

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

LILIANE CAROLINE SERVAT

COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA EM AMBIENTES LÓTICOS SOB INFLUÊNCIA
DO CORREDOR DE BIODIVERSIDADE SANTA MARIA, BACIA DO RIO IGUAÇU,
PARANÁ, BRASIL.

CASCADEL-PR

Fevereiro/2015

LILIANE CAROLINE SERVAT

COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA EM AMBIENTES LÓTICOS SOB INFLUÊNCIA
DO CORREDOR DE BIODIVERSIDADE SANTA MARIA, BACIA DO RIO IGUAÇU,
PARANÁ, BRASIL.

Dissertação apresentada 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: Conservação e Manejo de
Recursos Naturais

CASCADEL-PR

Fevereiro/2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

S513c

Servat, Liliane Caroline
Comunidade fitoplanctônica em ambientes lóticos sob influência do Corredor de Biodiversidade Santa Maria, Bacia do Rio Iguaçu, Paraná, Brasil. /Liliane Caroline Servat.— Cascavel, 2015.
59 p.

Orientadora: Profª. Drª. Norma Catarina Bueno
Coorientador: Nyamien Yahault Sebastien

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Conservação e Manejo de Recursos Naturais

1.Ambiente lótico. 2. Corredor de Biodiversidade – Santa Maria. 3. Vegetação ciliar. 4. Sombreamento. 5. Luminosidade. I. Bueno, Norma Catarina. II. Sebastien, Nyamien Yahault. III. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. IV. Título.

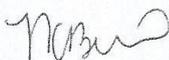
CDD 21.ed. 578.764

FOLHA DE APROVAÇÃO

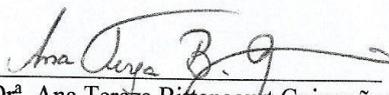
LILIANE CAROLINE SERVAT

“Comunidades Fitoplactônicas em Ambientes Lóticos Sob Influência do Corredor de Biodiversidade Santa Maria, Bacia do Rio Iguaçu, Paraná”.

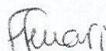
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação stricto sensu em Conservação e Manejo de Recursos Naturais-Nível de Mestrado, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, pela comissão Examinadora composta pelos membros:



Prof^a. Dr^a. Norma Catarina Bueno.
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente/Orientadora)



Prof^a. Dr^a. Ana Tereza Bittencourt Guimarães
Universidade Estadual do Oeste do Paraná



Prof^a. Dr^a. Fernanda Ferrari
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Aprovada em 23 de fevereiro de 2015.

Local da defesa: Laboratório de Botânica CCBS - Unioeste, Prédio de Sala de Aula Cascavel-PR.

O conhecimento nos faz responsáveis

- Che Guevarra

DEDICATÓRIA

À minha querida mãe, Lourdes e ao meu grande amor, Renato, dedico.

AGRADECIMENTOS

Minha eterna gratidão à Deus, pois o seu amor me alcançou e em Ti sei que tudo posso Senhor. Que a minha vida seja para a glória do Seu nome, meu Pai!

A Dra. Norma C. Bueno por possibilitar minha inserção no mundo da pesquisa. Muito obrigada.

Ao meu amigo, companheiro e grande amor, Renato. Obrigada pela paciência, pelo amor e pelo carinho; pela ajuda com a minha pesquisa, pela compreensão dos momentos de minha ausência para que este trabalho pudesse ser realizado, e por tornar a minha vida tão bonita. Você é tudo de melhor e mais lindo.

A minha amada mãe, por dedicar toda a sua vida a criação de seus ‘sobrinhos’ e abrir mão de seus sonhos para que pudéssemos realizar os nossos. Pelo seu ensinamento, seu cuidado e seu amor incondicional. Amo a senhora.

A gentil e atenciosa prof. Dra. Sandra Maria Alves da Silva por ter me recebido em seu laboratório para a identificação das Euglenophyceae, e pela sua imensa paciência e generosidade.

A querida prof. Dra. Ana Tereza Bittencourt Guimarães pelo suporte com a estatística, pelo carinho, pela alegria e por sempre estar de braços abertos, disposta a ajudar. Que a sua generosidade com os outros lhe retorne na forma de muitas alegrias, você merece o melhor. Muito obrigada.

