

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - CCBS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM CONSERVAÇÃO E
MANEJO DE RECURSOS NATURAIS – NÍVEL MESTRADO

CAMILA AKEMY NABESHIMA AQUINO

A DISTRIBUIÇÃO FUNCIONAL DO FITOPLÂNCTON PREDIZ A
VARIABILIDADE AMBIENTAL ENTRE DOIS RIOS SUBTROPICAIS

CASCABEL-PR
Fevereiro/2017

CAMILA AKEMY NABESHIMA AQUINO

A DISTRIBUIÇÃO FUNCIONAL DO FITOPLÂNCTON PREDIZ A VARIABILIDADE
AMBIENTAL ENTRE DOIS RIOS SUBTROPICAIS

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Conservação e Manejo de Recursos Naturais – Nível Mestrado, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, Área de Concentração: Ciências Ambientais

Orientador: Dra. Norma Catarina Bueno

Co-orientador: Dr. Nyamien Yahault Sebastien

CASCADEL-PR

Fevereiro/2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

A669d

Aquino, Camila Akemy Nabeshima

A distribuição funcional do fitoplâncton prediz a variabilidade ambiental entre dois rios subtropicais. / Camila Akemy Nabeshima Aquino. -- Cascavel, 2017.

65 f.

Orientadora: Profª. Drª. Norma Catarina Bueno

Coorientador: Prof. Dr. Nyamien Yahault Sebastien

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel, 2017.

Programa de Pós-Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais

1. Ecologia . 2.Ecosistemas. I. Bueno, Norma Catarina. II. Sebastien, Nyamien Yahault. III. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. IV. Título.

CDD 21.ed. 577

CIP-NBR 12899

Ficha catalográfica elaborada por Helena Soterio Beijo – CRB 9ª/965

CAMILA AKEMY NABESHIMA AQUINO

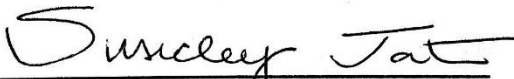
Grupos funcionais fitoplanctônicos refletem a variabilidade ambiental entre dois rios subtropicais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, área de concentração Ciências Ambientais, linha de pesquisa Biologia Comparada e Indicadores de Qualidade No Ambiente Aquático, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:



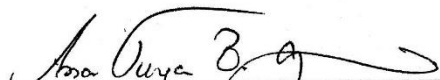
Orientador(a) - Norma Catarina Bueno

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)



Susicley Jati

Universidade Estadual de Maringá (UEM)



Ana Tereza Bittencourt Guimarães

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)

Cascavel, 31 de março de 2017

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos avós, Hatiro e Kazuko e a minha amada mãe Leyla, dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela permissão da vida, pela força e proteção.

Ao Programa de Pós-Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais.

À Fundação Araucária, pela concessão de bolsa.

À Professora Dr^a. Norma Catarina Bueno pelo incentivo, amizade, paciência e auxílio no desenvolvimento do trabalho.

Ao Professor Dr. Nyamien Sebastien por abrir as portas do seu laboratório, nos recebendo sempre muito bem.

Aos queridos professores que aceitaram compor a banca: Dr^a Ana Tereza Bittencourt Guimarães, Susicley Jati, Lívia Godinho Temponi, Jaqueline Malagutti Corsato, suas contribuições são sempre muito valiosas.

Aos queridos amigos Ivone Wichoki e Assis Echer pela grande ajuda nos dias de coleta.

À querida amiga Jascieli Carla Bortolini (Jasciii), pela amizade, carinho, incentivo, ajuda e inspiração. Amiga para a vida, grande exemplo de pessoa e de profissional.

À querida amiga Cinthia Coutinho Rosa Favaretto (a carioca mais querida da vida), pela amizade, parceria nas idas pra Toledo, por não me deixar desistir e pelo apoio e força em um dos momentos mais difíceis da minha vida.

Aos amigos de Laboratório Gabi e Mailor, pela convivência harmoniosa, conversas descontraídas e pelos dias alegres e de muito café.

À querida Marcia, por todo o carinho e boa vontade, ajudando sempre com boas vibrações, alegria e animação.

Ao Michael pelo apoio, ajuda, carinho e paciência nos meus momentos de estresse e ausência.

À minha mãe, meus avós e tios pelo apoio e carinho. Amo vocês

Enfim, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Artigo segundo as normas da revista Aquatic Ecology
http://www.springer.com/life+sciences/ecology/journal/10452?detailsPage=pltdi_1060357

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	9
LISTA DE TABELAS	10
INTRODUÇÃO.....	13
MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
<i>Área de estudo</i>	15
<i>Metodologia de amostragem e análise das amostras</i>	16
<i>Análise dos dados</i>	17
RESULTADOS	18
<i>Os rios e os distintos cenários ambientais</i>	18
<i>Comunidade fitoplanctônica</i>	22
<i>Grupos funcionais fitoplanctônicos</i>	22
<i>Análise de redundância</i>	26
DISCUSSÃO	27
AGRADECIMENTOS	31
REFERÊNCIAS	31
MATERIAL SUPLEMENTAR	37
1. Normas do periódico Aquatic Ecology	37
2. Composição taxonômica da comunidade fitoplanctônica.....	54
3. Pranchas.....	58
Prancha 1	58
Prancha 2	59
Prancha 3	60
Prancha 4	61
Prancha 5	62
Prancha 6	63
Prancha 7	64
Prancha 8	65

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Localização das estações de amostragem: rio Cascavel (E1) e rio Quati (E2), na área de influência da microbacia do rio Cascavel, Paraná, Brasil.....	16
Figura 2. Variação da precipitação e vazão nos rios Cascavel (E1) e Quati (E2) no período de fevereiro de 2015 a janeiro de 2016.....	19
Figura 3. Dispersão dos escores para os meses e as estações de amostragem ao longo dos dois primeiros eixos da Análise de Componentes Principais, realizada para as variáveis ambientais amostradas nos rios Cascavel (E1) e Quati (E2)	20
Figura 4. Diagramas de Venn com o número de táxons exclusivos e compartilhados pelos rios Cascavel (S1 – em cinza) e Quati (S2 – preto).....	22
Figura 5. Biovolume médio fitoplanctônico registrado nos rios Cascavel (S1) e Quati (S2) no período de fevereiro de 2015 a janeiro de 2016.....	23
Figura 6. Biovolume total (a) e biovolume relativo (b) dos grupos funcionais fitoplanctônicos registrados nos rios Cascavel (S1) e Quati (S2) ao longo dos meses de fevereiro de 2015 a janeiro de 2016.....	25
Figura 7. Ordenação da Análise de Redundância (RDA) com os grupos funcionais fitoplanctônicos, variáveis ambientais e estações-meses de amostragem.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios, mínimos e máximos, coeficiente de variação e resultados da Permanova para as variáveis abióticas entre as estações e meses de amostragem ($p < 0,05$).	20
Tabela 2. Grupos funcionais, táxons representantes e principais traços característicos.....	24

A distribuição funcional do fitoplâncton prediz a variabilidade ambiental entre dois rios subtropicais

Camila Akemy Nabeshima Aquino^{1,2*}, Jascieli Carla Bortolini², Cinthia Coutinho Rosa Favaretto^{1,2}, Nyamien Yahault Sebastien³ e Norma Catarina Bueno^{1,2,3}

¹ Programa de Pós-Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Rua Universitária, 2019, Jardim Universitário, 85819-110, Cascavel, Paraná, Brazil.

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Laboratório de Ficologia, Rua Universitária, 2019, Jardim Universitário, 85819-110, Cascavel, Paraná, Brazil.

³ Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Rua da Faculdade, 645, Jardim Santa Maria, 85903-000, Toledo, Paraná, Brazil.

* Autor para correspondência: camilaakemy@yahoo.com.br, +55 (045) 99956-2231.

RESUMO

A diversidade dos traços fitoplanctônicos fornece um poderoso recurso para abordar as questões da ecologia e pode ser adotada para simplificar e prever a estrutura da comunidade, em função dos múltiplos filtros ambientais que operam nos diferentes ecossistemas. Assim, avaliamos a resposta dos grupos funcionais fitoplanctônicos de dois rios subtropicais em escala temporal, identificando os principais filtros ambientais associados à presença dos diferentes grupos e seus traços funcionais durante um ciclo sazonal. Com a análise multivariada, encontramos uma dissimilaridade ambiental prevista pela presença de diferentes grupos funcionais nos rios. Foram registrados seis GFs: **J** (clorofíceas clorococcales), **M** (cianobactérias coloniais), **N** (desmídias), **W1** (euglenofíceas), **X2** (clorofíceas unicelulares flageladas) e **F** (clorofíceas coloniais flageladas). Os GFs **J**, **M** e **N** eram exclusivos do primeiro rio, enquanto **X2** e **F** eram exclusivos do segundo rio. GF **W1** foi registrado em ambos os rios, no entanto, a maior contribuição ocorreu no segundo rio. Assim, os GFs refletiram a dissimilaridade ambiental, principalmente relacionada às condições de fluxo de água, condutividade, disponibilidade de luz e profundidade dos ambientes. Em vista dos resultados obtidos, o agrupamento funcional considerado uma ferramenta relevante na ecologia do fitoplâncton, oferece um meio prático para investigar a relação entre o fitoplâncton e o funcionamento do ecossistema e consequentemente pode auxiliar na tomada de decisões para a gestão e conservação da biodiversidade em ambientes lóticos.

PALAVRAS-CHAVE: Filtro ambiental. Dinâmica funcional. Ecossistema lótico Algas planctônicas. Grupos funcionais de Reynolds.

Functional phytoplankton distribution predict the environmental variability between two subtropical rivers

Camila Akemy Nabeshima Aquino^{1,2*}, Jascieli Carla Bortolini², Cinthia Coutinho Rosa Favaretto^{1,2},
Nyamien Yahault Sebastien³ e Norma Catarina Bueno^{1,2,3}

¹ Programa de Pós-Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Rua Universitária, 2019, Jardim Universitário, 85819-110, Cascavel, Paraná, Brazil.

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Laboratório de Ficologia, Rua Universitária, 2019, Jardim Universitário, 85819-110, Cascavel, Paraná, Brazil.

³ Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Rua da Faculdade, 645, Jardim Santa Maria, 85903-000, Toledo, Paraná, Brazil.

* Autor para correspondência: camilaakemy@yahoo.com.br, +55 (045) 99956-2231.

Abstract

Phytoplankton traits diversity provides a powerful means to addressing ecology's questions, and can be adopted to simplify and predict the community structure, in function of the multiples environmental filters that operate in the different ecosystems. Thus, we evaluated the response of phytoplankton functional groups of two subtropical rivers in a temporal scale, identifying the main environmental filters associated with the presence of the different groups and their functional traits during a seasonal cycle. Using multivariate analysis, we found an environmental dissimilarity predicted by the presence of different functional groups in the rivers. Six GFs were recorded: **J** (chlorophyceans chlorococcales), **M** (colonial cyanobacteria), **N** (desmids), **W1** (euglenophyceans), **X2** (flagellated unicellular chlorophyceans) and **F** (flagellated colonial chlorophyceans). The GFs **J**, **M** and **N** were exclusive to the first river, while **X2** and **F** were exclusive to the second river. GF **W1** was recorded in both rivers, however, its greatest contribution occurred to the second river. Thus, the GFs reflected the environmental dissimilarity, mainly related to the conditions of water flux, conductivity, light availability and depth of the environments. In view of the obtained results, the functional grouping considered a relevant tool in phytoplankton ecology, offers a practical means to investigating the relation between phytoplankton and ecosystem functioning, and consequently can assist in decision-making for the management and conservation of the biodiversity in lotic environments.

Keywords: Environmental filtering. Functional dynamics. Lotic ecosystem. Planktonic algae. Reynolds's functional groups.

61 INTRODUÇÃO

62 As pesquisas limnológicas têm como principal objetivo compreender os padrões de
63 biodiversidade aquática, juntamente com os ciclos de matéria e energia, resumizando as informações das
64 espécies para quantificar e prever as funções e os serviços ecossistêmicos. Este fato se torna essencial
65 uma vez que a estrutura das comunidades varia espacial e temporalmente, e esta variação pode ter muitas
66 causas e consequências, devido à combinação de fatores que podem atuar em diferentes escalas (Heino et
67 al. 2015). Assim, entender as relações entre a estrutura das comunidades dos produtores primários e a
68 biogeoquímica é de suma importância, pois une a comunidade e a ecologia dos ecossistemas (Litchman et
69 al. 2015), desde que o estudo sobre a biodiversidade e o funcionamento dos ecossistemas tem emergido
70 como um tema central e de grande importância na Ecologia (Lanaril e Coutinho 2010).

71 Os rios são considerados sistemas abertos com estrutura tridimensional (longitudinal, lateral e
72 vertical), que interagem com fatores físicos, químicos e biológicos (Petts 2000). Em relação a sua
73 dimensão longitudinal, a qual se considera o intervalo da nascente à foz, estudos vêm sendo realizados,
74 buscando padrões que auxiliem no entendimento de temas centrais na ecologia de rios (Ward e Tockner
75 2001). Os sistemas fluviais estão sujeitos a sofrer diversas mudanças ao longo de seu percurso, associados
76 a diversos filtros do próprio ambiente, como sua hidrologia e morfologia, apresentando assim inúmeras
77 condições que desafiam os organismos que os habitam, o que pode influenciar na distribuição,
78 composição e abundância das espécies (Vannote et al. 1980). Além disso, os distúrbios antropogênicos
79 do uso da terra são comuns em riachos e rios tropicais e subtropicais, porque essas áreas são mais
80 densamente povoadas do que outras podendo sofrer graves impactos, influenciando a biodiversidade
81 (Dodds et al. 2015).

82 A despeito da importância do fitoplâncton como fonte de carbono autóctone nestes ecossistemas
83 (Vannote et al. 1980; Thorp e Delong 1994), esta comunidade é capaz de sobreviver a forças seletivas do
84 ambiente lótico, se desenvolvendo e formando populações ao longo do curso dos rios (Reynolds 1994;
85 Reynolds e Descy 1996), de acordo com a presença de traços especializados que permitem a manutenção
86 neste tipo de ambiente. Embora haja uma grande perda de biomassa algal devido à turbulência e o
87 contínuo transporte a jusante que deve ser enfrentado pelas algas (Reynolds 1995), o potamoplâncton
88 pode receber contribuições de táxons ticoplanctônicos, dos quais os inóculos são oriundos de tributários e
89 de zonas de retenção, contribuindo para o desenvolvimento das populações ao longo do canal principal
90 (Descy et al. 2017). Desta maneira, o sucesso de imigração e colonização do fitoplâncton depende

primeiramente da sua habilidade em se dispersar (Nasseli-Flores et al. 2016). Além disso, a disponibilidade de luz no ambiente, influenciada pela profundidade e turbidez, além da disponibilidade de nutrientes, também se tornam fatores chave no controle do desenvolvimento e sobrevivência do fitoplâncton no ambiente fluvial (Reynolds 2006).

O fitoplâncton compreende um grupo extremamente diversificado, abrangendo organismos de filogenias, tamanhos, formas e estratégias adaptativas diversas, relacionadas à sua performance para suportar as perturbações ambientais (Hu et al. 2013). Baseado nisso, buscando encontrar padrões que simplifiquem a complexidade ambiental e para entender a dinâmica desta comunidade, os ecologistas vem agrupando organismos com características semelhantes, baseados em seus distintos traços biológicos, integrados a fenologia, ecologia e a taxonomia (Salmaso et al. 2015). Embora de caráter categórico, os agrupamentos funcionais compreendem a medida de diversidade funcional mais comum, e também a mais antiga (Cianciaruso et al. 2009).

A classificação ecológica de grupos funcionais (FG) proposta por Reynolds et al. (2002) e revisada por Padisák et al. (2009) agrupa as populações fitoplanctônicas em “associações”, muitas vezes de origem polifilética, baseados nos atributos e afinidades morfológicas, fenológicas, fisiológicas e ecológicas das espécies que potencialmente podem coexistir em um dado ambiente de acordo com suas tolerâncias e sensibilidades. De acordo com suas tolerâncias e sensibilidades. Esta classificação é um método informativo e amplamente utilizado em estudos ecológicos do fitoplâncton de água doce, sendo aplicável a diferentes tipos de ambientes em todo o mundo (Kruk et al., 2017). Diante disso, o conhecimento da dinâmica e das estratégias funcionais das espécies fitoplanctônicas e a compreensão da organização e distribuição dessas populações em resposta a variabilidade ambiental contribuem para gerar previsões e generalizações sobre sua ecologia, além de fornecer ferramentas para a gestão dos ecossistemas aquáticos (Weithoff 2003; Bortolini et al. 2014; Souza et al. 2016).

A despeito desta categorização funcional e a importância de se conhecer a relação entre a biodiversidade e funcionamento dos ecossistemas, nós avaliamos a resposta dos grupos funcionais fitoplanctônicos de dois rios subtropicais, em escala temporal, identificando os principais filtros ambientais associados à presença dos diferentes grupos. Portanto, considerando que o fitoplâncton e seus traços funcionais são selecionados por múltiplos fatores ambientais e que podem prever a variabilidade ambiental, hipotetizamos que as condições particulares de cada rio, sobretudo em relação às condições da hidrodinâmica e nutrientes, levarão a distintas respostas funcionais do fitoplâncton.

121 **MATERIAIS E MÉTODOS**

122 *Área de estudo*

123 O estudo foi conduzido em uma região subtropical, no oeste do Estado do Paraná, Brasil. A
124 temperatura média anual da região é de cerca de 21°C, sendo a temperatura média no verão de 28°C e no
125 inverno, entre 7,3°C e 15°C (Cascavel 2016; Alvares et al. 2013). Na região do estudo, vêm ocorrendo um
126 crescimento econômico expressivo, refletindo-se na concentração e expansão urbana, e tal situação vem
127 gerando implicações sobre a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos (Tosin 2005; Souza 2012).
128 O estudo foi realizado em dois distintos rios da microbacia do rio Cascavel, ambos de segunda ordem,
129 sendo a estação de amostragem 1 (S1) localizada no rio Cascavel e a estação de amostragem 2 (S2)
130 localizada no rio Quati (Fig 1).

131 O rio Cascavel (S1), constitui um importante recurso hídrico da região, utilizado para captação
132 de água, sendo responsável por cerca de 80% da produção total do sistema de abastecimento público do
133 município de Cascavel, Paraná, Brasil (Cascavel 2016). Grande parte de suas nascentes se encontram
134 dentro do perímetro urbano, apresentando fragilidade ambiental em função do uso e tipo de ocupação do
135 solo tanto em áreas urbanas quanto rurais (Tosin 2005). Possui uma área de drenagem de 50,11 km²,
136 extensão de 17,5 km, profundidade média de 0,34 m, largura de aproximadamente 3,54 m e vazão média
137 de 1,34 m³s.

138 O rio Quati (S2), afluente do rio Cascavel, está localizado em área rural, e recebe grande aporte
139 de material proveniente de pré-tratamento de esgoto, além de sofrer interferências agrícolas e da
140 agropecuária (Orssato et al. 2009). Possui pouca vegetação ciliar, apresentando assoreamento de seu canal
141 principal em alguns meses. Apresenta uma extensão de aproximadamente 8,73 km², profundidade média
142 de 0,95 m, largura média de 10,07 m e vazão média de 3,66 m³s.

