILLARIOPHYCEAE	<i>Nostoc muscorum</i> *	<i>Cosmarium norimbergense</i> *
<i>Achnanthydium exiguum</i> *	<i>Oscillatoria subbrevis</i> *	<i>Cosmarium pachydermum</i>
<i>Amphora ovalis</i>		<i>Cosmarium</i> sp.
<i>Navicula mutica</i> *	EUGLENOPHYCEAE	<i>Cosmarium</i> sp. 2
	<i>Euglena</i> sp.	<i>Desmidium swartzii</i> *
	<i>Phacus</i> sp.	<i>Euastrum sibiricum</i>
CHLOROPHYCEAE		<i>Euastrum validum</i>
<i>Coelastrum pulchrum</i>	RHODOPHYCEAE	<i>Euastrum verrucosum</i>
<i>Desmodesmus hystrix</i>	Rhodophyceae não identificada	<i>Hyalotheca dissiliens</i> *
<i>Desmodesmus</i> sp.		<i>Micrasterias furcata</i>
<i>Scenedesmus acuminatus</i> *		<i>Penium margaritaceum</i>
<i>Scenedesmus acunae</i>	XANTHOPHYCEAE	<i>Pleurotaenium ehrenbergii</i> *
<i>Scenedesmus disciformis</i>	<i>Centrtractus belenophorus</i>	<i>Spondylosium planum</i>
<i>Scenedesmus ovalternus</i> *		<i>Staurastrum contectum</i> var. <i>inevolutum</i>
<i>Tetraëdron caudatum</i>	ZYGNEMAPHYCEAE	<i>Staurastrum groenbladii</i>
	<i>Closterium cornu</i>	<i>Staurastrum orbiculare</i>
CYANOBACTERIA	<i>Cosmarium boergesenii</i>	<i>Staurastrum</i> sp.
<i>Anabaena</i> cf. <i>subcylindrica</i>	<i>Cosmarium</i> cf. <i>formosulum</i>	

ANEXO VI

Táxons exclusivos em cada período amostrado no resaco do “Pau Véio”.

Tabela 1. Táxons exclusivos em cada período amostrado no resaco do “Pau Véio”.