A querida Dra. Fernanda Ferrari, por contribuir com o trabalho. Suas contribuições são sempre muito valiosas e eu agradeço imensamente o carinho.

Ao prof. Dr. Nyamien Sebastien por abrir as portas do seu laboratório para que as análises fossem realizadas e nos receber sempre muito bem.

Às queridas colegas do GERPEL, pelos dias tão alegres que passamos: Adriana Tronco, Ligiany, Juliana, João e demais colegas.

Às queridas Elaine e Jascieli pelos tantos socorros prestados. Obrigada pela disponibilidade e paciência em ajudar.

Aos colegas do laboratório, Wiviane, Viviane, Margareth, Felipe, Camila e em especial a Daya, pela linda amizade que nasceu.

Ao querido Prof. Dr. Bartolomeu Tavares, que tantas vezes nos trouxe incentivos culinários e alegrou nossos dias. Seus bolos são fabulosos e os dias foram muito melhores com a sua presença.

As queridas prof. Shirley e prof. Livia, por terem aceitado compor a banca da qualificação e contribuído com tantas sugestões preciosas. Mais um obrigado a prof Shirley que

acompanhou meu estágio de docência, contribuindo muito para a minha formação e confiança em sala de aula.

Aos queridos técnicos e amigos Ivone Wichoki e Assis Echer, pelos dias tão alegres nas coletas, lanches e por toda a dedicação de vocês. Vocês são parte muito importante da realização deste trabalho. Serei sempre muito grata.

Aos meus amados familiares, que com muita compreensão entenderam os momentos em que não pude estar presente e mesmo assim sempre estiveram apoiando e motivando. Vocês são parte de mim, assim como sou de vocês.

A Fundação Araucária pela concessão da bolsa de estudos.

Ao programa de Pós-Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, pela dedicação em conseguir melhores recursos para seus alunos.

A querida Marcia Cruz, secretária do programa, por ser tão alegre e sempre tão disposta a ajudar; obrigada também pelas palavras de carinho e incentivo que tanta diferença fizeram nos momentos de dificuldade.

As minhas queridas e queridos amigos, que por tantas vezes ouviram “eu não posso, tenho que estudar”: Ana, Verônica, Paula, Tallita, Pâmela, Arthur, Camile. Obrigada pela compreensão.

À equipe de Geoprocessamento do Parque Nacional do Iguaçu, pela elaboração do mapa da área de estudo.

A todos que por ventura não tenham sido citados, farei questão de agradecê-los pessoalmente.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: Comunidade fitoplanctônica em ambientes lóticos sob influência do Corredor de Biodiversidade Santa Maria, Bacia do Rio Iguaçu, Paraná, Brasil

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	9
LISTA DE TABELAS	10
RESUMO	11
ABSTRACT	12
1. INTRODUÇÃO	13
2. MATERIAIS E MÉTODOS	14
2.1. <i>Área de estudo</i>	14
2.2. <i>Metodologia de campo</i>	15
2.3. <i>Metodologia de laboratório</i>	16
2.4. <i>Tratamento estatístico dos dados</i>	16
3. RESULTADOS	17
4. DISCUSSÃO	33
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
6. ANEXO (Normas do periódico Hydrobiologia)	46

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1. Localização das estações de coleta: riacho Apepu (E1) e riacho Tenente João Gualberto (E2) 15
- Figura 2. Variação acumulada da precipitação semanal (7 dias anteriores a coleta) registrada entre setembro de 2012 e agosto de 2013..... 17
- Figura 3. Ordenação dos meses e estações de coleta em relação às variáveis abióticas ao longo dos dois primeiros eixos da Análise de Componentes Principais (PCA)..... 20
- Figura 4. Variação mensal da densidade fitoplanctônica do riacho Apepu (S1) e riacho Tenente João Gualberto (S2), no período de setembro de 2012 a agosto de 2013..... 30
- Figura 5. Variação mensal da diversidade de Shannon (A) , equitabilidade (B) e riqueza (C) fitoplanctônica do riacho Apepu (S1) e riacho Tenente João Gualberto (S2), no período de setembro de 2012 a agosto de 2013..... 31
- Figura 6. Dendrograma resultante da análise de agrupamento baseado na dissimilaridade de Manhattan pelas densidades das espécies das duas estações..... 33