143

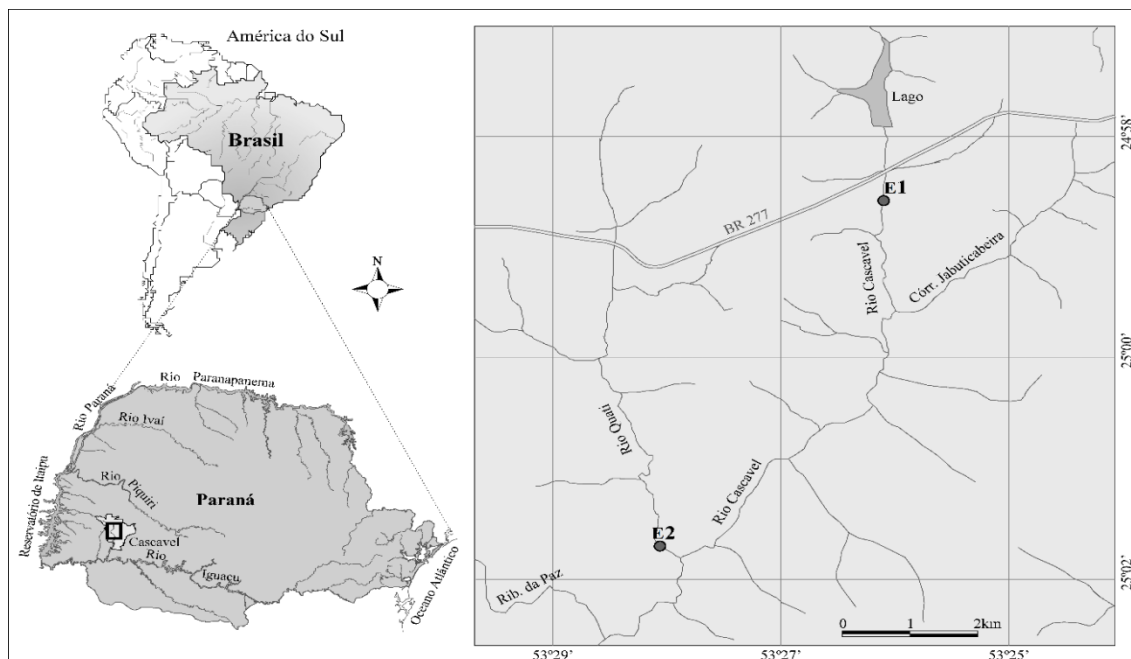


Figura 1 Localização das estações de amostragem: rio Cascavel (E1) e rio Quati (E2) na área de influência da microbacia do rio Cascavel, Paraná, Brasil.

Metodologia de amostragem e análise das amostras

As coletas de fitoplâncton e variáveis ambientais foram realizadas mensalmente entre fevereiro de 2015 a janeiro de 2016, nas duas estações de amostragem (S1 e S2), totalizando 48 amostras (24 qualitativas e 24 quantitativas).

Para o estudo quantitativo, o fitoplâncton foi coletado através da passagem de frasco aberto na subsuperfície da coluna de água, e preservado em solução de lugol acético a 1%, enquanto que para a coleta das amostras qualitativas, foram realizados arrastos horizontais com rede de plâncton (20 µm de abertura de malha) e preservadas em solução transeau na proporção de 1:1 (Bicudo e Menezes, 2006). As amostragens qualitativas visaram simplesmente auxiliar no estudo taxonômico. As amostras qualitativas e quantitativas encontram-se depositadas no Herbário da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), campus Cascavel (UNOP-Algae).

A densidade fitoplanctônica foi estimada utilizando-se microscópio invertido da marca Olympus modelo CKX41. As contagens foram realizadas em transectos aleatórios seguindo a metodologia descrita em Utermöhl (1958) e Lund et al. (1958). O volume sedimentado foi definido de acordo com a concentração de algas e/ou detritos presentes na amostra, sendo o tempo de sedimentação equivalente à altura da câmara de contagem utilizada (Margalef 1983). A densidade fitoplanctônica foi expressa em

indivíduos por mililitros (ind mL⁻¹), considerando suas formas encontradas na natureza (células, cenóbios, colônias ou filamentos).

A biomassa fitoplanctônica foi estimada por meio do biovolume, multiplicando-se a densidade de cada táxon pelo seu respectivo volume celular. O volume foi determinado a partir de modelos geométricos aproximados as suas respectivas formas celulares, tais como esferas, cilindros, cones, pirâmides, elipses e outros (Sun e Liu 2003). Os táxons que contribuíram com valores de biovolume acima de 1% foram enquadrados em grupos funcionais (GFs) de acordo com Reynolds et al. (2002) e Padisák et al. (2009).

Os dados meteorológicos referentes à precipitação na região foram fornecidos pelo Sistema Meteorológico do Paraná – SIMEPAR. As análises químicas da água tais como: nitrato (N-NO₃, mg L⁻¹), nitrito (N-NO₂, mg L⁻¹), amônia (N-NH₄, mg L⁻¹), fósforo total (TP, mg L⁻¹), sólidos totais dissolvidos (DTS, mg L⁻¹) foram realizadas de acordo com APHA (2012). O nitrogênio inorgânico dissolvido (DIN, mg L⁻¹) foi obtido a partir das concentrações de nitrato, nitrito e amônia. Os dados de oxigênio dissolvido (DO, mg L⁻¹), pH, temperatura da água (WT, °C), condutividade elétrica (Cond, mS cm⁻¹), profundidade máxima (Z_{max}, m) e turbidez (Turb, NTU) foram obtidas in situ com o auxílio da sonda multiparâmetro Horiba U-50.

Análise dos dados

Para sumarizar a variabilidade ambiental foram aplicadas estatísticas descritivas como valores médios, máximos, mínimos e coeficiente de variação. Para verificar a existência de diferenças significativas das variáveis ambientais analisadas entre as duas estações de amostragem e entre os meses de coleta, foi realizada uma Análise de Variância Permutacional Multivariada (Permanova). Para reduzir a dimensionalidade dos dados, e sumarizar a variabilidade ambiental entre as duas estações de amostragem foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA), sendo a significância (p<0,05) dos escores dos dois primeiros eixos da PCA testados por meio de uma Permanova. Também testamos as diferenças espaciais e temporais para o biovolume total fitoplanctônico e dos GFs por meio da Permanova.

Para investigar a preditibilidade dos grupos funcionais fitoplanctônicos nos diferentes cenários ambientais, foi realizada uma Análise de Redundância (RDA), utilizando o biovolume dos grupos funcionais como variável resposta e as variáveis ambientais dos rios como variáveis explanatórias. Para a

matriz resposta foi aplicada a transformação de Hellinger, uma vez que a RDA é um método linear, além de diminuir o efeito de duplos zeros como similaridades entre locais (Boccard et al. 2011). A existência de multicolinearidade entre as variáveis preditoras foi examinado por meio do fator de inflação de variância (VIF), sendo as variáveis selecionadas: Vazão, nitrogênio inorgânico dissolvido, sólidos totais dissolvidos, precipitação, temperatura da água, profundidade máxima, pH, oxigênio dissolvido, condutividade e turbidez. A partir disso, foi realizada a seleção das variáveis preditoras de maior significância utilizando o método de Forward ($p < 0.05$; 999 permutations) da função Ordstep. Nós consideramos os valores de $\text{adj } R^2$ como resultado da RDA, pois ele exclui a influência do número de variáveis no poder de explicação (Borcard et al. 2011). As análises foram realizadas por meio do programa R (R Development Core Team 2015), com pacote vegan (Oksanen et al. 2016).

RESULTADOS

Os rios e os distintos cenários ambientais

A maior precipitação pluviométrica mensal registrada durante o período de estudo ocorreu em julho de 2015 (384,6 mm) e a menor em agosto do mesmo ano (55,2 mm), porém sem refletir no padrão exato de vazão dos rios. Em relação a vazão, os maiores valores foram registrados para a estação S2, com valor máximo no mês de julho (6,35 m³s) e valor mínimo no mês de novembro (1,35 m³s). Já para a S1 o maior valor de vazão ocorreu no mês de dezembro (0,89 m³s) e menor valor no mês de novembro (0,35 m³s) (Fig 2).

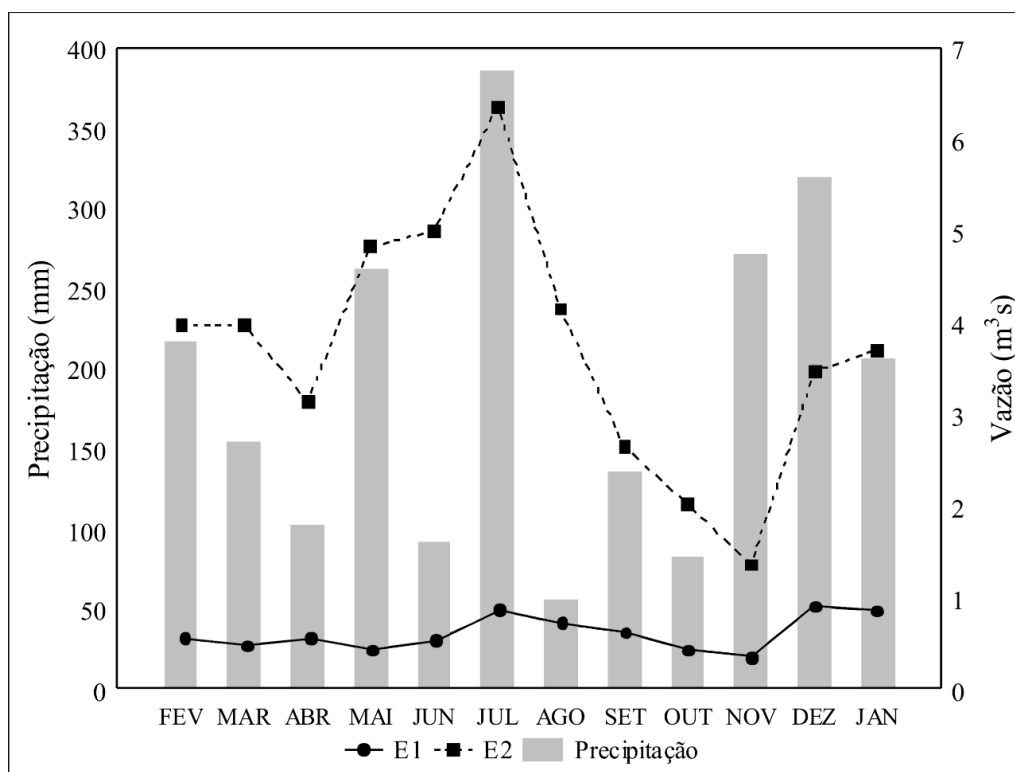


Figura 2 Variação da precipitação e vazão nos rios Cascavel (E1) e Quati (E2) no período de fevereiro de 2015 a janeiro de 2016. *Notar que os valores de precipitação são os mesmos para as duas estações de amostragem.

Os maiores valores de $Z_{\max}$ foram registrados para a S2. A S1 possui trecho estreito com menor $Z_{\max}$ e incidência luminosa até o fundo. A temperatura da água variou de 15,9°C a 24,3°C durante o período de estudo. O pH apresentou alta variabilidade temporal em ambas as estações de amostragem, assim como os valores de OD. Os valores de condutividade elétrica apresentaram variações espaciais e temporais com maiores valores registrados para a S2. As concentrações de PT e STD apresentaram alta variabilidade temporal, com maiores concentrações verificadas na S2. Já as concentrações de NID, com alta variabilidade temporal, foram maiores na S1. Vazão, $Z_{\max}$, turbidez e condutividade elétrica apresentaram diferenças significativas ($p < 0.05$) entre os dois rios avaliados, enquanto precipitação, temperatura, pH e STD apresentaram diferenças significativas entre os meses avaliados. Não foram verificadas diferenças significativas para as variáveis ambientais quando combinada a interação entre os locais e meses amostrados. Valores médios, mínimos, máximos e coeficiente de variação de todas as variáveis ambientais são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 Valores médios (Média), mínimos (Mín), máximos (Máx), coeficiente de variação (CV) e os resultados da variância permutacional multivariada (PERMANOVA) realizado para as variáveis abióticas entre as estações e meses de amostragem ($p < 0,05$), sendo apresentados somente os valores significativos. E1-Estação de amostragem 1; E2-Estação de amostragem 2; Vaz – vazão, $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$; Prec – precipitação, mm; Temp - temperatura da água, $^{\circ}\text{C}$; OD - oxigênio dissolvido, mg L^{-1} ; Cond - condutividade elétrica, mS cm^{-1} ; Z_{max} - profundidade máxima, m; Turb – turbidez, NTU; STD - sólidos totais dissolvidos, mg L^{-1} ; NID - nitrogênio inorgânico dissolvido, mg L^{-1} ; PT - fósforo total, mg L^{-1} .

	E1				E2				Permanova		
	Média	Mín	Máx	C.V	Média	Mín	Máx	C.V	Estação	Mês	Estação*Mês
Vaz	0,60	0,35	0,89	30,72%	3,72	1,35	6,35	36,47%	0,001	-	-
Prec	189,6	55,20	384,60	54,77%	189,6	55,2	384,6	54,76%	*	0,001	-
Temp	21,17	15,94	24,31	12,16%	20,96	16,58	23,35	10,88%	-	0,001	-
OD	9,55	7,81	12,71	14,12%	9,42	7,26	13,30	16,74%	-	-	-
pH	6,02	4,29	7,19	13,12%	5,90	4,98	6,57	96%	-	0,007	-
Cond	0,03	0,00	0,05	62,70%	0,102	0,00	0,16	46,09%	0,001	-	-
Z_{max}	0,34	0,22	0,47	22,21%	0,95	0,52	1,20	26,52%	0,001	-	-
Turb	14,86	6,44	52,10	82%	29,6	14,1	104	84,58%	0,008	-	-
STD	65	22	128	56,23%	89,67	39	163	48,34%	-	0,019	-
NID	1,84	0,17	9,56	153,31%	0,86	0,14	2,17	67,80%	-	-	-
PT	0,03	0,00	0,11	134,24%	0,04	0,01	0,17	110%	-	-	-

* Os valores detectados de precipitação são os mesmos para as duas estações

A análise de componentes principais (PCA) explicou aproximadamente 46% da variabilidade total dos dados amostrados nos dois rios. A dispersão dos escores dos locais e períodos amostrados evidenciou um gradiente espacial com uma clara separação no diagrama, das estações S1 e S2 (Fig 3). O primeiro eixo da PCA, explicou 25% da variabilidade dos dados e foi influenciado positivamente pelas variáveis vazão (0,53), $Z_{\max}$ (0,52) e turbidez (0,34) e negativamente por NID (-0,22). O segundo eixo explicou 20% da variabilidade, sendo influenciado positivamente por pH (0,58), STD (0,48), condutividade (0,38) e temperatura (0,30), e negativamente por oxigênio dissolvido (-0,72). A Permanova identificou diferenças significativas para os escores do eixo 1 da PCA, entre as estações de amostragem, comprovando a dissimilaridade ambiental entre os dois rios ($p=0.001$).

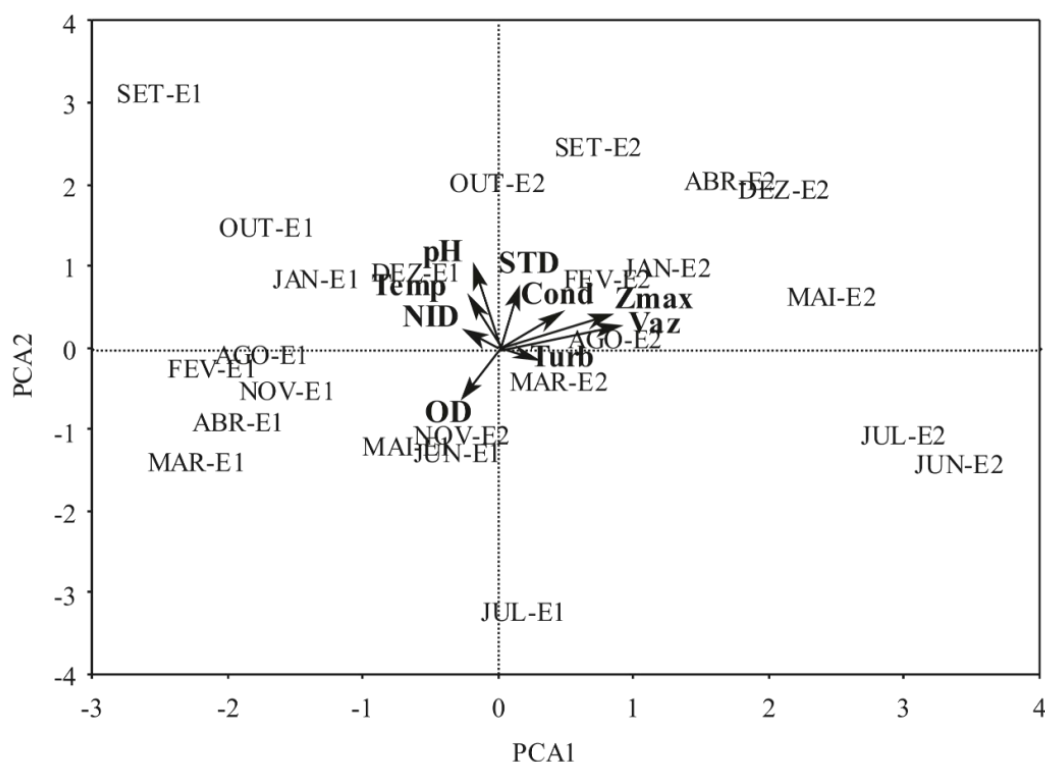


Figura 3 Dispersão dos escores para os meses e as estações de amostragem ao longo dos dois primeiros eixos da Análise de Componentes Principais, realizada para as variáveis ambientais amostradas nos rios Cascavel (E1) e Quati (E2) (Vaz - vazão; Temp - temperatura da água; OD - oxigênio dissolvido; pH; Cond - condutividade; $Z_{\max}$ - profundidade máxima; STD - sólidos totais dissolvidos; NID - nitrogênio inorgânico dissolvido; Turb - turbidez; JAN - Janeiro; FEV - Fevereiro; MAR - Março; ABR - Abril; MAI - Maio; JUN - Junho; JUL - Julho; AGO - Agosto; SET - Setembro; OUT - Outubro; NOV - Novembro; DEZ - Dezembro).

Comunidade fitoplanctônica

Considerando a composição da comunidade fitoplanctônica, um total de 163 táxons foi registrado. Os táxons foram distribuídos entre nove grupos taxonômicos: Chlorophyceae (57), Zygnematomyceae (43), Bacillariophyceae (27), Cyanobacteria (16), Euglenophyceae (15), Dinophyceae (2), Xanthophyceae (1), Chrysophyceae (1) e Cryptophyceae (1). Para a S1 foram registrados 147 táxons, enquanto que para a S2 foram registrados 95 táxons. Do total registrado, 68 táxons foram exclusivos da S1 e 16 táxons foram exclusivos da S2, enquanto 79 táxons foram comuns aos dois rios (Fig 4).