Junho/2008 (14 táxons)		
Bacillariophyceae	<i>Planktolyngbya limnetica</i>	Zygnemaphyceae
<i>Eunotia bidens</i>		<i>Closterium leibleinii</i>
<i>Eunotia</i> sp.	Euglenophyceae	<i>Cosmarium galeritum</i> var. <i>borgei</i>
<i>Surirella angusta</i>	<i>Euglena acus</i>	<i>Cosmarium humile</i>
	<i>Phacus</i> sp.	<i>Euastrum evolutum</i>
Cyanobacteria		<i>Spirogyra</i> sp.
<i>Gloeothrichia</i> cf. <i>echinulata</i>	Xanthophyceae	
<i>Phormidium willei</i>	<i>Peroniella ovalis</i>	
Setembro/2008 (25 táxons)		
Bacillariophyceae	<i>Monosiga brevipes</i>	Zygnemaphyceae
<i>Anomonoeis</i> sp.		<i>Cosmarium margaritatum</i>
<i>Eunotia</i> sp.	Cyanobacteria	<i>Cosmarium</i> sp.
	<i>Oscillatoria subbrevis</i>	<i>Euastrum gayanum</i>
Chlorophyceae		<i>Euastrum gemmatum</i>
<i>Desmodesmus</i> sp.	Euglenophyceae	<i>Euastrum sibiricum</i>
<i>Dispora</i> sp.	<i>Euglena</i> sp.	<i>Euastrum verrucosum</i>
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	<i>Phacus acuminatus</i>	<i>Hyalotheca dissiliens</i>
<i>Scenedesmus disciformis</i>		<i>Micrasterias furcata</i>
<i>Scenedesmus ovalternus</i>	Xanthophyceae	<i>Pleurotaenium ehrenbergii</i>
	<i>Tetraplektron torsum</i>	<i>Staurastrum contectum</i> var. <i>inevolutum</i>
Chrysophyceae		<i>Staurastrum orbiculare</i>
<i>Mallomonas</i> sp.		<i>Staurastrum</i> sp.
Novembro/2008 (37 táxons)		
Bacillariophyceae	Cyanobacteria	Zygnemaphyceae
<i>Amphora ovalis</i>	<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i>	<i>Closterium closterioides</i>
<i>Melosira</i> sp.	<i>Nostoc muscorum</i>	<i>Cosmarium contractum</i>
<i>Neidium</i> sp.		<i>Cosmarium cuneatum</i>
	Dinophyceae	<i>Cosmarium depressum</i>
Chlorophyceae	<i>Peridinium</i> sp.	<i>Cosmarium</i> cf. <i>formosulum</i>
<i>Ankyra judayi</i>		<i>Cosmarium lunatum</i>
<i>Desmodesmus maximus</i>	Euglenophyceae	<i>Cosmarium moniliforme</i>
<i>Dimorphococcus lunatus</i>	<i>Euglena</i> sp.	<i>Cosmarium norimbergense</i>
<i>Kirchneriella lunaris</i>	<i>Phacus stokesii</i>	<i>Cosmarium ornatum</i>
<i>Monoraphidium convolutum</i>		<i>Cosmarium pachydermum</i>
<i>Pediastrum argentinense</i>	Rhodophyceae	<i>Cosmarium pyramidatum</i>
	Rhodophyceae não identificada	<i>Cosmarium sucissum</i>
Chrysophyceae		<i>Euastrum elegans</i>
<i>Chrysopyxis</i> sp.	Xanthophyceae	<i>Euastrum validum</i>
<i>Salpingoeca</i> sp.	<i>Centrtractus belenophorus</i>	<i>Staurastrum leptocladum</i>
	<i>Pleurochloris</i> sp.	<i>Staurastrum sebaldi</i>
Cryptophyceae		<i>Teilingia granulata</i>
<i>Cryptomonas</i> sp.		
Março/2009 (23 táxons)		
Bacillariophyceae	Chrysophyceae	Zygnemaphyceae
<i>Brachysira brebissonii</i>	<i>Synura</i> sp.	<i>Closterium cornu</i>
<i>Eunotia</i> cf. <i>stehlei</i>		<i>Cosmarium boergesenii</i>
<i>Gomphonema</i> sp.	Cryptophyceae	<i>Cosmarium</i> sp.
<i>Pinnularia ininterrupta</i>	<i>Cryptomonas</i> sp.	<i>Penium margaritaceum</i>
		<i>Spirogyra</i> sp.
Chlorophyceae	Cyanobacteria	<i>Spondylosium planum</i>
<i>Coelastrum pulchrum</i>	<i>Hapalosiphon</i> cf. <i>arboreus</i>	<i>Staurastrum groenbladii</i>
<i>Coenocystis asymmetrica</i>	<i>Oscillatoria sancta</i>	<i>Staurastrum quadricornutum</i>
<i>Scenedesmus acutus</i>		<i>Stauroidesmus subulatus</i>
<i>Scenedesmus acunae</i>	Oedogoniophyceae	
<i>Tetraëdron caudatum</i>	<i>Oedogonium</i> sp.	

ANEXO VII

Equações utilizadas no cálculo dos atributos estruturais da comunidade perifítica do ressaco do “Pau Véio”.

1. Densidade (número de indivíduos por cm²):

Ros (1979), adaptada para a área do substrato:

$$N = \frac{n \cdot 1000 \cdot 10^6 \cdot V \text{ (mL)} \cdot f}{vc \cdot S} \qquad vc = h \cdot Ac \cdot Nc$$

Onde:

N = densidade (número de indivíduos por cm⁻²);
 n = número total de indivíduos contados;
 V = volume da amostra (mL);
 vc = volume dos campos contados (mL);
 Ac = área do campo de contagem (μm²);
 h = altura da câmara de sedimentação (mm);
 Nc = número de campos contados;
 S = superfície de raspada do substrato (cm²);
 10⁶ e 10 = fator de correção para as unidades;
 f = fator de diluição da amostra, quando necessário.

2. Diversidade de Shannon-Wiener (H') (expressa em bits.ind⁻¹)

Shannon e Weaver (1963)

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i \qquad p_i = N_i/N$$

Onde:

N_i = número total de indivíduos de cada espécie;
 N = número total de indivíduos da amostra.

3. Equitabilidade (E)

Pielou (1969)

$$E = 100(H'/\ln N)$$

Onde:

H' = índice de diversidade da amostra;
 N = número total de espécies da amostra.