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Estatísticas descritivas (Média e DP) de variáveis físicas e químicas nos riachos Apepu e Tenente João Gualberto Gualberto no período entre setembro de 2012 e agosto de 2013. P-valor dos testes t para amostras independentes e teste Mann-Whitney-U* 18
- Tabela 2. Relação dos táxons fitoplanctônicos registrados nos riachos amostrados, no período de setembro de 2012 a agosto de 2013..... 21
- Tabela 3. Número de espécies, das diferentes classes fitoplanctônicas, comuns e exclusivas, dos riachos amostrados, no período de setembro de 2012 a agosto de 2013 30

Comunidade fitoplanctônica em ambientes lóticos sob influência do Corredor de Biodiversidade Santa Maria, Bacia do Rio Iguaçu, Paraná, Brasil

Liliane Caroline Servat^{1,3}, Norma Catarina Bueno¹ e Nyamien Yahault Sebastien²

Resumo

Este trabalho objetivou avaliar a influência da vegetação ciliar do Corredor de Biodiversidade Santa Maria na composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica, comparando-se dois riachos com diferentes níveis de preservação ciliar: riacho Apepu (25°30'40.5"S 54°20'31.9"W) e Tenente João Gualberto (25°28'36.3"S 54°19'40.9"W). Amostras foram coletadas mensalmente, entre setembro de 2012 e agosto de 2013. Foram identificados 371 táxons, principalmente táxons bentônicos e perifíticos das classes Diatomeae e Euglenophyceae. Foi observado um aumento dos atributos densidade e riqueza de espécies a partir da estação com maior margem ripária (Apepu) para a estação com menor margem ripária (Tenente João Gualberto). Este fato pode ter sido influenciado pelo sombreamento causado pela mata ciliar na primeira estação, já que as concentrações de nutrientes foram pouco diferentes entre os ambientes estudados. No entanto, apesar de apresentar menores valores nos atributos ecológicos, o riacho Apepu apresentou maior estabilidade na estrutura e atributos da comunidade fitoplanctônica durante o período de estudo. Além disto, a maior equitabilidade e semelhança observadas nesta estação, indicam maior homogeneidade, quando comparada com o riacho Tenente João Gualberto. Em síntese, foi possível demonstrar a importância da vegetação ripária do Corredor de Biodiversidade Santa Maria para a estabilidade da comunidade fitoplanctônica.

Palavras-chave: ambiente lótico, Corredor de Biodiversidade Santa Maria, vegetação ciliar, sombreamento, luminosidade.

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, Brasil.

² Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Rua da Faculdade, 645, Jardim Santa Maria, Cx. P. 320, Toledo, Paraná, Brasil.

³ Autor para correspondência: liliane_servat@hotmail.com, (045) 9944-3541/ 9904-8875

Phytoplankton community in lotic environments under the influence of Corredor de Biodiversidade Santa Maria, Iguaçu River Basin, Parana, Brazil

Liliane Caroline Servat^{1,3}, Norma Catarina Bueno¹ e Nyamien Yahault Sebastien²

Abstract

This work aimed to evaluate the influence of the riparian vegetation of Santa Maria Biodiversity Corridor on the structure and composition of the phytoplankton community, comparing two streams with different levels of riparian preservation: Apepu stream and Tenente João Gualberto stream. Samples were monthly collected, between September 2012 and August 2013. As a result, 371 taxa were identified, mainly benthic and periphytic taxa, belonging to the Classes Diatomeae and Euglenophyceae. An increase in the features density and species richness was observed from the Apepu stream (greater riparian bank) to the Tenente João Gualberto stream (smaller riparian bank). This fact may have been influenced by the shading caused by the riparian forest of station 1, since the nutrients concentrations of both environments were practically the same. However, despite showing lower values in the ecological attributes, Apepu stream presented a greater stability in the features and structure of the phytoplanktonic community during the study period. Besides, the greater equitability and similarity found in the first station indicate a greater homogeneity, when compared to Tenente João Gualberto stream. In summary, it was possible to demonstrate the importance of the riparian vegetation of Santa Maria Biodiversity Corridor for the stability of the phytoplanktonic community.

Keywords: lotic environment, Santa Maria Biodiversity Corridor, riparian vegetation, shading, luminosity.

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, Brasil.

² Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Rua da Faculdade, 645, Jardim Santa Maria, Cx. P. 320, Toledo, Paraná, Brasil.