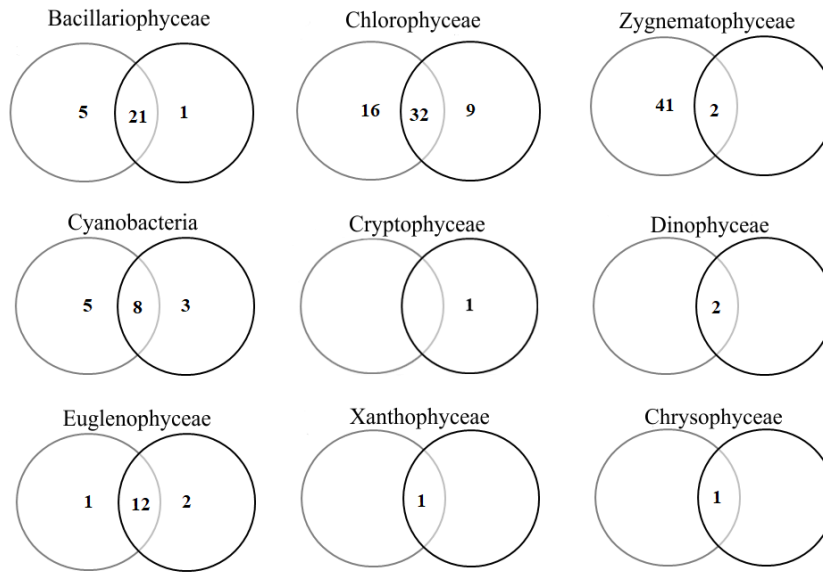


Fig. 4 Diagramas de Venn com o número de táxons exclusivos e compartilhados pelos rios Cascavel (S1 – em cinza) e Quati (S2 – preto).

Foi registrada alta variabilidade para o biovolume total fitoplanctônico entre os dois rios avaliados ($p = 0.00004$), sendo os maiores valores médios registrados na S2 (Fig. 5). Em relação à distribuição temporal do biovolume, os maiores valores foram verificados nos meses de fevereiro ($6,79 \text{ mm}^{-3} \text{ L}^{-1}$) e julho ($5,11 \text{ mm}^{-3} \text{ L}^{-1}$) para a S1 e nos meses de novembro ($28,46 \text{ mm}^{-3} \text{ L}^{-1}$) e janeiro ($28,73 \text{ mm}^{-3} \text{ L}^{-1}$) para a S2, não sendo verificadas diferenças significativas do biovolume fitoplanctônico entre os meses avaliados ($p = 0.9931$) (Fig. 6).

Grupos funcionais fitoplanctônicos

De acordo com a classificação de Reynolds et al. (2002) e Padisák et al. (2009), foram registrados seis GFs, com um padrão distinto entre os dois rios. Para a S1 foram registrados os GFs **J**, **M**,

N e **W1** e para a S2 os GFs **F**, **X2** e **W1** (Tab. 2). Embora o GF **W1** tenha sido registrado em ambas as estações de amostragem, a maior contribuição deste GF ocorreu na S2, sendo verificada diferença significativa para este GF entre as duas estações de amostragem ($p = 0.00006$).

O GF **J**, representado principalmente por clorofíceas chlorococcales, apresentou maior contribuição para o biovolume total fitoplanctônico entre os meses de julho a setembro na S1. Para o GF **N**, representado pelas desmídias, foi verificada maior contribuição em fevereiro, enquanto o GF **M**, representado por cianobactérias coloniais, contribuiu principalmente nos meses de outubro a dezembro, ambos na S1. O GF **W1**, representado por euglenofíceas mixotróficas, na S1 apresentou contribuição no mês de julho, enquanto para a S2, apresentou contribuições significativas na maioria dos meses amostrados. O GF **X2**, representado por clorofíceas unicelulares flageladas, apresentou maior contribuição em fevereiro e setembro, enquanto o GF **F**, representado por clorofíceas coloniais flageladas, apresentou maiores contribuições nos meses de agosto e outubro, ambos na S2 (Fig 5). Não foram verificadas diferenças significativas do biovolume dos grupos funcionais fitoplanctônicos entre os meses avaliados ($p > 0.05$).

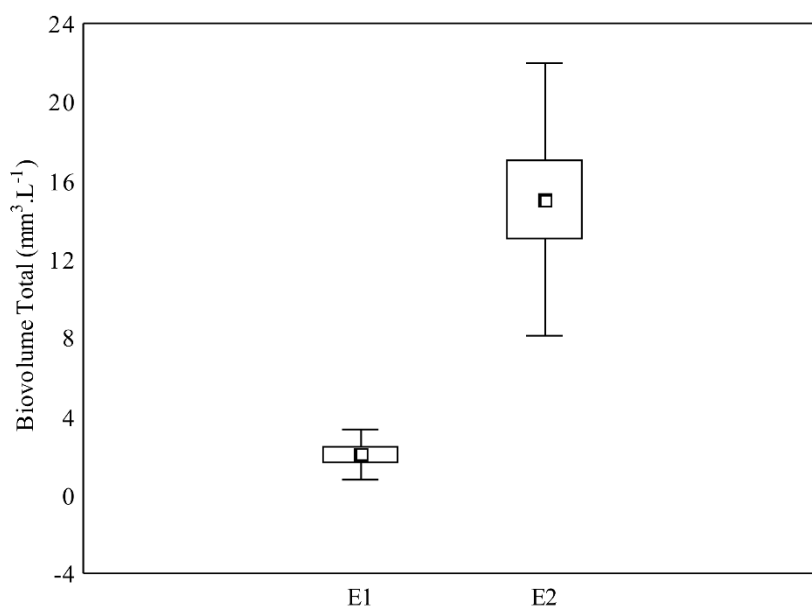


Fig. 5 Biovolume médio fitoplanctônico registrado nos rios Cascavel (S1) e Quati (S2) no período de fevereiro de 2015 a janeiro de 2016.

Tabela 2 Grupos funcionais, táxons representantes e principais traços característicos (Reynolds et al., 2002; Padisák et al., 2009) (Aut – autotrófico; Mix – mixotrófico; Fla – flagelo; Muc – mucilagem; Aer – aerótopo; Esp – espinho; Pro – processo; MDL – máxima dimensão linear (μm); Vol – volume celular (μm^3); X indica presença e – ausência).

GF	Táxons representantes	Habitat	Tolerâncias	Sensíveis	Forma de vida	Aut	Mix	Fla	Muc	Aer	Esp	Pro	MDL	Vol
F	<i>Eutetramorus tetrasporus</i> Komárek	Ambientes claros, misturados, meso-eutróficos	Baixa concentração de nutrientes e alta turbidez	Deficiência de CO ₂	Colonial	x	-	-	x	-	-	-	16,53	694,04
J	<i>Coelastrum reticulatum</i> var. <i>cubanum</i> Komárek, <i>Desmodesmus pseudodenticulatus</i> (E. Hegewald) E. Hegewald, <i>Scenedesmus indicus</i> Philipose ex Hegewald, Egelberg & Paschma	Ambientes rasos, enriquecidos, incluindo lagos artificiais e rios		Precipitando em condições de baixa luminosidade	Colonial	x	-	-	x	-	-	-	35,63	3217,00
					Colonial	x	-	-	-	-	x	-	17,15	5706,95
					Colonial	x	-	-	-	-	-	-	21,17	14137,64
M	<i>Microcystis protocystis</i> W. B. Crow	Ambientes pequenos, eutróficos com circulação diária	Alta incidência luminosa	Turbulência, baixa luminosidade total	Colonial	x	-	-	x	x	-	-	167,56	52302,16
X2	<i>Chloromonas ulla</i> (Skuja) Gerloff & Ettl	Ambientes rasos, claros, meso-eutrófico, com estratificação	Estratificação	Camadas de mistura e predadores filtradores	Unicelular	x	-	x	x	-	-	-	34,9	6207,56
N	<i>Cosmarium phaseolus</i> Brébisson f. <i>minus</i> Boldt, <i>Staurodesmus dejectus</i> (Brébisson) Teiling	Ambientes rasos, com mistura, mesotróficos	Deficiência de nutrientes	Estratificação e pH elevado	Unicelular	x	-	-	-	-	-	x	11,82	4843,80
					Unicelular	x	-	-	-	-	x	-	17,53	2348,90
W1	<i>Euglena polymorpha</i> P. A. Dangeard	Ambientes pequenos, ricos em matéria orgânica	Alta DBO	Pastejo	Unicelular	x	x	x	-	-	-	-	77,18	16695,22

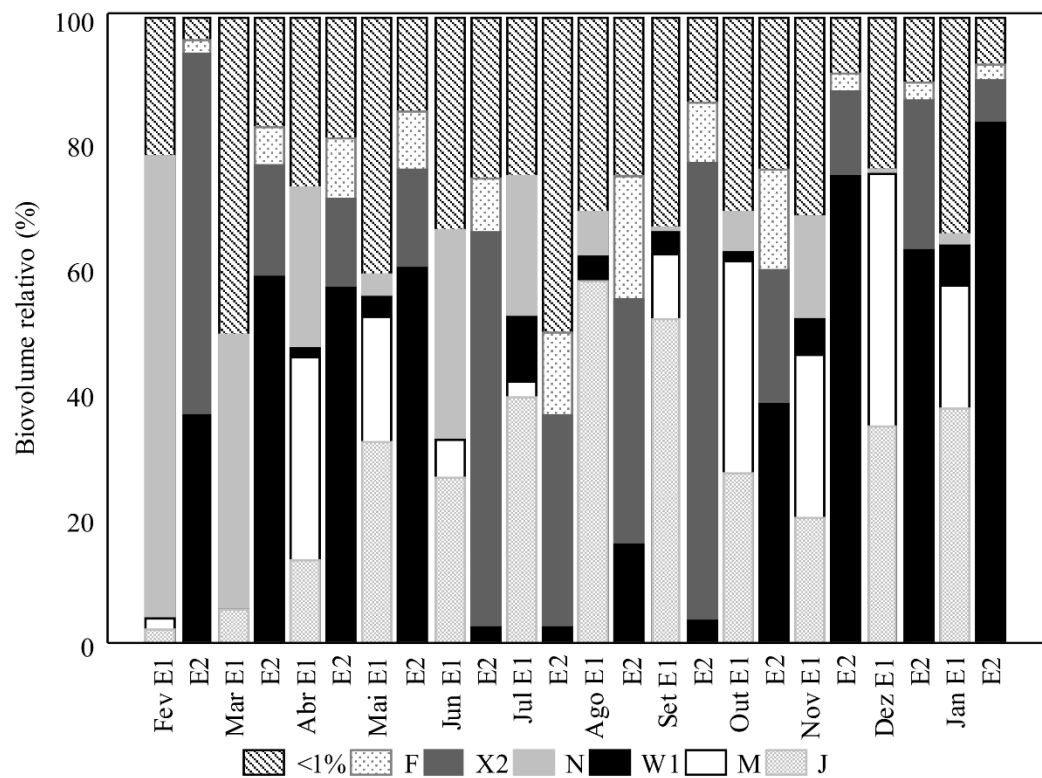
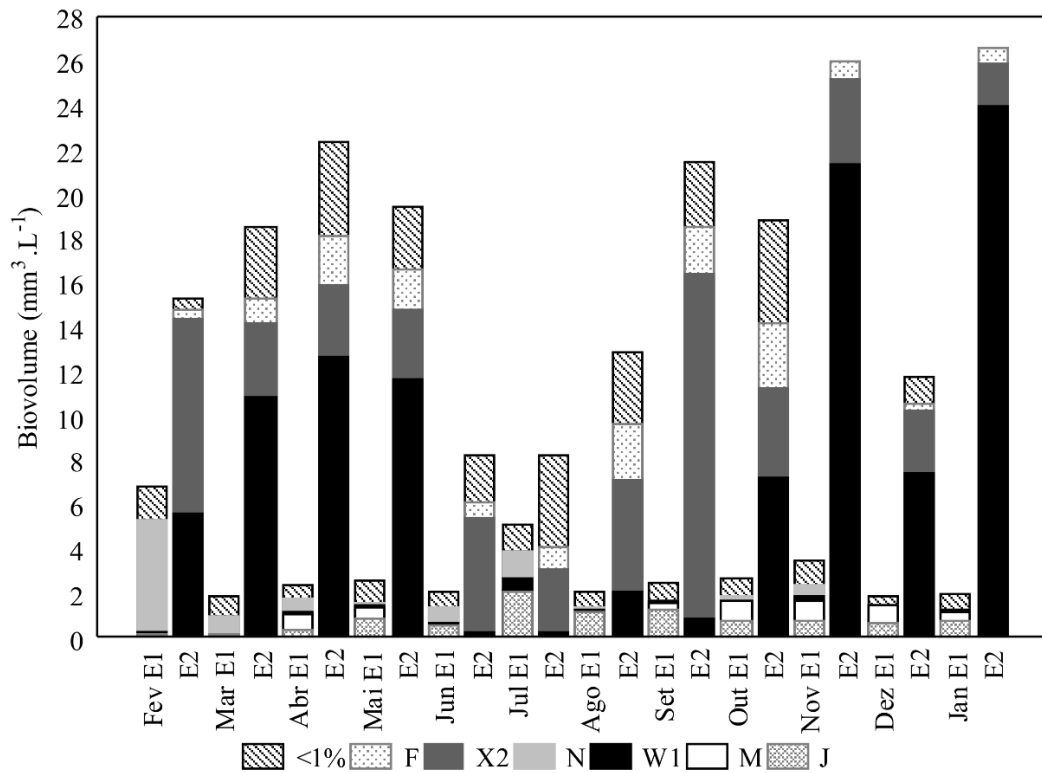


Fig. 6 Biovolume total (a) e biovolume relativo (b) dos grupos funcionais fitoplancctônicos registrados nos rios Cascavel (S1) e Quati (S2) ao longo dos meses de fevereiro de 2015 a janeiro de 2016.

6 *Análise de redundância*

7 A análise de redundância (RDA) mostrou a distinção dos GFs entre os dois rios avaliados e
 8 evidenciou a preditibilidade dos agrupamentos em relação aos diferentes cenários ambientais ($\text{adj } R^2 =$
 9 $0,66$; $p = 0,001$). O eixo 1 (62% ; $p = 0,001$) e o eixo 2 (5% , $p = 0,001$), demonstraram uma clara distinção
 10 dos GFs entre as duas estações de amostragem, refletindo as condições ambientais particulares de cada
 11 habitat. Com isso, a direita do diagrama foi evidenciado o modelo da relação da S2 com os GFs **W1**, **X2**,
 12 **F** e com as variáveis Z_{max} ($p=0.009$), condutividade elétrica ($p=0.01$), fósforo total ($p=0.0019$) e vazão
 13 ($p=0.001$), os quais apresentaram maiores valores neste rio. Já a esquerda do diagrama foi evidenciado o
 14 modelo da relação entre a S1 com os GFs **J**, **M**, **N** e com condições ambientais distintas da S2, em relação
 15 às variáveis selecionadas, neste caso com os menores valores (Fig. 7).

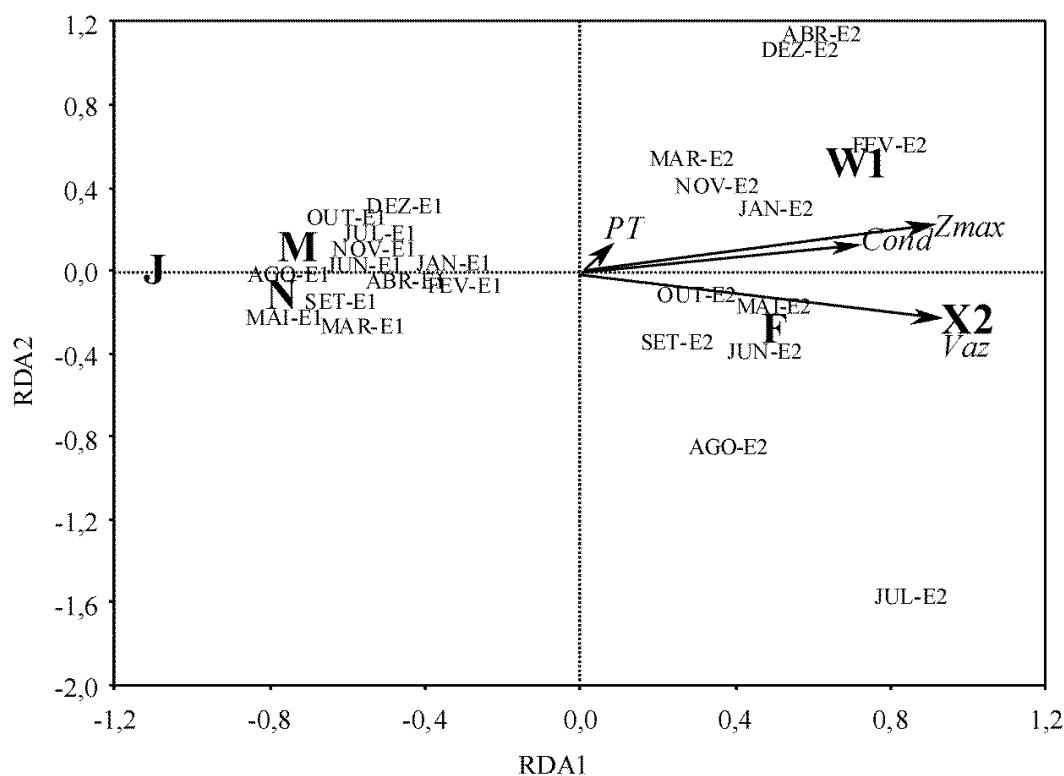


Figura 7 Ordenação da Análise de Redundância (RDA) com os grupos funcionais fitoplanctônicos, variáveis ambientais e estações-meses de amostragem (E1 – estação de amostragem; E2 - estação de amostragem 2; JAN - Janeiro; FEV - Fevereiro; MAR - Março; ABR - Abril; MAI - Maio; JUN - Junho; JUL - Julho; AGO - Agosto; SET - Setembro; OUT -Outubro; NOV - Novembro; DEZ - Dezembro; Vaz - vazão; Cond - condutividade; Z_{max} - profundidade máxima; PT - fósforo total).

DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo descrevem o grupos funcionais fitoplanctônicos como modelos preditivos da dissimilaridade ambiental entre os dois rios avaliados. Os traços característicos de cada GF evidenciou as condições particulares de cada rio, sobretudo em relação a vazão, Z_{max} , condutividade elétrica e PT, as quais foram as principais condições que distinguiram os ambientes. Assim estas distintas características ambientais observadas, atuaram como filtros, influenciando a presença dos diferentes GFs, os quais demonstraram suas tolerâncias e sensibilidades. Vale ressaltar o registro de uma sazonalidade na região de estudo, evidenciada especialmente pelos níveis de precipitação e temperatura, os quais também parecem atuar de forma indireta, sobre a seleção dos GFs. Em muitos rios, a sazonalidade basicamente determina quais espécies são capazes de manter suas populações, selecionando as mais capazes de formar populações no ambiente (Abonyi et al. 2012), como observado nesse estudo.