³ Autor para correspondência: liliane_servat@hotmail.com, (045) 9944-3541/ 9904-8875

Introdução

A degradação da vegetação ciliar tem impactado diversos ecossistemas aquáticos em todo o mundo (Dosskey et al., 2011) e, juntamente com a crescente fragmentação das florestas naturais, é o principal fator responsável pela redução da qualidade ambiental. Por este motivo, a extensa hidrografia do Bioma Mata Atlântica tem sua vegetação ciliar eleita pelo Código Florestal Brasileiro como área prioritária para a formação de corredores ecológicos (Loch et al., 2013). A implantação de corredores ecológicos em áreas de vegetação ciliar busca aumentar a proteção dos habitats de espécies que dependem do ambiente aquático para sua sobrevivência (Neiff et al., 2005). Além disso, a interligação de fragmentos florestais, também permite o movimento da biota entre eles e a recolonização de áreas degradadas (ICMBIO, 2014).

A integridade da vegetação ciliar é indispensável para a recuperação da qualidade ambiental. Nos ecossistemas aquáticos, a vegetação atua como filtro na retenção de componentes orgânicos, sedimentos e contaminantes que frequentemente são carregados para dentro dos ecossistemas (Dosskey et al., 2011). Estes componentes, provenientes de atividades naturais ou antrópicas, podem resultar em modificações na estrutura e na dinâmica das comunidades biológicas associadas (Perry et al., 1999). Um exemplo disso é a influência da vegetação ciliar na qualidade da água e a consequente resposta da comunidade fitoplanctônica a estes fatores (Naiman et al., 2005; Dudgeon, 2008). Como previsto, têm-se observado que o desmatamento das matas ciliares está relacionado com o aumento da eutrofização e da frequência das florações de algas e cianobactérias (Perry et al., 1999).

Historicamente, o fitoplâncton de ecossistemas lóticos tem recebido menos atenção em estudos ecológicos. Isto se deve, em grande parte, ao maior enfoque nas algas perifíticas (Rodrigues et al., 2007), provavelmente devido à complexidade e instabilidade destes ambientes, que dificulta o estabelecimento da comunidade fitoplanctônica (Borges et al., 2008). No entanto, muitos estudos já demonstraram que ambas as comunidades são bons bioindicadores da qualidade do ambiente aquático (Kireta et al., 2012).

Entre os trabalhos sobre a comunidade fitoplanctônica em ambientes lóticos no Brasil, destacam-se: Bittencourt-Oliveira (1993a, 1993b), Bittencourt-Oliveira & Castro (1993), Mendes-Câmara et al. (2002) com abordagem taxonômica; Train & Rodrigues (1998; 2004), Silva et al. (2001), Bittencourt-Oliveira (2002), Borges et al. (2003), Soares et al. (2007), Bortolini & Bueno (2013) e Menezes et al. (2013) com abordagem ecológica. Estudos que enfatizam as relações entre os níveis de preservação ciliar e suas influências sobre a estrutura fitoplanctônica são raros na ecologia brasileira: Peresin et al. (2014).

O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência da vegetação ciliar do Corredor de Biodiversidade Santa Maria na composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica, em dois riachos com diferentes níveis de preservação ciliar.

Levando em conta que ambientes lóticos são ecossistemas abertos, sujeitos às constantes influências do seu entorno, têm-se como hipótese que a vegetação ciliar do Corredor de Biodiversidade Santa Maria influencia a composição e a estrutura da comunidade fitoplanctônica. Acredita-se que a presença da vegetação contribua para a diminuição dos atributos densidade, riqueza e diversidade de espécies no riacho influenciado pelo Corredor, em consequência do menor aporte de nutrientes, além do maior sombreamento proporcionado pela vegetação. Por outro lado, o oposto é esperado no riacho com menor margem ripária, pois áreas com pouca ou nenhuma vegetação em seu entorno tendem a apresentar maior densidade, riqueza e diversidade fitoplanctônica, devido ao maior aporte de nutrientes e luminosidade, já que a maior largura da calha permite maior entrada de luz.