Altos valores de biovolume fitoplanctônico ($>2 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1}$) foram registrados na maioria dos meses de estudo, especialmente na S2, devido a alta contribuição do GF **W1**, representado por organismos flagelados e com potencial mixotrófico. Este grupo é favorecido em condições de maiores concentrações de material orgânico em decomposição na coluna de água, podendo ser comumente verificado em rios mais rasos (Reynolds et al. 2002; Consoni e Silva 2011). Além disso, a ocorrência do maior biovolume do GF **W1** no mês de julho coincidiu com os elevados níveis de precipitação. Este fato pode estar relacionado com um aumento dos STD e também da turbidez, devido a movimentação do sedimento em locais rasos e também pela erosão das margens (Buzelli e Cunha-Santino 2013) que pode ser ocasionado pelas chuvas. Assim, o escoamento de material alóctone proveniente de regiões adjacentes, pode influenciar na disponibilidade de material em suspensão na coluna de água, alterando a turbidez, e consequentemente favorecendo as euglenófitas, uma vez que a disponibilidade de luz é um fator chave na dinâmica do fitoplâncton, especialmente para os organismos essencialmente autotróficos. Isso indica, portanto, que a disponibilidade de luz pode ter sido um fator limitante para outros grupos fitoplanctônicos neste rio.

As maiores concentrações de matéria orgânica, além de ocasionar o aumento da turbidez, influenciam no processo de decomposição, liberando íons na coluna d'água, o que favorece também o aumento da condutividade elétrica na água (Matsuzaki 2014). Este fato foi evidenciado na S2, onde os maiores valores médios para esta variável foi verificado, bem como pela clara correlação entre condutividade elétrica neste rio, demonstrada na RDA. Assim, o GF **W1** possui a habilidade de tolerar a baixa intensidade luminosa e maior condutividade (Padisák et al. 2009; Peresin et al. 2014), uma vez que,

estes protistas mixotróficos tem um amplo espectro de estratégias nutricionais (Jones et al., 2000), e podem ser favorecidos sob tais condições. Associado a isso, a presença de flagelo, pode compreender um importante traço morfológico que possibilita uma maior permanência na coluna de água dos organismos, retardando sua taxa de afundamento.

O GF J, representado pelas clorofíceas unicelulares e cenobiais, está associado a temperaturas mais elevadas, ambientes rasos, com disponibilidade de nutrientes e mistura da coluna de água (Reynolds et al. 2002; Padisák et al. 2009; Souza et al. 2016). Este GF apresentou contribuição ao longo de todos os meses de amostragem, embora a maior contribuição para o biovolume tenha sido observado em períodos em que foram registrados valores mais elevados de temperatura. Seus principais representantes, *Coelastrum*, *Desmodesmus* e *Scenedesmus*, são gêneros algais que apresentam distintos traços morfológicos, como mucilagem, espinhos e processos que facilitam a suspensão na coluna d'água (Happey-Wood 1988), além de possibilitarem uma eficiência na assimilação de recursos, e desta forma, permitindo a manutenção destes organismos na coluna de água. Embora na S1, onde o GF ocorreu, tenham sido verificadas menores níveis de nutrientes quando comparada a S2, outras características podem ter tido maior influência sobre este grupo, como a mistura da coluna de água devido a turbulência, a menor vazão desta estação e também a maior disponibilidade luminosa.

As desmídias, representadas em nosso estudo pelo GF N, são caracterizados por reprodução sexual mediada por conjugação, ausência de ciclo de vida flagelado e falta de centríolos (Guiry 2013), além de possuírem traços morfológicos (espinhos e processos) que auxiliam na manutenção na coluna de água, se desenvolvem principalmente em condições mesotróficas a oligotróficas, pH ligeiramente ácido, altas temperaturas e baixa condutividade elétrica (Coesel 1982, 1996; Černá e Neustupa 2010; Stamenkovič e Hanelt 2017). Este fato confirma os resultados apresentados, uma vez que o GF N embora presente em todos os meses de amostragem, tenha contribuindo com maior biovolume no mês de fevereiro, onde foi registrada uma das maiores temperatura da água (24°C) e pH levemente ácido (6,39). Além disso, a contribuição deste GF para o canal principal do rio, pode estar relacionada ao *input* de táxons fitoplanctônicos oriundos de zonas de retenção que mantêm estas populações, uma vez que as desmídias são componentes comuns do perifíton. As desmídias são raramente planctônicas (Coesel 1996), e a exportação deste perifíton para outros habitats, pode influenciar na dinâmica e funcionamento da comunidade fitoplanctônica (Taniguchi et al. 2005).

As cianobactérias representadas pelo GF **M**, que são tradicionalmente associadas a ambientes enriquecidos (Paerl e Otten, 2013), estiveram presentes em 91% das amostras da S1, sendo que sua maior contribuição ao biovolume fitoplantônico ocorreu principalmente em períodos mais quentes e de menor vazão. Segundo Kosten et al. (2012) as cianobactérias são altamente competitivas em relação aos demais componentes do fitoplâncton, possuindo traços especializados (eg. mucilagem, aerótopos, heterocito) principalmente em relação a competição por nutrientes e luz, além da forte relação existente com temperatura. Além disso, a longa história evolutiva, durante a qual as cianobactérias experimentaram grandes mudanças climáticas nas escalas de tempo geológicas favoreceram a habilidade de sobrevivência do grupo (Paerl 2017). Desta forma, a presença deste GF, representado principalmente pelo gênero *Microcystis* na S1, confirma o favorecimento dos seus traços morfológicos e fisiológicos em ambientes com baixa profundidade, menor vazão e maior disponibilidade luminosa.

Embora tenham sido registradas menores concentrações de nutrientes na S1 quando comparada a S2, os maiores valores médios de NID foram verificados neste rio, o que também pode também ter favorecido o GF **M**. As cianobactérias apresentam maior frequência em ambientes enriquecidos por nitrogênio e fósforo, sendo um componente importante e às vezes dominante do fitoplâncton, com táxons específicos utilizados como indicadores-chave da queda da qualidade da água prejudicial (Paerl 2017). Em áreas agrícolas, como na qual se localiza a S1, o escoamento da água das chuvas em solos que recebem fertilizantes, assim como a drenagem de águas pluviais em áreas urbanas podem constituir importantes fontes de nitrogênio (Ana 2016). Assim, a proximidade da estação de amostragem S1 com estas áreas, pode permitir o *input* de nutrientes no canal principal do rio, e consequentemente influenciar no desenvolvimento da biodiversidade planctônica e nos processos ecossistêmicos.

Contudo, ainda que as cianobactérias constituam um grupo extremamente diverso contendo espécies com diferentes e contrastantes estratégias ecofisiológicas, nem sempre estão presentes em ambientes com excesso de nutrientes (Marinho e Azevedo 2007). Este fato pode ser confirmado em nosso estudo, onde embora não se tenha detectado altas concentrações de nutrientes, outros fatores como luz, temperaturas elevadas e menor vazão podem ter atuado sobre o favorecimento do GF **M**.

Os GFs **F** e **X2**, verificados exclusivamente na S2, e representados por clorofíceas, tais como os gêneros *Eutetramorus* e *Chloromonas*, respectivamente, foram registrados nos meses de agosto a outubro, nos quais ocorreu uma ampla variabilidade de STD (45,0 a 163,0 mg L⁻¹). Estes GFs tem preferência por ambientes com disponibilidade luminosa, rasos, meso a eutróficos, embora possuam adaptações que

112 permitam também o seu desenvolvimento em ambientes mais turbidos e com maiores concentrações de
113 sólidos totais dissolvidos (Reynolds et al. 2002; Padisák et al. 2009; Cunha e Calijuri, 2011). Além disso,
114 o recrutamento de espécies fitoplanctônicas em rios pode ser intensificado quando estes organismos
115 apresentam pequeno tamanho, alta taxa de crescimento e eficiência fotossintética (Reynolds, 2000), como
116 evidenciado pelo GF X2, representado por organismos de pequeno tamanho e flagelados. Sevindik et al.
117 (2014), mostraram que o desenvolvimento do GF X2 também esteve correlacionado com os valores de STD
118 e temperatura.

119 Embora em nosso estudo tenha sido considerado o enquadramento dos táxons com maiores
120 contribuições para o biovolume fitoplanctônico (>1%), de acordo com a categorização funcional, vale
121 ressaltar que a complexidade taxonômica destes rios, composta por grupos algais típicos de ambientes
122 lóticos, especialmente clorofíceas, diatomáceas e zignematofíceas, corrobora outros estudos desenvolvidos
123 em ambientes lóticos brasileiros (Train et al. 2000; Rodrigues et al. 2009; Fuentes et al. 2010). Estes grupos
124 são considerados bem sucedidos em ambientes lóticos, visto que apresentam rápido crescimento e possuem
125 características que possibilitam seu desenvolvimento em ambientes com turbulência (Reynolds 1994).
126 Entretanto, a maioria dos táxons constituem-se como raros, devido a baixa frequência de ocorrência, e
127 portanto, apresentaram contribuições apenas esporádicas para o biovolume fitoplanctônico, não sendo
128 enquadrados em GFs, porém contribuindo de forma expressiva para biodiversidade destes locais.

129 O entendimento da dinâmica fitoplanctônica no estudo ecológico de rios, auxilia o entendimento
130 do limite de tolerancias e sensibilidade do potamoplâncton, de acordo com seus traços especializados, bem
131 como as mudanças ambientais (Wehr e Descy 1998; Wu et al. 2017). Desta maneira, a classificação
132 funcional fitoplanctônica, embora seja uma medida categórica, representa uma importante ferramenta para
133 o entendimento da dinâmica das espécies em função das características e condições ambientais (Salmaso
134 et al. 2015), resumizando as informações essenciais e simplificando o entendimento da variabilidade
135 ambiental. O fitoplâncton têm sido um clássico modelo na ecologia, incluindo o desenvolvimento de
136 abordagens baseadas em traços-chave que diretamente influenciam o crescimento, o metabolismo, a
137 aquisição de recursos e a susceptibilidade à predação (Litchman e Klausmeier 2008; Salmaso et al. 2015).
138 As abordagens baseadas em traços podem dar uma visão das relações entre as comunidades biológicas e o
139 ambiente, sendo utilizadas em estudos ecológicos, embora sejam consideradas recentes para as microalgas
140 ribeirinhas de água doce (Wu et al. 2017). Assim, grupos de espécies com traços ou comportamentos
141 similares favorecem o entendimento da dinâmica da comunidade nestes ecossistemas, uma vez que, os GFs

não possuem o papel de substituir as informações das espécies, mas servir como uma ferramenta para sumarizar estas informações e facilitar a compreensão das funções e serviços ecossistêmicos. Os resultados obtidos permitem concluir que os grupos funcionais registrados neste estudo (**M, N, J, W1, F e X2**) demonstraram de forma clara a estrutura da comunidade fitoplanctônica em função da dissimilaridade ambiental entre dois rios subtropicais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná por conceder a bolsa de estudos de pós-graduação à CANA, além do CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, por fornecer a bolsa de estudos de pós-graduação à CCRF e a bolsa de pós-doutorado de JCB (processo 165796/2015-4). NCB também agradece ao CNPq pelo subsídio de pesquisa (processo 307196/2013-5). Os autores agradecem também ao Grupo de Pesquisas em Recursos Pesqueiros e Limnologia (GERPEL), Unioeste, campus Toledo, pelas análises físico-químicas.

REFERÊNCIAS

- American Public Health Association (2012) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater. 22ed. Washington: APHA.
- Abonyi A, Leitão M, Lançon A M, Padisák J (2012) Phytoplankton functional groups as indicators of human impacts along the River Loire (France). *Hydrobiologia* 698(1): 233-249. doi: 10.1007/s10759-012-1130-0
- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves J LM, Sparovek G (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22(6): 711-728. doi: 10.1127/0941-2948/2013/0507
- Ana-Agência Nacional De Águas (2016) Índice de qualidades das águas. Portal da qualidade das águas. <http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx>.
- Bicudo CEM, Menezes M (2006) Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: (chave para identificação e descrições). RiMa Editora, São Carlos.
- Boccard D, Gillet F, Legendre P (2011) Numerical Ecology with R. Springer, New York.

170 Bortolini JC, Rodrigues LC, Jati S, Train S (2014) Phytoplankton functional and morphological groups as
 171 indicators of environmental variability in a lateral channel of the Upper Paraná River floodplain. *Acta*
 172 *Limnologica Brasiliensia* 26(1): 98-108. doi: 10.1590/S2179-975X2014000100011

173 Buzelli GM, Cunha-Santino MB (2013) Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do
 174 reservatório de Barra Bonita, SP. *Revista Ambiente & Água* 8(1): 186-205. doi:10.4136/ambi-agua.930.

175 Cascavel (2016) Portal do município de Cascavel. <http://www.cascavel.pr.gov.br/indicadores.php>.

176 Černá K, Neustupa J (2010) The pH-related morphological variations of two acidophilic species of
 177 Desmidiaceae (Viridiplantae) isolated from a lowland peat bog, Czech Republic. *Aquatic Ecology* 44,
 178 409-419. doi: 10.1007/s10452-009-9296-x

179 Cianciaruso MV, Silva IA, Batalha MB (2009). Diversidades filogenética e funcional: novas abordagens
 180 para a Ecologia de comunidades. *Biota Neotropica* 9(3): 93-103. doi: 10.1590/S1676-
 181 06032009000300008.

182 Coesel PFM (1982) Structural characteristic and adaptations of desmids communities. *Journal of Ecology*
 183 70, 163-177. doi: 10.2307/2259871

184 Coesel PFM (1996) Biogeography of desmids. *Hydrobiologia* 336: 41-53. doi: 10.1007/BF00010818

185 Consoni KF, Silva SMA (2011) Manual de Euglenophyceae pigmentadas. Ulbra Editora, Rio Grande do
 186 Sul.

187 Cunha DGF, Calijuri MC (2011) Variação sazonal dos grupos funcionais fitoplanctônicos em braços de um
 188 reservatório tropical de usos múltiplos no estado de São Paulo (Brasil). *Acta Botanica Brasilica* 25(4):
 189 822-831. doi: 10.1590/S0102-33062011000400009

190 Descy JP, Darchambeau F, Lambert T, Stoyneva-Gaertner MP, Bouillon S, Borges AV (2017)
 191 Phytoplankton dynamics in the Congo River. *Freshwater Biology* 62, 87–101. doi: 10.1111/fwb.12851

192 Dodds, WK, Gido K, Whiles MR, Daniels MD, Grudzinski BP (2015) The Stream Biome Gradient
 193 Concept: factors controlling lotic systems across broad biogeographic scales. *Freshwater Science* 34(1):
 194 1–19.

195 Fuentes EV, Oliveira HSB, Cordeiro-Araújo MK, Severi W, Moura AN (2010) Variação espacial e
 196 temporal do fitoplâncton do rio de Contas, Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*
 197 5(2): 13-25.

198 Guiry, MD (2013) Taxonomy and nomenclature of the Conjugatophyceae (=Zygnematophyceae). *Algae*
 199 28: 1–29.

200 Happey-Wood CM (1988) Ecology of freshwater planktonic green algal. In: Sandgren, C.D. (Ed.). Growth
 201 and reproductive strategies of freshwater phytoplankton. Cambridge, Cambridge University Press.

202 Heino J, Melo AS, Bini LM (2015) Reconceptualising the beta diversity-environmental heterogeneity
 203 relationship in running water systems. *Freshwater Biology* 60: 223-235

204 Hu R, Han B, Naselli-Flores L (2013) Comparing biological classifications of freshwater phytoplankton: a
 205 case study from South China. *Hydrobiologia* 701:219-233.

206 Jones RI (2000) Mixotrophy in planktonic protists: an overview. *Freshwater Biology* 45: 219-226.

207 Kosten S, Huszar VLM, Bécares E, Costa LS, Van Donk E, Hansson LA, Jeppesen E, Kruk C, Lacerot G,
 208 Mazzeo N, Meester L, Moss B, Bürling M, Nöges T, Romo S, Scheffer M (2012) Warmer climates
 209 boost cyanobacterial dominance in shallow lakes. *Global Change Biology* 18: 118-126.

210 Kruk C, Devercelli M, Huszar VLM, Hernández E, Beamud G, Diaz M, Silva LHS, Segura AM (2017)
 211 Classification of Reynolds phytoplankton functional groups using individual traits and machine learning
 212 techniques. *Freshwater Biology* 00: 1–12. <https://doi.org/10.1111/fwb.12968>

213 Lanaril LO, Coutinho R (2010) Biodiversidade e funcionamento de ecossistemas: síntese de um paradigma
 214 e sua expansão em ambientes marinhos. *Oecologia Australis* 14(4): 959-988.

215 Litchman E, Klausmeier CA (2008) Trait-Based Community Ecology of Phytoplankton. *Ann. Ver. Ecolo.*
 216 *Syst.* 39: 615-639.

217 Litchman E, Pinto PT, Edwards KF, Klausmeier CA, Kremer CT, Thomas MK (2015) Global
 218 biogeochemical impacts of phytoplankton: a trait-based perspective. *Journal of Ecology* 103: 1384–
 219 1396.

220 Lund JWG, Kipling C, Lecren ED (1958) The inverted microscope method of estimating algal number and
 221 the statistical basis of estimating by counting. *Hydrobiologia* 11: 980–985.

222 Margalef R (1983) *Limnología*. Omega, Barcelona.

223 Marinho MM, Azevedo SMFO (2007) Influence of N/P ratio on competitive abilities for nitrogen and
 224 phosphorus by *Microcystis aeruginosa* and *Aulacoseira distans*. *Aquat Ecol* 41: 525-533.

225 Matsuzaki M, Mucci JLN, Rocha AA (2004) Comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de
 226 São Paulo. *Revista Saúde Pública* 38(5): 679-686.

227 Naselli-Flores L, Termine R, Barone R (2016) Phytoplankton colonization patterns. Is species richness
 228 depending on distance among freshwaters and on their connectivity?. *Hydrobiologia* 764: 103-113.

229 Orssatto F, Hermes E, Evarini JA, Mendonça MSS (2009) Avaliação da qualidade da água do ribeirão Coati
 230 Chico, Cascavel-PR. Engenharia ambiental- Espírito Santo do Pinhal 6(3): 255-274.
 231 Oksanen J, Blanchet FG, Friendly M, Kindt R, Legendre P, McGlinn D, Minchin PR, O'Hara RB, Simpson
 232 GL, Solymos P, Stevens MHH, Szoecs H, Wagner H (2016) Vegan: Community Ecology Package. R
 233 package version 2.4-0. Available in: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
 234 Padisák J, Crossetti LO, Naselli-Flores L (2009) Use and m issue in the application of the phytoplankton
 235 functional classification: a critical review with updates. Hydrobiologia 621: 1–19.
 236 Paerl HW, Otten TG (2013) Harmful Cyanobacterial Blooms: Causes, Consequences, and Controls.
 237 Microbial Ecology 65(4): 995-1010.
 238 Paerl HW (2017) Controlling harmful cyanobacterial blooms in a climatically more extreme world:
 239 management options and research needs. Journal of Plankton Research 00 (00): 1–9.
 240 doi:10.1093/plankt/fbx042
 241 Peresin D, Torgan LC, Schulz U, Crossettii OL (2014) Structure of potamoplankton along a gradient of
 242 preservation of riparian vegetation in subtropical streams. Academia Brasileira de Ciências 86:841-853.
 243 Petts GE (2000) A perspective on the abiotic processes sustaining the ecological integrity of running waters.
 244 Hydrobiologia 422/423, 15-27.
 245 R Development Core Team (2015) R: a language and environment for statistical computing. R Foundation
 246 for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>.
 247 Reynolds CS (1994) The long, the short and the stalled: on the attributes of phytoplankton selected by
 248 physical mixing in lakes and rivers. Hydrobiologia 289: 9-21.
 249 Reynolds CS (1995) River plankton: the paradigm regained. In: The Ecological Basis for River
 250 Management, Harper D, Ferguson AJD (eds). Wiley: Chichester, pp 161-174.
 251 Reynolds CS, Descy JP (1996) The production, biomass and structure of phytoplankton in large rivers.
 252 Archiv für Hydrobiologie Supplement. 113: 161-187.
 253 Reynolds CS, Huszar V, Kruk C, Naselli-Flores L, Melo S (2002) Towards a functional classification of
 254 the freshwater phytoplankton. Journal of Plankton Research 24(5): 417–428.
 255 Reynolds CS (2006) Ecology of phytoplankton. New York: Cambridge University Press.
 256 Rodrigues LC, Train S, Bovo-Scomparin VM, Jati S, Borsalli CCJ, Marengoni E (2009) Interannual
 257 variability of phytoplankton in the main rivers of the Upper Paraná River floodplain, Brazil: influence
 258 of upstream reservoir. Braz. J. Biol. 69(2): 501-516.

259 Salmaso N, Naselli-Flores L, Padisák J (2015) Functional classifications and their application in
 260 phytoplankton ecology. *Freshwater biology* 60: 603-619.

261 Sevindik TO, Tunca H, Önem B, Tamer SA (2014) Temporal fluctuations of the phytoplankton community
 262 in an isolated floodplain lake (North Mollaköy Lake) of the Sakarya River (Northern Turkey). *Journal*
 263 *of Oceanography and Hydrobiology* 43(4): 381-392.

264 Souza M (2012) Qualidade da água por indicadores biológicos e análise de resistência de Cepas de
 265 *Escherichia coli* isoladas no Rio Cascavel, Paraná. Dissertação de mestrado- Universidade Estadual do
 266 Oeste do Paraná.

267 Souza DG, Bueno NC, Bortolini JC, Rodrigues LC, Bovo-Scomparin VM, Franco GMS (2016)
 268 Phytoplankton functional groups in a subtropical Brazilian reservoir: responses to impoundment.
 269 *Hydrobiologia* 779: 47-57.

270 Sun J, Liu D (2003) Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton.
 271 *Journal of Plankton Research* 25: 1331–1346.

272 Stamenkovič M, Hanelt D (2017) Geographic distribution and ecophysiological adaptations of desmids
 273 (Zygnematophyceae, Streptophyta) in relation to PAR, UV radiation and temperature: a review.
 274 *Hydrobiologia* 787, 1–26.

275 Taniguchi GM, Bicudo DC, Senna PAC (2005) Gradiente litorâneo-limnético do fitoplâncton e
 276 ficoperifiton em uma lagoa da planície de inundação do Rio Mogi-Guaçu. *Revista Brasileira de Botânica*
 277 28(1): 137-147.

278 Thorp JH, DeLong MD (1994) The riverine productivity model - an heuristic view of carbon-sources and
 279 organic-processing in large river ecosystems. *Oikos* 70: 305-308.

280 Tosin GAS (2005) Caracterização Física do uso e Ocupação da Bacia Hidrográfica do rio Cascavel.
 281 Dissertação de Mestrado- Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

282 Train S, Oliveira MD, Quevedo MT (2000) Dinâmica sazonal da comunidade fitoplanctônica de um canal
 283 lateral (Canal Cortado) do Alto Rio Paraná (PR, Brasil). *Acta Scientiarum* 22(2): 389-395.

284 Utermöhl H (1958) Zur Vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodic. *Verhandlungen der*
 285 *Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 9: 1–39.

286 Vannote RL, Minshall GW, Cummins KW, Sedell JR, Cushing CE (1980) The river continuum concept.
 287 *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37(1): 130-137.

288 Ward JV, Tockner K (2001) Biodiversity: Towards a unifying theme for river ecology. *Freshwater Biology*
289 46: 807–819.

290 Wehr JD, Descy JP (1998) Use of phytoplankton in large river management. *Journal of phycology* 34: 741-
291 749.

292 Weithoff G (2003) The concepts of ‘plant functional types’ and ‘functional diversity’ in lake phytoplankton:
293 a new understanding of phytoplankton ecology? *Freshwater Biology* 48:1669–1675.

294 Wu N, Dong X, Liu Y, Wang C, Baattrup-Pedersen A, Riis T (2017) Using river microalgae as indicators
295 for freshwater biomonitoring: Review of published research and future directions. *Ecological Indicators*
296 81: 124–131.

297

298

299

MATERIAL SUPPLEMENTAR

1. Normas do periódico Aquatic Ecology

http://www.springer.com/life+sciences/ecology/journal/10452?detailsPage=pltc_i_1060

357

Instructions for Authors

GENERAL

Aquatic Ecology publishes timely, peer-reviewed original papers relating to the ecology of fresh, brackish, estuarine and marine environments. Papers on fundamental and applied novel research in both the field and the laboratory, including descriptive or experimental studies, will be included in the journal. Preference will be given to studies that address timely and current topics and are integrative and critical in approach. We discourage papers that describe presence and abundance of aquatic biota in local habitats as well as papers that are pure systematic.

The journal provides a forum for the aquatic ecologist - limnologist and oceanologist alike- to discuss ecological issues related to processes and structures at different integration levels from individuals to populations, to communities and entire ecosystems.

EDITORIAL POLICY

Authors are encouraged to place all species distribution records in a publicly accessible database such as the national Global Biodiversity Information Facility (GBIF) nodes (www.gbif.org) or data centers endorsed by GBIF, including BioFresh (www.freshwaterbiodiversity.eu).

MANUSCRIPT SUBMISSION

Manuscript Submission

Submission of a manuscript implies: that the work described has not been published before; that it is not under consideration for publication anywhere else; that its publication has been approved by all co-authors, if any, as well as by the responsible authorities – tacitly or explicitly – at the institute where the work has been carried out. The publisher will not be held legally responsible should there be any claims for compensation.

Permissions

Authors wishing to include figures, tables, or text passages that have already been published elsewhere are required to obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format and to include evidence that such permission has been granted when submitting their papers. Any material received without such evidence will be assumed to originate from the authors.

Online Submission

Please follow the hyperlink “Submit online” on the right and upload all of your manuscript files following the instructions given on the screen.

TITLE PAGE

The title page should include:

- *The name(s) of the author(s)
- *A concise and informative title
- *The affiliation(s) and address(es) of the author(s)
- *The e-mail address, telephone and fax numbers of the corresponding author

Abstract

Please provide an abstract of 150 to 200 words. Abstracts longer than 200 words cannot be uploaded. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

Keywords

Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

TEXT

Text Formatting

Manuscripts should be submitted in Word.

- Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.
- Use italics for emphasis.
- Use the automatic page numbering function to number the pages.
- Do not use field functions.
- Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.
- Use the table function, not spreadsheets, to make tables.
- Use the equation editor or MathType for equations.
- Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older Word versions).

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX.

- LaTeX macro package (zip, 182 kB)

Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

Footnotes

Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables.

Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data). Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols.

Always use footnotes instead of endnotes.

Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section on the title page. The names of funding organizations should be written in full.

Important notes:

- * Please submit your manuscript in 11- point Times Roman.
- * And please use double line spacing

REFERENCES

The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text. Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list.

Reference list entries should be alphabetized by the last names of the first author of each work. Order multi-author publications of the same first author alphabetically with respect to second, third, etc. author. Publications of exactly the same author(s) must be ordered chronologically.

- *Journal article*

Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, Bosquet L
(2009) Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in

prepubescent children. Eur J Appl Physiol 105:731-738. doi: 10.1007/s00421-008-0955-8

Ideally, the names of all authors should be provided, but the usage of “et al” in long author lists will also be accepted:

Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. N Engl J Med 341:325–329

- *Article by DOI*

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. J Mol Med. doi:10.1007/s001090000086

- *Book*

South J, Blass B (2001) The future of modern genomics. Blackwell, London

- *Book chapter*

Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) The rise of modern genomics, 3rd edn. Wiley, New York, pp 230-257

- *Online document*

Cartwright J (2007) Big stars have weather too. IOP Publishing PhysicsWeb. <http://physicsweb.org/articles/news/11/6/16/1>. Accessed 26 June 2007

- *Dissertation*

Trent JW (1975) Experimental acute renal failure. Dissertation, University of California

Always use the standard abbreviation of a journal’s name according to the ISSN List of Title Word Abbreviations, see

- *ISSN LTWA*

If you are unsure, please use the full journal title.

For authors using EndNote, Springer provides an output style that supports the formatting of in-text citations and reference list.

- *EndNote style (zip, 2 kB)*

TABLES

- All tables are to be numbered using Arabic numerals.
- Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.

- For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.
- Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.
- Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

Please note:

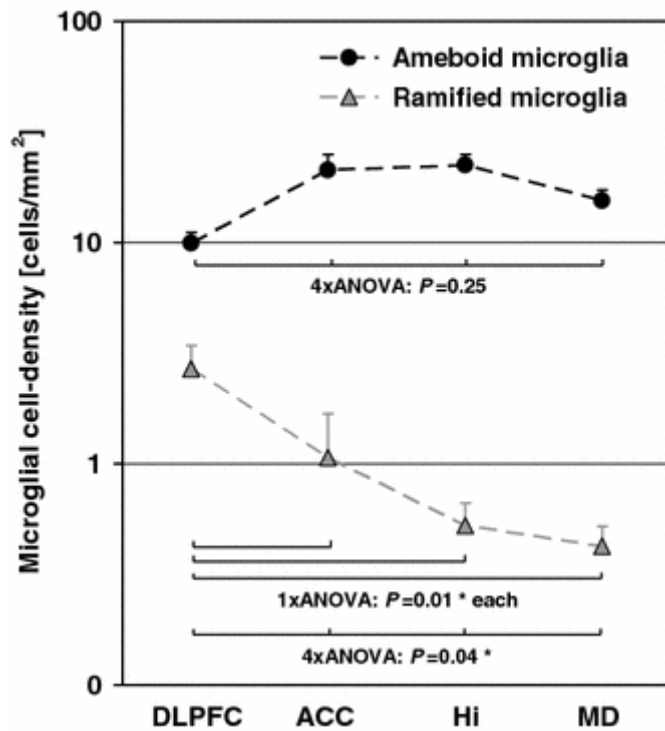
- Tables should be submitted at the end of the manuscript, not within the text of the manuscript.

ARTWORK AND ILLUSTRATIONS GUIDELINES

Electronic Figure Submission

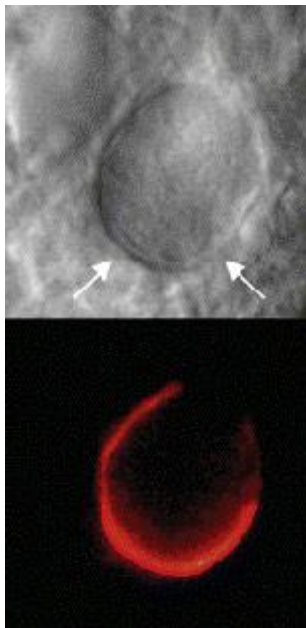
- Supply all figures electronically.
- Indicate what graphics program was used to create the artwork.
- For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MSOffice files are also acceptable.
- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.
- Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.

Line Art



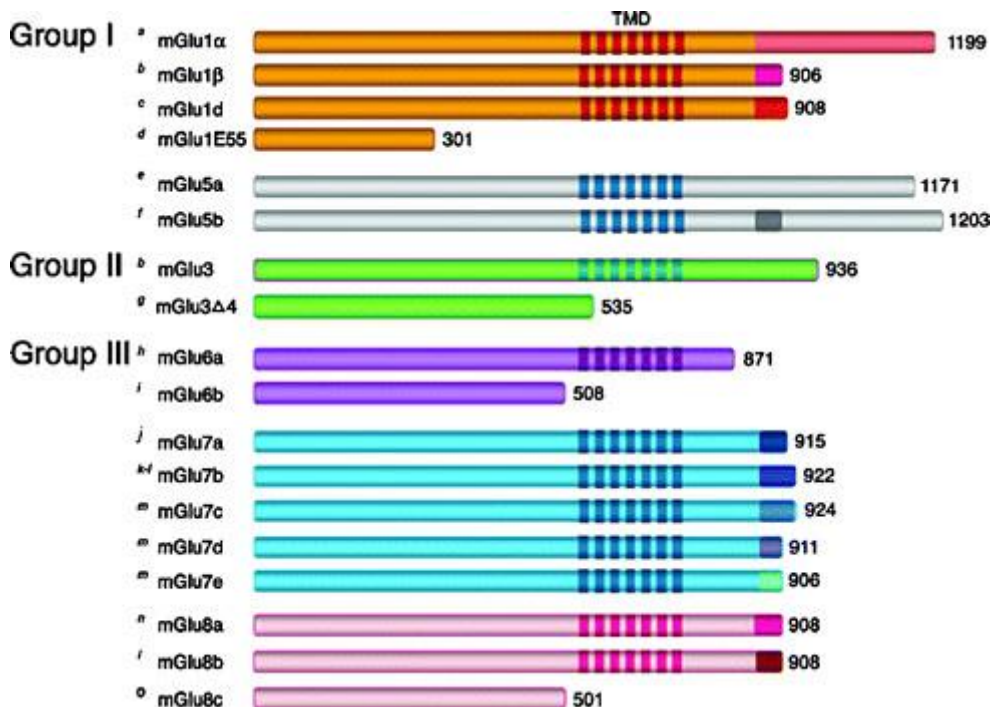
- Definition: Black and white graphic with no shading.
- Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size.
- All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide.
- Scanned line drawings and line drawings in bitmap format should have a minimum resolution of 1200 dpi.
- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Halftone Art



- Definition: Photographs, drawings, or paintings with fine shading, etc.
- If any magnification is used in the photographs, indicate this by using scale bars within the figures themselves.
- Halftones should have a minimum resolution of 300 dpi.

Combination Art



- Definition: a combination of halftone and line art, e.g., halftones containing line drawing, extensive lettering, color diagrams, etc.
- Combination artwork should have a minimum resolution of 600 dpi.

Color Art

- Color art is free of charge for online publication.
- If black and white will be shown in the print version, make sure that the main information will still be visible. Many colors are not distinguishable from one another when converted to black and white. A simple way to check this is to make a xerographic copy to see if the necessary distinctions between the different colors are still apparent.
- If the figures will be printed in black and white, do not refer to color in the captions.
- Color illustrations should be submitted as RGB (8 bits per channel).

Figure Lettering

- To add lettering, it is best to use Helvetica or Arial (sans serif fonts).
- Keep lettering consistently sized throughout your final-sized artwork, usually about 2–3 mm (8–12 pt).
- Variance of type size within an illustration should be minimal, e.g., do not use 8-pt type on an axis and 20-pt type for the axis label.
- Avoid effects such as shading, outline letters, etc.
- Do not include titles or captions within your illustrations.

Figure Numbering

- All figures are to be numbered using Arabic numerals.
- Figures should always be cited in text in consecutive numerical order.
- Figure parts should be denoted by lowercase letters (a, b, c, etc.).
- If an appendix appears in your article and it contains one or more figures, continue the consecutive numbering of the main text. Do not number the appendix figures, "A1, A2, A3, etc." Figures in online appendices (Electronic Supplementary Material) should, however, be numbered separately.

Figure Captions

- Each figure should have a concise caption describing accurately what the figure depicts. Include the captions in the text file of the manuscript, not in the figure file.
- Figure captions begin with the term **Fig.** in bold type, followed by the figure number, also in bold type.
- No punctuation is to be included after the number, nor is any punctuation to be placed at the end of the caption.
- Identify all elements found in the figure in the figure caption; and use boxes, circles, etc., as coordinate points in graphs.

- Identify previously published material by giving the original source in the form of a reference citation at the end of the figure caption.

Figure Placement and Size

- Figures should be submitted separately from the text, if possible.
- When preparing your figures, size figures to fit in the column width.
- For most journals the figures should be 39 mm, 84 mm, 129 mm, or 174 mm wide and not higher than 234 mm.
- For books and book-sized journals, the figures should be 80 mm or 122 mm wide and not higher than 198 mm.

Permissions

If you include figures that have already been published elsewhere, you must obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format. Please be aware that some publishers do not grant electronic rights for free and that Springer will not be able to refund any costs that may have occurred to receive these permissions. In such cases, material from other sources should be used.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your figures, please make sure that

- All figures have descriptive captions (blind users could then use a text-to-speech software or a text-to-Braille hardware)
- Patterns are used instead of or in addition to colors for conveying information (colorblind users would then be able to distinguish the visual elements)
- Any figure lettering has a contrast ratio of at least 4.5:1

ELECTRONIC SUPPLEMENTARY MATERIAL

Springer accepts electronic multimedia files (animations, movies, audio, etc.) and other supplementary files to be published online along with an article or a book chapter. This feature can add dimension to the author's article, as certain information cannot be printed or is more convenient in electronic form.

Submission

- Supply all supplementary material in standard file formats.
- Please include in each file the following information: article title, journal name, author names; affiliation and e-mail address of the corresponding author.

- To accommodate user downloads, please keep in mind that larger-sized files may require very long download times and that some users may experience other problems during downloading.

Audio, Video, and Animations

- Resolution: 16:9 or 4:3
- Maximum file size: 25 GB
- Minimum video duration: 1 sec
- Supported file formats: avi, wmv, mp4, mov, m2p, mp2, mpg, mpeg, flv, mxf, mts, m4v, 3gp

Text and Presentations

- Submit your material in PDF format; .doc or .ppt files are not suitable for long-term viability.
- A collection of figures may also be combined in a PDF file.

Spreadsheets

- Spreadsheets should be converted to PDF if no interaction with the data is intended.
- If the readers should be encouraged to make their own calculations, spreadsheets should be submitted as .xls files (MS Excel).

Specialized Formats

- Specialized format such as .pdb (chemical), .wrl (VRML), .nb (Mathematica notebook), and .tex can also be supplied.

Collecting Multiple Files

- It is possible to collect multiple files in a .zip or .gz file.

Numbering

- If supplying any supplementary material, the text must make specific mention of the material as a citation, similar to that of figures and tables.
- Refer to the supplementary files as “Online Resource”, e.g., “... as shown in the animation (Online Resource 3)”, “... additional data are given in Online Resource 4”.
- Name the files consecutively, e.g. “ESM_3.mpg”, “ESM_4.pdf”.