Materiais e Métodos

Área de estudo

O Corredor de Biodiversidade Santa Maria - situado no município de Santa Terezinha de Itaipu-PR - visa promover a conectividade entre o Parque Nacional do Iguaçu e a Faixa de Proteção do Reservatório da hidrelétrica de Itaipu (Tossulino et al., 2007). Tal ambiente é formado pela Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Fazenda Santa Maria, fragmentos de mata ciliares remanescentes e uma faixa de mata reflorestada de 4 quilômetros de comprimento por 60 metros de largura (Toscan et al., 2014). A RPPN Santa Maria é o maior fragmento vegetacional do Corredor de Biodiversidade Santa Maria (Nascimento, 2009) e é considerada área prioritária de preservação ambiental devido à elevada quantidade de ambientes aquáticos inseridos nesta região, que deságuam no Parque Nacional do Iguaçu (Tossulino et al., 2007)

O clima regional é do tipo Cfa, subtropical úmido mesotérmico, com períodos de verão e inverno bem definidos e chuvas distribuídas durante o ano (Álvares et al., 2014).

O estudo foi realizado em dois riachos: Apepu, localizado no interior do Corredor de Biodiversidade Santa Maria, município de Santa Terezinha de Itaipu (25°30'40.5"S 54°20'31.9"W) e riacho Tenente João Gualberto, localizado em área adjacente à Unidade de Conservação, no município de São Miguel do Iguaçu (25°28'36.3"S 54°19'40.9"W). O riacho Apepu, protegido pelo corredor, é margeado por vegetação ripária com diferentes graus de conservação, enquanto o riacho Tenente João Gualberto está inserido em áreas destinadas à

práticas agrícolas e pecuárias (Fig. 1). Ambos os riachos são classificados como primeira ordem, segundo os critérios de Horton-Strahler (Horton, 1945; Strahler, 1952).