Captions

- For each supplementary material, please supply a concise caption describing the content of the file.

Processing of supplementary files

- Electronic supplementary material will be published as received from the author without any conversion, editing, or reformatting.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your supplementary files, please make sure that

- The manuscript contains a descriptive caption for each supplementary material
- Video files do not contain anything that flashes more than three times per second (so that users prone to seizures caused by such effects are not put at risk).

ENGLISH LANGUAGE EDITING

For editors and reviewers to accurately assess the work presented in your manuscript you need to ensure the English language is of sufficient quality to be understood. If you need help with writing in English you should consider:

- Asking a colleague who is a native English speaker to review your manuscript for clarity.
- Visiting the English language tutorial which covers the common mistakes when writing in English.
- Using a professional language editing service where editors will improve the English to ensure that your meaning is clear and identify problems that require your review. Two such services are provided by our affiliates Nature Research Editing Service and American Journal Experts.
- English language tutorial
- Nature Research Editing Service
- American Journal Experts

Please note that the use of a language editing service is not a requirement for publication in this journal and does not imply or guarantee that the article will be selected for peer review or accepted.

If your manuscript is accepted it will be checked by our copyeditors for spelling and formal style before publication.

ETHICAL RESPONSIBILITIES OF AUTHORS

This journal is committed to upholding the integrity of the scientific record. As a member of the Committee on Publication Ethics (COPE) the journal will follow the COPE guidelines on how to deal with potential acts of misconduct.

Authors should refrain from misrepresenting research results which could damage the trust in the journal, the professionalism of scientific authorship, and ultimately the entire scientific endeavour. Maintaining integrity of the research and its presentation can be achieved by following the rules of good scientific practice, which include:

- The manuscript has not been submitted to more than one journal for simultaneous consideration.
- The manuscript has not been published previously (partly or in full), unless the new work concerns an expansion of previous work (please provide transparency on the re-use of material to avoid the hint of text-recycling (“self-plagiarism”)).
- A single study is not split up into several parts to increase the quantity of submissions and submitted to various journals or to one journal over time (e.g. “salami-publishing”).
- No data have been fabricated or manipulated (including images) to support your conclusions
- No data, text, or theories by others are presented as if they were the author’s own (“plagiarism”). Proper acknowledgements to other works must be given (this includes material that is closely copied (near verbatim), summarized and/or paraphrased), quotation marks are used for verbatim copying of material, and permissions are secured for material that is copyrighted.

Important note: the journal may use software to screen for plagiarism.

- Consent to submit has been received explicitly from all co-authors, as well as from the responsible authorities - tacitly or explicitly - at the institute/organization where the work has been carried out, **before** the work is submitted.
- Authors whose names appear on the submission have contributed sufficiently to the scientific work and therefore share collective responsibility and accountability for the results.
- Authors are strongly advised to ensure the correct author group, corresponding author, and order of authors at submission. Changes of authorship or in the order of authors are **not** accepted **after** acceptance of a manuscript.
- Adding and/or deleting authors **at revision stage** may be justifiably warranted. A letter must accompany the revised manuscript to explain the role of the

added and/or deleted author(s). Further documentation may be required to support your request.

- Requests for addition or removal of authors as a result of authorship disputes after acceptance are honored after formal notification by the institute or independent body and/or when there is agreement between all authors.
- Upon request authors should be prepared to send relevant documentation or data in order to verify the validity of the results. This could be in the form of raw data, samples, records, etc. Sensitive information in the form of confidential proprietary data is excluded.

If there is a suspicion of misconduct, the journal will carry out an investigation following the COPE guidelines. If, after investigation, the allegation seems to raise valid concerns, the accused author will be contacted and given an opportunity to address the issue. If misconduct has been established beyond reasonable doubt, this may result in the Editor-in-Chief's implementation of the following measures, including, but not limited to:

- If the article is still under consideration, it may be rejected and returned to the author.
- If the article has already been published online, depending on the nature and severity of the infraction, either an erratum will be placed with the article or in severe cases complete retraction of the article will occur. The reason must be given in the published erratum or retraction note. Please note that retraction means that the paper is **maintained on the platform**, watermarked "retracted" and explanation for the retraction is provided in a note linked to the watermarked article.
- The author's institution may be informed.

COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

To ensure objectivity and transparency in research and to ensure that accepted principles of ethical and professional conduct have been followed, authors should include information regarding sources of funding, potential conflicts of interest (financial or non-financial), informed consent if the research involved human participants, and a statement on welfare of animals if the research involved animals.

Authors should include the following statements (if applicable) in a separate section entitled “Compliance with Ethical Standards” when submitting a paper:

- Disclosure of potential conflicts of interest
- Research involving Human Participants and/or Animals
- Informed consent

Please note that standards could vary slightly per journal dependent on their peer review policies (i.e. single or double blind peer review) as well as per journal subject discipline.

Before submitting your article check the instructions following this section carefully.

The corresponding author should be prepared to collect documentation of compliance with ethical standards and send if requested during peer review or after publication.

The Editors reserve the right to reject manuscripts that do not comply with the above-mentioned guidelines. The author will be held responsible for false statements or failure to fulfill the above-mentioned guidelines.

DISCLOSURE OF POTENTIAL CONFLICTS OF INTEREST

Authors must disclose all relationships or interests that could have direct or potential influence or impart bias on the work. Although an author may not feel there is any conflict, disclosure of relationships and interests provides a more complete and transparent process, leading to an accurate and objective assessment of the work.

Awareness of a real or perceived conflicts of interest is a perspective to which the readers are entitled. This is not meant to imply that a financial relationship with an organization that sponsored the research or compensation received for consultancy work is inappropriate. Examples of potential conflicts of interests **that are directly or indirectly related to the research** may include but are not limited to the following:

- Research grants from funding agencies (please give the research funder and the grant number)
- Honoraria for speaking at symposia
- Financial support for attending symposia
- Financial support for educational programs
- Employment or consultation
- Support from a project sponsor
- Position on advisory board or board of directors or other type of management relationships

- Multiple affiliations
- Financial relationships, for example equity ownership or investment interest
- Intellectual property rights (e.g. patents, copyrights and royalties from such rights)
- Holdings of spouse and/or children that may have financial interest in the work

In addition, interests that go beyond financial interests and compensation (non-financial interests) that may be important to readers should be disclosed. These may include but are not limited to personal relationships or competing interests directly or indirectly tied to this research, or professional interests or personal beliefs that may influence your research.

The corresponding author collects the conflict of interest disclosure forms from all authors. In author collaborations where formal agreements for representation allow it, it is sufficient for the corresponding author to sign the disclosure form on behalf of all authors. Examples of forms can be found

- here:

The corresponding author will include a summary statement in the text of the manuscript in a separate section before the reference list, that reflects what is recorded in the potential conflict of interest disclosure form(s).

See below examples of disclosures:

Funding: This study was funded by X (grant number X).

Conflict of Interest: Author A has received research grants from Company A. Author B has received a speaker honorarium from Company X and owns stock in Company Y. Author C is a member of committee Z.

If no conflict exists, the authors should state:

Conflict of Interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

AFTER ACCEPTANCE

Upon acceptance of your article you will receive a link to the special Author Query Application at Springer's web page where you can sign the Copyright Transfer Statement online and indicate whether you wish to order OpenChoice, offprints, or printing of figures in color.

Once the Author Query Application has been completed, your article will be processed and you will receive the proofs.

Copyright transfer

Authors will be asked to transfer copyright of the article to the Publisher (or grant the Publisher exclusive publication and dissemination rights). This will ensure the widest possible protection and dissemination of information under copyright laws.

- Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Offprints

Offprints can be ordered by the corresponding author.

Color illustrations

Online publication of color illustrations is free of charge. For color in the print version, authors will be expected to make a contribution towards the extra costs.

Proof reading

The purpose of the proof is to check for typesetting or conversion errors and the completeness and accuracy of the text, tables and figures. Substantial changes in content, e.g., new results, corrected values, title and authorship, are not allowed without the approval of the Editor.

After online publication, further changes can only be made in the form of an Erratum, which will be hyperlinked to the article.

Online First

The article will be published online after receipt of the corrected proofs. This is the official first publication citable with the DOI. After release of the printed version, the paper can also be cited by issue and page numbers.

OPEN CHOICE

In addition to the normal publication process (whereby an article is submitted to the journal and access to that article is granted to customers who have purchased a subscription), Springer provides an alternative publishing option: Springer Open Choice. A Springer Open Choice article receives all the benefits of a regular subscription-based article, but in addition is made available publicly through Springer's online platform SpringerLink.

- Open Choice

Copyright and license term – CC BY

Open Choice articles do not require transfer of copyright as the copyright remains with the author. In opting for open access, the author(s) agree to publish the article under the Creative Commons Attribution License.

- Find more about the license agreement

2. Composição taxonômica da comunidade fitoplanctônica registrada nas duas estações de amostragem, entre fevereiro de 2015 e janeiro de 2016 (E1-Rio Cascavel, E2- Rio Quati).

Táxon	E1	E2
Bacillariophyceae		
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	x	x
<i>A. granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	x	x
<i>Craticula ambigua</i> (Ehrenberg) D.G. Mann		x
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	x	x
<i>Cymbopleura naviculiformis</i> (Auerswald ex Heiberg)	x	x
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve & Grunow) Houk & Klee	x	x
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G. Mann	x	x
<i>Eunotia serra</i> Ehrenberg	x	
<i>Eunotia</i> sp. 1	x	x
<i>Eunotia</i> sp. 2	x	
<i>F. parva</i> (Grunow) A. Tuji & D. M. Williams	x	x
<i>Fragilaria</i> sp. 1	x	x
<i>Frustulia crassinervia</i> (Brébisson) Lange-Bertalot & Krammer	x	x
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg	x	x
<i>Gomphonema</i> . sp.1	x	x
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	x	x
<i>Navicula</i> sp.1	x	x
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith	x	x
<i>Pinnularia viridiformis</i> Krammer	x	x
<i>Pinnularia</i> sp. 1	x	x
<i>Pinnularia</i> . sp. 2	x	x
<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg	x	
<i>Stenopterobia curvula</i> (W.Smith) Krammer	x	
<i>Surirella didyma</i> Kützing	x	
<i>S. tenera</i> W.Gregory	x	x
<i>Surirella</i> sp.1	x	x
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	x	x
Chlorophyceae		
<i>A. hantzschii</i> Lagerheim		x
<i>Actinastrum</i> sp.1		x
<i>Ankistrodesmus bernardii</i> Komárek	x	
<i>A. bibraianus</i> (Reinsch) Korshikov	x	x
<i>A. densus</i> Korshikov	x	
<i>A. fusiformis</i> Corda	x	x
<i>Botryococcus braunii</i> Kützing	x	
<i>Chlamydomonas</i> sp. 1	x	x
<i>Chloromonas ulla</i> (Skuja) Gerloff & Ettl		x
<i>Coelastrum proboscideum</i> Bohlin	x	x
<i>C. pulchrum</i> Schmidle	x	x
<i>C. reticulatum</i> var. <i>cubantum</i> Komárek	x	x
<i>Coenocystis subcylindrica</i> Korshikov	x	x
<i>Comasiella arcuata</i> var. <i>platydisca</i> (Smith) Hegewald & Wolf	x	x

<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) Kuntze	x	
<i>Crucigeniella pulchra</i> (West & G. S. West) Komárek	x	x
<i>Desmodesmus abundans</i> (Kirchner) E. Hegewald	x	
<i>D. armatus</i> var. <i>armatus</i> (Chodat) E. Hegewald	x	x
<i>D. armatus</i> var. <i>bicaudatus</i> (Guglielmetti) E. Hegewald	x	x
<i>D. communis</i> (E. Hegewald)	x	x
<i>D. opoliensis</i> (P.G.Richter) E. Hegewald	x	x
<i>D. pseudodenticulatus</i> (E. Hegewald) E. Hegewald	x	x
<i>D. serratus</i> (Corda) S.S. An, Friedl & E. Hegewald	x	x
<i>Dictyosphaerium chlorelloides</i> (Nauman) Komárek & Perman	x	x
<i>D. ehrenbergianum</i> Nägeli	x	
<i>Dimorphococcus lunatus</i> A. Braun		x
<i>Elakatothrix gelatinosa</i> Wille	x	x
<i>Euastropsis richteri</i> (Schmidle) Lagerheim	x	
<i>Eutetramorus tetrasporus</i> Komárek	x	x
<i>E. fottii</i> (Hindák) Komárek	x	x
<i>Fusola viridis</i> J. W. Snow	x	
<i>Kirchneriella contorta</i> (Schmidle) Bohlin	x	
<i>K. lunaris</i> (Kirchner) Möbius	x	x
<i>Micractinium pusillum</i> Fresenius	x	x
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák	x	x
<i>M. contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	x	x
<i>M. pusillum</i> (Printz) Komárková-Legnerová		x
<i>M. komarkovae</i> (Nygaard)		x
<i>Nephrochlamys subsolitaria</i> Korshikov	x	
<i>Oocystis borgei</i> J. W. Snow	x	x
<i>O. marssonii</i> Lemmermann	x	
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	x	x
<i>P. duplex</i> var. <i>gracillimum</i> West & G. S. West	x	x
<i>P. longecornutum</i> (Gutwinsk) Comas	x	x
<i>Pseudostaurastrum limneticum</i> cf. (Borge) Conté & Rousselin		x
<i>Pyrobotrys cassinoensis</i> (Playfair) P. C. Silva		x
<i>Quadrigula closterioides</i> (Bohlin) Printz		x
<i>Raphidocelis contorta</i> (schmidle) Marvan, Komárek & Comas	x	x
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat	x	x
<i>S. indicus</i> Philipose ex Hegewald, Egelberg & Paschma	x	
<i>S. obliquus</i> var. <i>dimorphus</i> (Turpin) Hansgirg	x	
<i>Stauridium tetras</i> (Ehrenberg) E. Hegewald	x	x
<i>Tetraedron caudatum</i> (Corda) Hansgirg	x	
<i>T. minimum</i> (A. Braun) Hansgirg	x	x
<i>T. trigonum</i> var. <i>trigonum</i> (Nägeli)	x	
<i>Tetrallantos lagerheimii</i> Teiling	x	
<i>Treubaria schmidlei</i> (Schröder) Fott & Kovácik	x	x
Chrysophyceae		
<i>Synura spinosa</i> Korshikov	x	x
Cyanobacteria		
<i>Anabaena raciborskii</i> Woloszyńska	x	

<i>Aphanocapsa annulata</i> G. B. McGregor	x	
<i>A. incerta</i> (Lemmermann) G. Cronberg & Komárek	x	
<i>Asterocapsa submersa</i> Azevedo, Sant'Anna, Senna, Komárek & Komarková		x
<i>Chroococcus dispersus</i> (Keissl.) Lemmerm.	x	x
<i>Eucapsis densa</i> Azevedo, Sant'Anna, Senna, Komárek & Komarková	x	
<i>Komvophoron crassum</i> cf (Vozzhennikova) Anagnostidis & Komárek	x	
<i>Leptolyngbya</i> sp. Anagnostidis & Komárek	x	x
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen		x
<i>M. tenuissima</i> Lemmermann	x	x
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	x	x
<i>M. protocystis</i> W. B. Crow		x
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmermann) Komárková-Legnerová	x	x
<i>Pseudanabaena galeata</i> Böcher	x	x
<i>Phormidium</i> sp.1	x	x
<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauvageau	x	x
Cryptophyceae		
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja		x
Dinophyceae		
<i>Glochidinium penardiforme</i> (Lemmermann) Boltovskoy	x	x
<i>Peridinium gatunense</i> Nygaard	x	x
Euglenophyceae		
<i>Euglena acus</i> (O. F. Müller) Ehrenberg	x	x
<i>E. agilis</i> H. J. Carter	x	x
<i>E. mutabilis</i> F. Schmitz		x
<i>E. polymorpha</i> P. A. Dangeard	x	x
<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehrenberg) Lemmermann	x	x
<i>Monomorphina pyrum</i> (Ehrenberg) Mereschkowsky	x	x
<i>Phacus longicauda</i> var. <i>longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin	x	x
<i>P. longicauda</i> var. <i>tortus</i> Lemmermann	x	x
<i>P. pleuronectes</i> (O. F. Müller) Nitzsch ex Dujardin	x	x
<i>Strombomonas acuminata</i> (Schmarda) Deflandre	x	x
<i>Trachelomonas armata</i> (Ehrenberg) F. Stein		x
<i>T. hispida</i> var. <i>hispida</i> (Perty) F. Stein	x	x
<i>T. hispida</i> var. <i>duplex</i> Deflandre	x	x
<i>T. sculpta</i> Balech	x	
<i>T. volvocina</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	x	x
Xantophyceae		
<i>Isthmochloron lobulatum</i> (Nägeli) Skuja	x	x
Zygnematophyceae		
<i>Actinotaenium perminutum</i> (G. S. West) Teiling	x	
<i>Bambusina brebissonii</i> Kützing ex Kützing	x	
<i>Closterium baillyanum</i> (Brébisson ex Ralfs)	x	
<i>C. closterioides</i> (Ralfs) A. Louis & Peeters	x	
<i>C. cynthia</i> De Notaris var. <i>cynthia</i>	x	
<i>C. diana</i> var. <i>minus</i> (Schröder) Willi Krieger	x	
<i>C. kuetzingii</i> Brébisson	x	

<i>C. malmei</i> O. Borge	X	
<i>C. tumidum</i> L. N. Johnson	X	
<i>C. turgidum</i> Ehrenberg ex Ralfs	X	
<i>Cosmarium bioculatum</i> Ralfs	X	
<i>C. bipunctatum</i> Börgensen var. <i>bipunctatum</i>	X	X
<i>C. decoratum</i> West & West	X	
<i>C. denticulatum</i> Borge var. <i>ovale</i> Grönblad	X	
<i>C. dilatatum</i> Lütkemüller	X	
<i>C. pseudoconnatum</i> Nordstedt	X	
<i>C. pseudoconnatum</i> Nordstedt var. <i>pluriradians</i> Scott & Grönblad	X	
<i>C. pseudoretusum</i> Duceell var. <i>pseudoretusum</i> Krieger et Gerloff	X	
<i>C. phaseolus</i> Brébisson f. <i>minus</i> Boldt	X	
<i>C. reniforme</i> (Ralfs) Acher var. <i>compressum</i> Nordsted	X	
<i>C. sphagnicolum</i> West & G.S.West	X	
<i>C. subspeciosum</i> Nordstedt var. <i>subspeciosum</i>	X	
<i>C. subspeciosum</i> Nordstedt var. <i>validius</i> Nordstedt	X	
<i>Desmidium grevillei</i> (Kützing ex Ralfs) De Bary	X	
<i>Euastrum ansatum</i> Ehrenberg ex Ralfs	X	
<i>E. ansatum</i> var. <i>triporum</i> Willi Krieger	X	
<i>E. didelta</i> var. <i>quadriceps</i> (Nordstedt) Willi Krieger	X	
<i>Hyalotheca dissiliens</i> cf Brébisson ex Ralfs	X	
<i>Micrasterias truncata</i> var. <i>pusilla</i> G. S. West	X	
<i>Netrium digitus</i> var. <i>digitus</i> Brébisson ex Ralfs	X	
<i>Penium margaritaceum</i> Brébisson	X	
<i>Pleurotaenium trabecula</i> Nägeli	X	
<i>Phymatodocis</i> sp. Nordstedt	X	
<i>Spyrogira</i> sp. 1	X	
<i>Staurastrum alternans</i> Brébisson	X	
<i>S. leptocladum</i> Nordstedt	X	
<i>S. orbiculare</i> Meneghini ex Ralfs	X	
<i>S. pseudotetracerum</i> var. <i>pseudotetracerum</i> (Nordstedt) West & G. S. West	X	
<i>S. punctulatum</i> Brébisson	X	
<i>S. quadrangulare</i> Brébisson ex Ralfs	X	
<i>Staurastrum</i> sp. 1	X	
<i>Staurodesmus cuspidatus</i> (Brébisson) Teiling	X	
<i>S. dejectus</i> (Brébisson) Teiling	X	X

3. Pranchas

Prancha 1

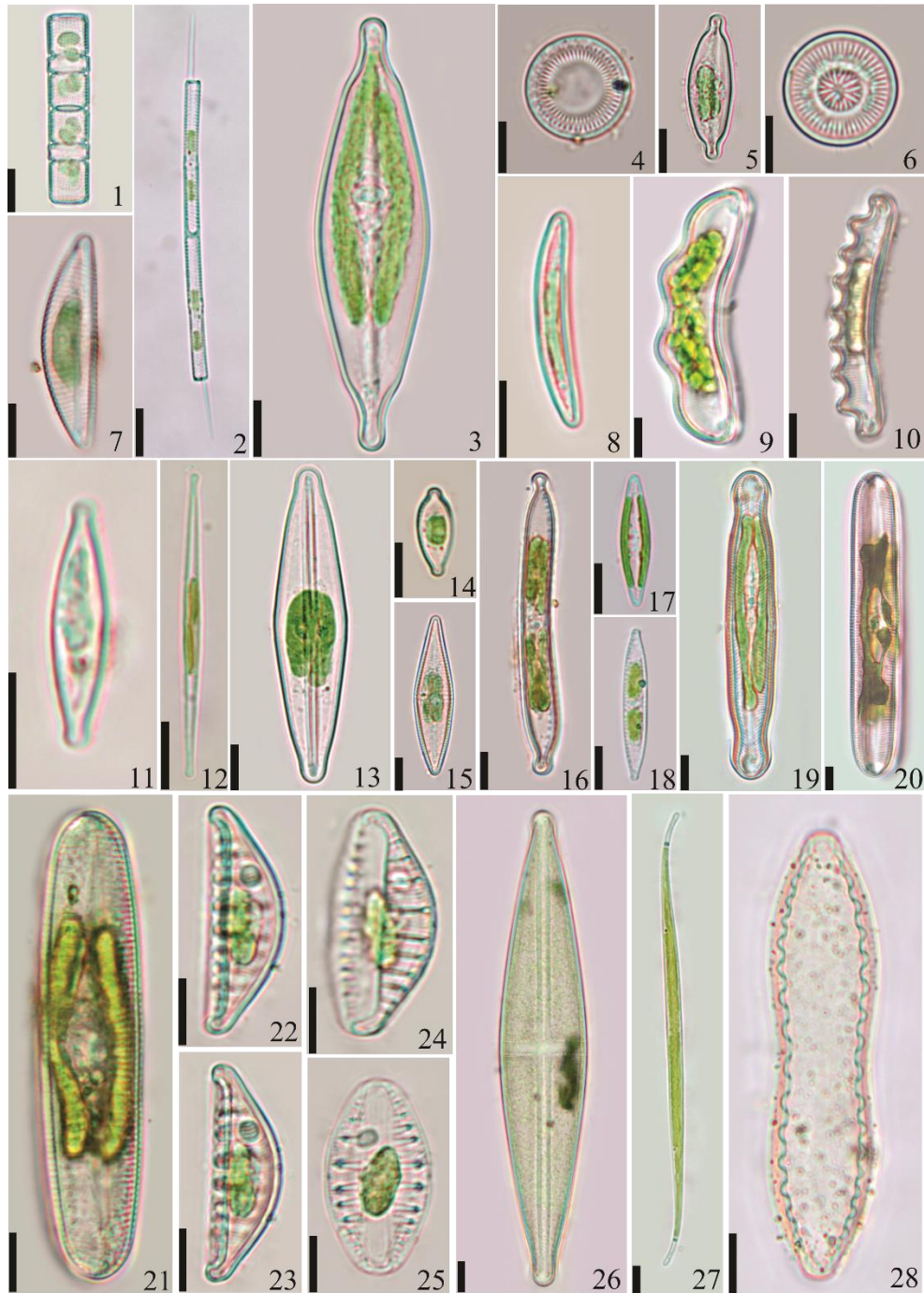


Figura 1-28: 1. *Aulacoseira ambigua*, 2. *A. granulata*, 3. *Craticula ambigua*, 4. *Cyclotella meneghiniana*, 5. *Cymboplectra naviculiformis*, 6. *Discostella stelligera*, 7. *Encyonema silesiacum*, 8. *Eunotia* sp. 1, 9. *E.* sp. 2, 10. *E. serra*, 11. *Fragilaria* sp. 1, 12. *F. parva*, 13. *Frustulia crassinervia*, 14. *Gomphonema gracile*, 15. *G.* sp.1, 16. *Hantzschia amphioxys*, 17. *Navicula* sp.1, 18. *Nitzschia palea*, 19. *Pinnularia* sp. 1, 20. *P.* sp. 2, 21. *P. viridiformis*, 22-25. *Rhopalodia gibberula*, 26. *Stauroneis phoenicenteron*, 27. *Stenopterobia curvula*, 28. *Surirella didyma*. Escala: 10µm.

Prancha 2

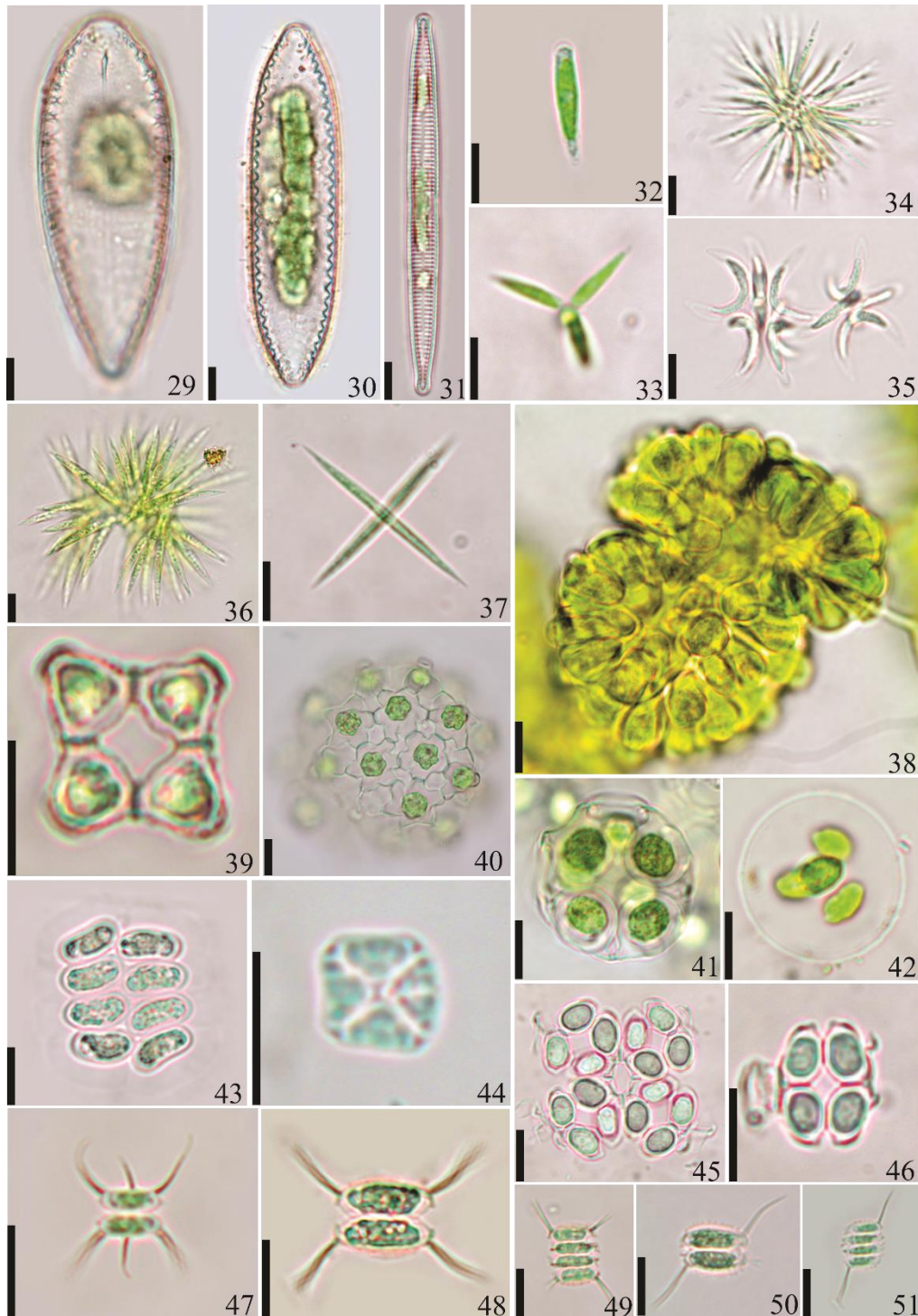


Figura 29-51: 29. *Surirella tenera*, 30. *S. sp.1*, 31. *Ulnaria ulna*, 32. *Actinastrum sp.1*, 33. *A. hantzschii*, 34. *Ankistrodesmus bernardii*, 35. *A. bibraianus*, 36. *A. densus*, 37. *A. fusiformis*, 38. *Botryococcus braunii*, 39. *Coelastrum proboscideum*, 40. *C. pulchrum*, 41. *C. reticulatum* var. *cubanum*, 42. *Coenocystis subcylindrica*, 43. *Comasiella arcuata* var. *platydisca*, 44. *Crucigenia tetrapedia*, 45-46. *Crucigeniella pulchra*, 47. *Desmodesmus abundans*, 48-49. *D. armatus* var. *armatus*, 50-51. *D. armatus* var. *bicaudatus*. Escala: 10µm.

Prancha 3

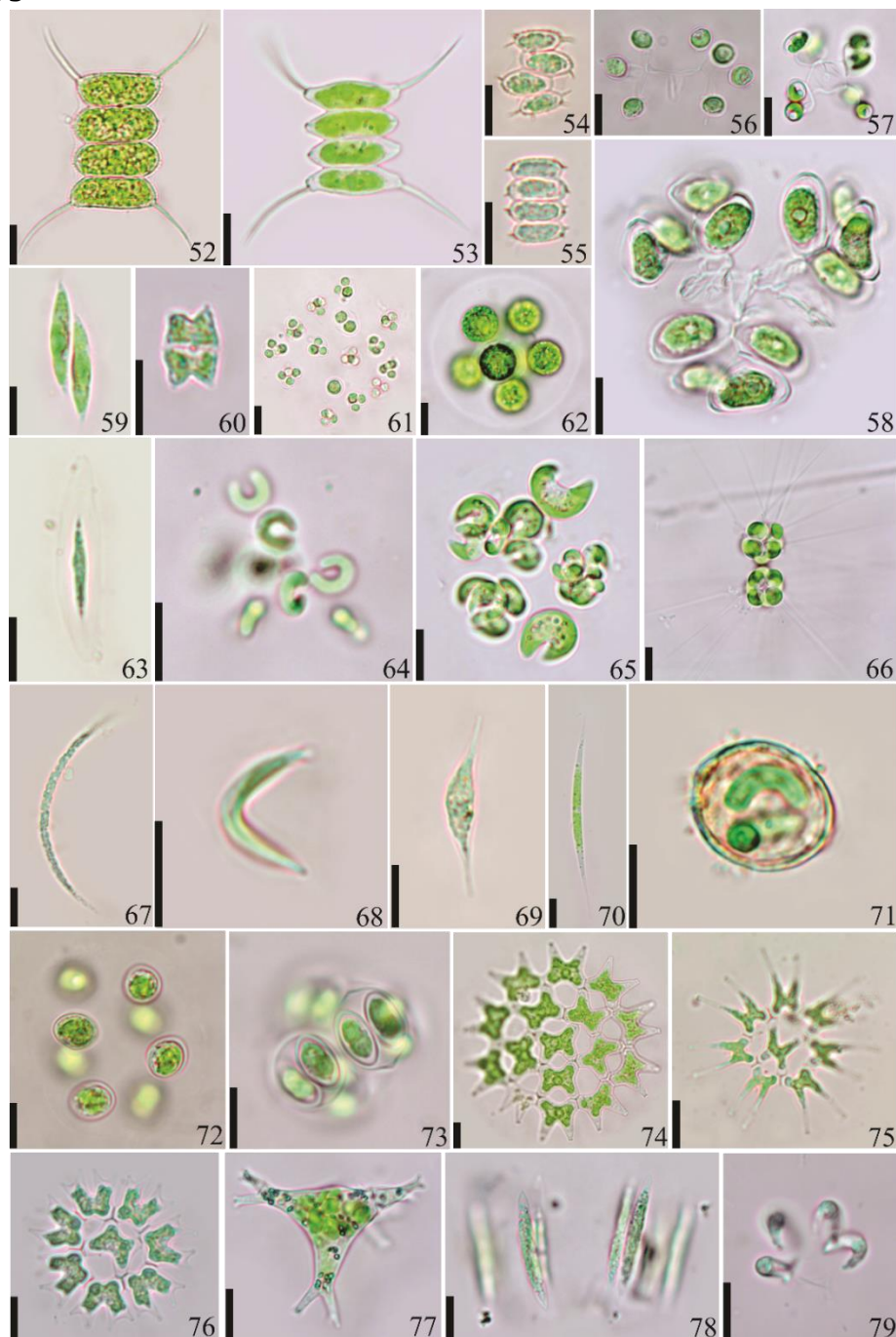


Figura 52-79: 52. *Desmodesmus communis*, 53. *D. opoliensis*, 54. *D. pseudodenticulatus*, 55. *D. serratus*, 56. *Dictyosphaerium chlorelloides*, 57. *D. ehrenbergianum*, 58. *Dimorphococcus lunatus*, 59. *Elakatothrix gelatinosa*, 60. *Euastropsis richteri*, 61. *Eutetramorus tetrasporus*, 62. *E. fottii*, 63. *Fusola viridis*, 64. *Kirchneriella contorta*, 65. *K. lunares*, 66. *Micractinium pusillum*, 67. *Monoraphidium arcuatum*, 68. *M. contortum*, 69. *M. pusillum*, 70. *M. komarkovae*, 71. *Nephrochlamys subsolitaria*, 72. *Oocystis borgei*, 73. *O. marssonii*, 74. *Pediastrum duplex*, 75. *P. duplex* var. *gracillimum*, 76. *P. longecornutum*, 77. *Pseudostaurastrum limneticum* cf., 78. *Quadrigula closterioides*, 79. *Raphidocelis contorta*. Escala: 10µm.

Prancha 4

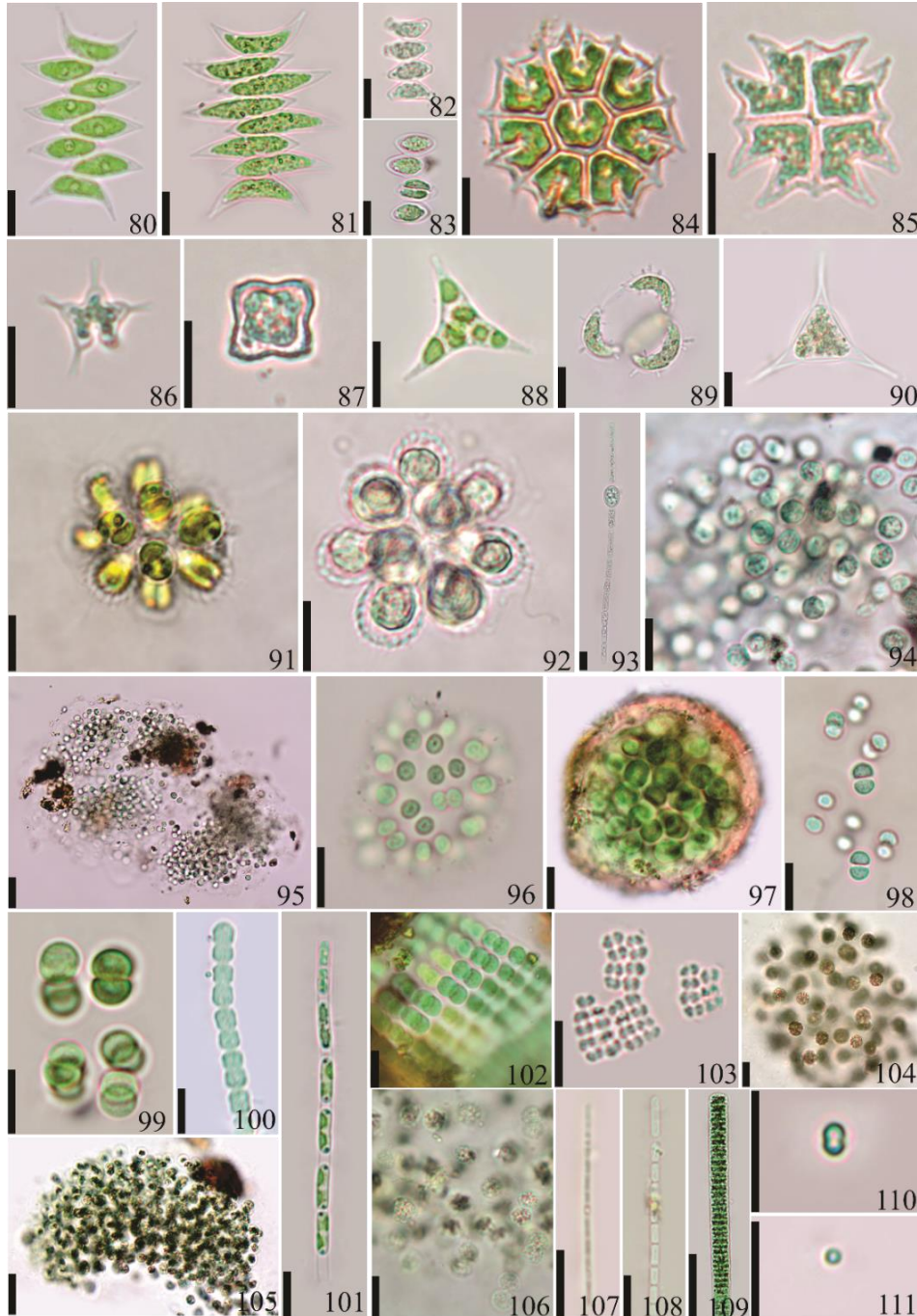


Figura 80-111: 80-81. *Scenedesmus acuminatus*, 82. *S. indicus*, 83. *S. obliquus* var. *dimorphus*, 84-85. *Stauridium tetras*, 86. *Tetraedron caudatum*, 87. *T. minimum*, 88. *T. trigonum* var. *trigonum*, 89. *Tetrallantos lagerheimii*, 90. *Treubaria schmidlei*, 91-92. *Synura spinosa*, 93. *Anabaena raciborskii*, 94. *Anabaena raciborskii*, 95. *Aphanocapsa annulata*, 96. *A. incerta*, 97. *Asterocapsa submersa*, 98. *Chroococcus dispersus*, 99. *Eucapsis densa*, 100. *Komvophoron crassum* cf, 101. *Leptolyngbya* sp., 102. *Merismopedia punctata*, 103. *M. tenuissima*, 104-105. *Microcystis aeruginosa*, 106. *M. protocystis*, 107. *Planktolyngbya limnetica*, 108. *Pseudanabaena galeata*, 109. *Phormidium* sp., 110-111. *Synechocystis aquatilis*. Escala: 10µm.

Prancha 5

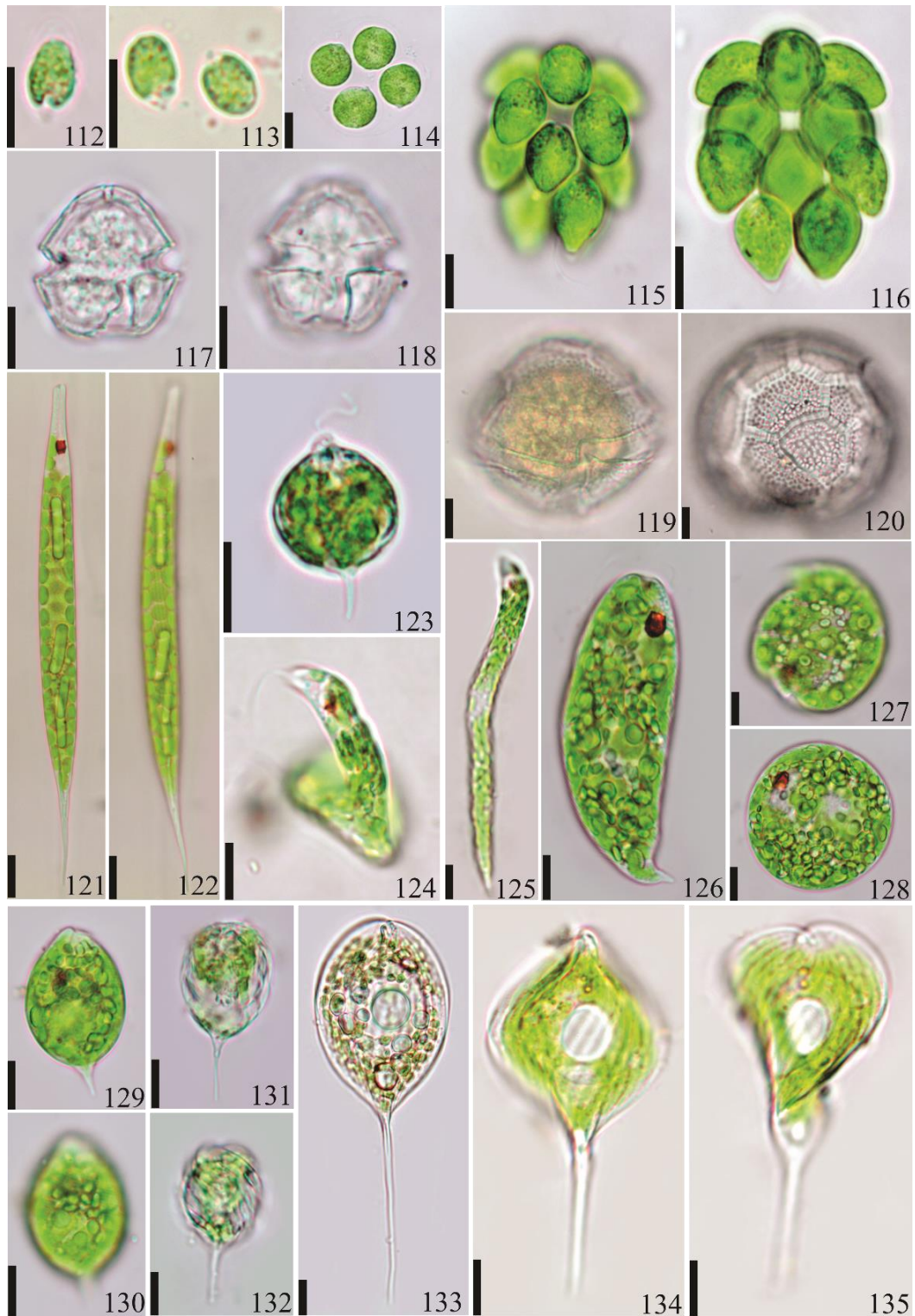


Figura 112-135: 112. *Cryptomonas marssonii*, 113. *Chlamydomonas* sp., 114. *Chloromonas* sp., 115-116. *Pyrobotrys cassinoensis*, 117-118. *Glochidinium penardiforme*, 119-120. *Peridinium gatunense*, 121-122. *Euglena acus*, 123. *E. agilis*, 124-125. *E. mutabilis*, 126-128. *E. polymorpha*, 129-130. *Lepocinclis ovum*, 131-132. *Monomorphina pyrum*, 133. *Phacus longicauda* var. *longicauda*, 134-135. *P. longicauda* var. *tortus*. Escala: 10µm.

Prancha 6

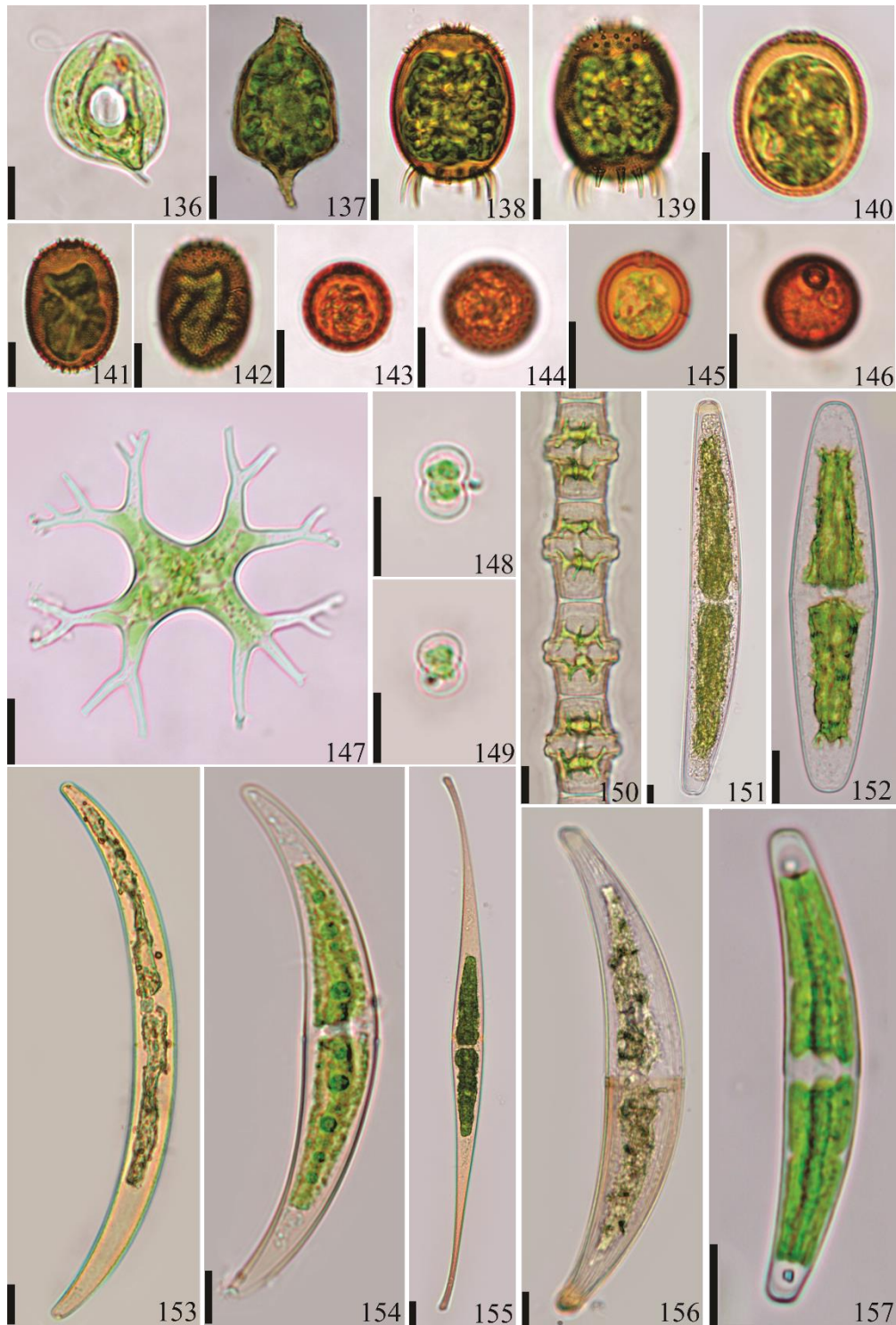


Figura 136-157: 136. *Phacus pleuronectes*, 137. *Strombomonas acuminata*, 138-139. *Trachelomonas armata*, 140. *T. hispida* var. *hispida*, 141-142. *T. hispida* var. *duplex*, 143-144. *T. sculpta*, 145-146. *T. volvocina*, 147. *Isthmochloron lobulatum*, 148-149. *Actinotaenium perminutum*, 150. *Bambusina brebissonii*, 151. *Closterium baillyanum*, 152. *C. closterioides*, 153. *C. cynthia* var. *cynthia*, 154. *C. diana* var. *minus*, 155. *C. kuetzingii*, 156. *C. malmei*, 157. *C. tumidum*. Escala: 10µm.

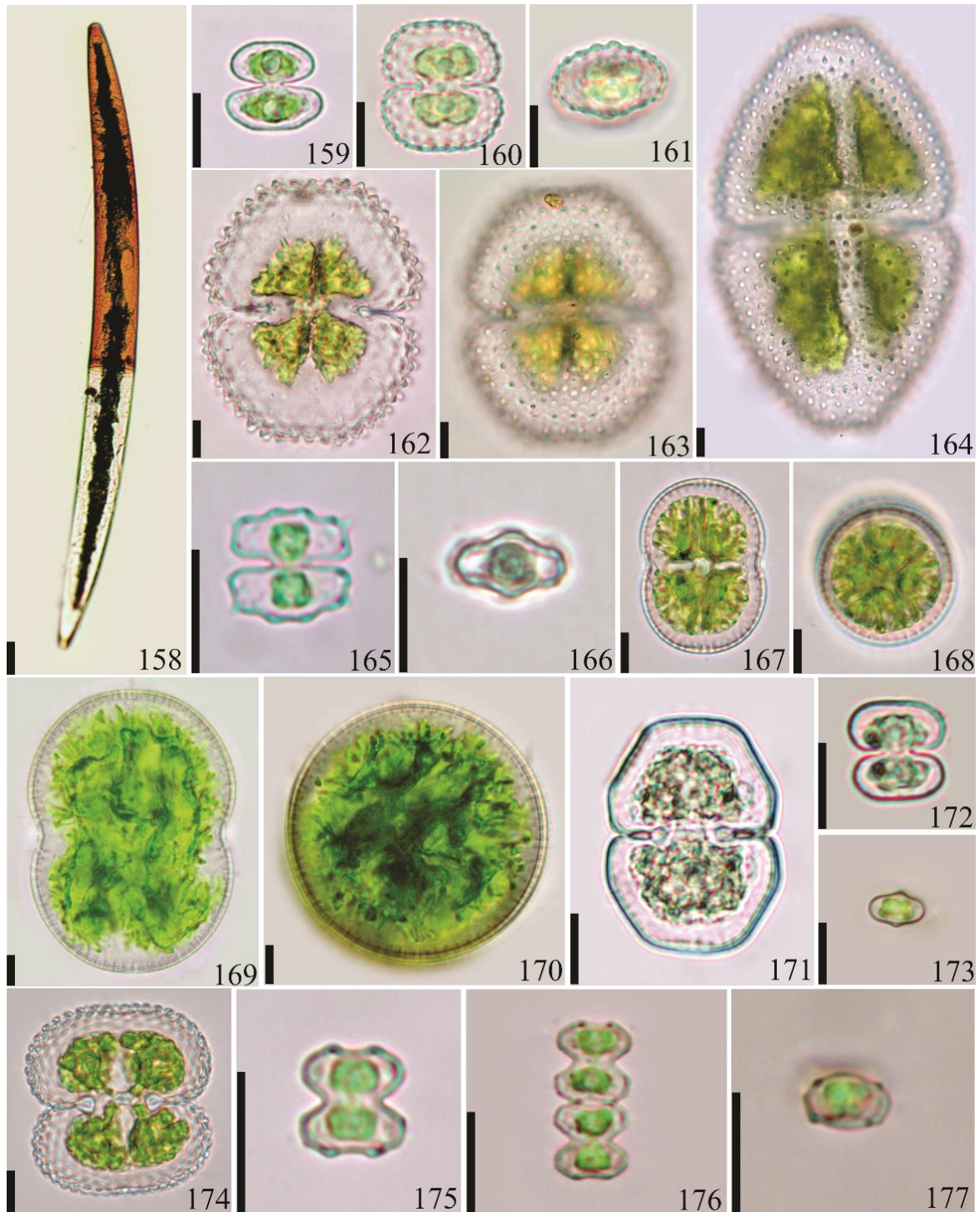


Figura 158-177: 158. *Cosmarium turgidum*, 159. *C. bioculatum*, 160-161. *C. bipunctatum* var. *bipunctatum*, 162-163. *C. decoratum*, 164. *C. denticulatum* var. *ovale*, 165-166. *C. dilatatum*, 167-168. *C. pseudoconnatum*, 169-170. *C. pseudoconnatum* var. *pluriradians*, 171. *C. pseudoretusum* var. *pseudoretusum*, 172-173. *C. phaseolus* f. *minus*, 174. *C. reniforme* var. *compressum*, 175-177. *C. sphagnicolum*. Escala: 10µm.

Prancha 8

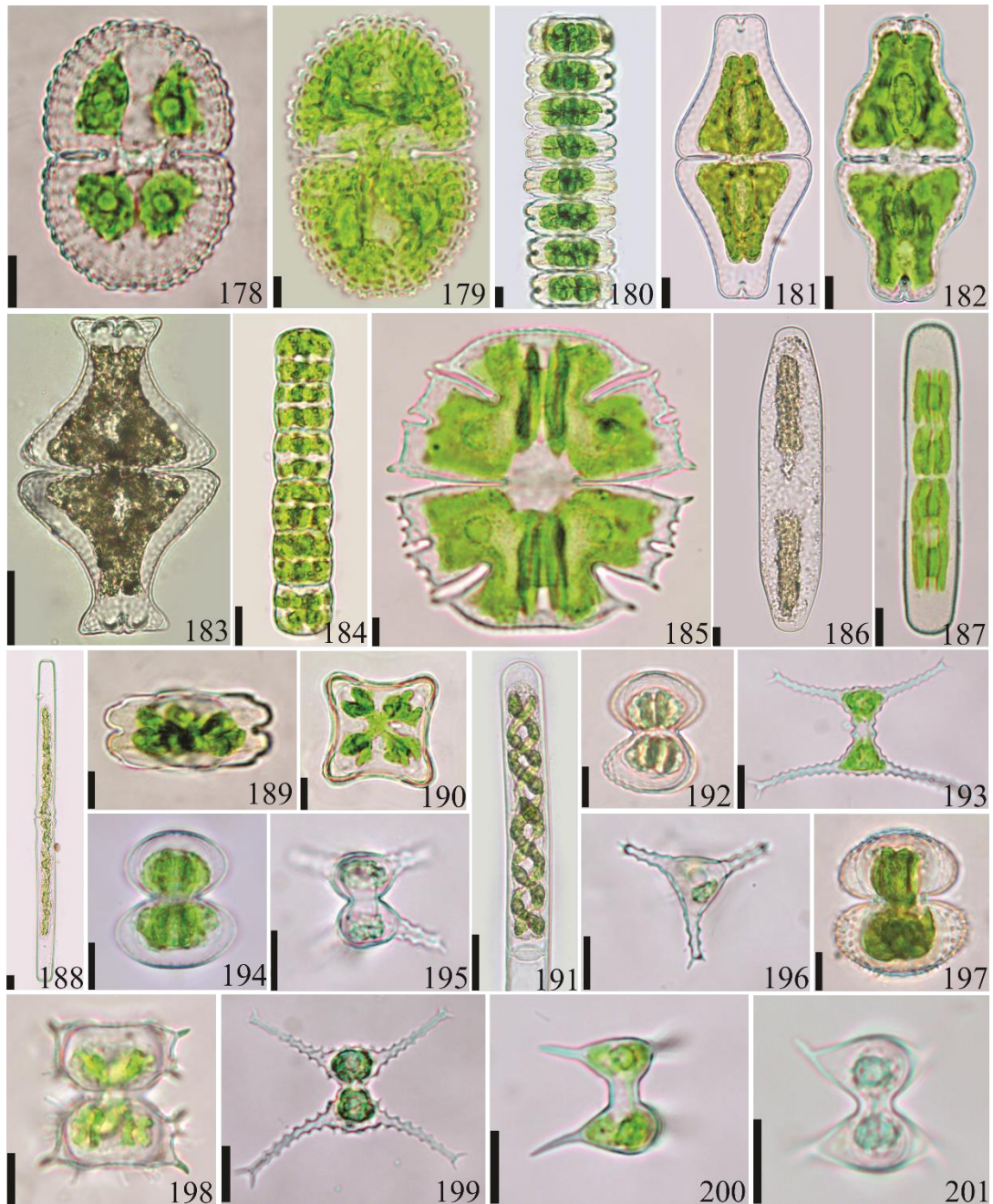


Figura 178-200: 178. *Cosmarium subspicosum* var. *subspicosum*, 179. *C. subspicosum* var. *validius*, 180. *Desmidium grevillei*, 181. *Euastrum ansatum*, 182. *E. ansatum* var. *triporum*, 183. *E. didelta* var. *quadriceps*, 184. *Hyalotheca dissiliens* cf, 185. *Micrasterias truncata* var. *pusilla*, 186. *Netrium digitus* var. *digitus*, 187. *Penium margaritaceum*, 188. *Pleurotaenium trabecula*, 189-190. *Phymatodocis* sp., 191. *Spyrogira* sp., 192. *Staurastrum alternans*, 193. *S. leptocladum*, 194. *S. orbiculare*, 195-196. *S. pseudotetracerum* var. *pseudotetracerum*, 197. *S. punctulatum*, 198. *S. quadrangulare*, 199. *S. sp.*, 200. *Staurodesmus cuspidatus*, 201. *S. dejectus*. Escala: 10µm.