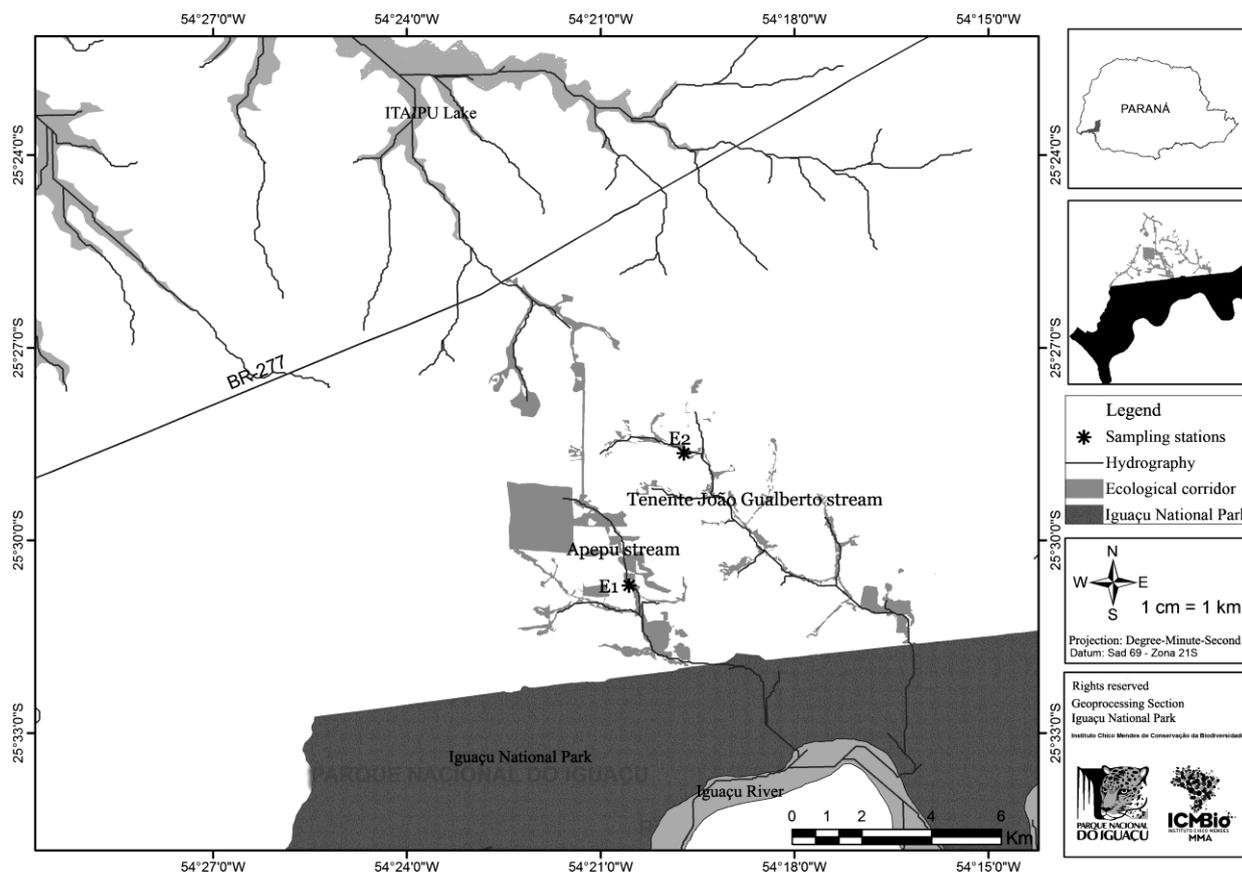


Fig. 1 Localização das estações de coleta: riacho Apepu (E1) e riacho Tenente João Gualberto (E2)

Metodologia de campo

Os dados meteorológicos referentes à precipitação foram fornecidos pelo Sistema Meteorológico do Paraná - SIMEPAR e utilizaram-se os registros da estação de São Miguel do Iguaçu. Para a análise da precipitação, foram considerados os valores dos sete dias que antecedem a data de amostragem, somados ao dia de coleta.

As amostras de água para a análise das variáveis físicas, químicas e fitoplanctônicas foram coletadas mensalmente, entre setembro de 2012 e agosto de 2013, sendo as medidas de oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}), pH, temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$), condutividade elétrica ($\mu\text{S/cm}$) e turbidez (NTU) obtidas com auxílio da sonda multiparâmetro Horiba U-50.

Para o estudo taxonômico da comunidade fitoplanctônica, o material foi concentrado através do arrasto horizontal da rede de plâncton com malha de $25\ \mu\text{m}$ de abertura à superfície da coluna d'água, preservado em solução *Transeau* na proporção de 1:1 (Bicudo & Menezes,

2006) e depositado no Herbário da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – (UNOP Algae) *Campus* de Cascavel. Paralelamente, foram coletadas amostras de água diretamente com frascos na subsuperfície da água e fixadas com solução de Lugol acético a 1%, com o objetivo de auxiliar no estudo da estrutura da comunidade fitoplanctônica.

Metodologia de laboratório

As análises químicas das amostras de água - nitrogênio orgânico – N_{org} ($mg.L^{-1}$), sólidos totais dissolvidos (STD), amônio – NH_4^+ ($mg.L^{-1}$), nitrato – NO_3^- ($mg.L^{-1}$), fósforo total dissolvido – PDT ($mg.L^{-1}$), ortofosfato – PO_4^{3-} ($mg.L^{-1}$) e clorofila-a - foram realizados no Laboratório de Limnologia do Grupo de Pesquisas em Recursos Pesqueiros e Limnologia (GERPEL), da UNIOESTE, *Campus* Toledo, conforme metodologia descrita no American Public Health Association (2005).

O estudo qualitativo do fitoplâncton foi realizado em fotomicroscópio Olympus CX41, acoplado de câmera fotográfica Olympus SC30, e a morfometria dos táxons realizada em aumento de 400 e 1000x. O sistema de classificação adotado em nível de classe foi o de Round (1965, 1971) proposto por Bicudo & Menezes (2006), com exceção da classe Cyanobacteria, onde adotou-se Komárek & Anagnostidis (1989, 1998, 2005) e da classe Diatomae, onde adotou-se Cavalier-Smith (1998) e Round et al., (1990).

Para a compreensão da estrutura da comunidade fitoplanctônica foram considerados os atributos: riqueza de espécies (número de táxons por amostra quantitativa), densidade ($ind.mL^{-1}$), diversidade ($bits.ind.^{-1}$) e equitabilidade (E).

A análise quantitativa do fitoplâncton foi estimada segundo a metodologia descrita por Utermöhl (1958), com análise das amostras em microscópio invertido Olympus, modelo CKX41. 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 utilizada (Margalef, 1983). A contagem foi realizada em transectos aleatórios e o limite de contagem foi estabelecido pela curva de rarefação de espécies, sendo que os indivíduos foram contados na forma em que ocorrem na natureza: células, colônias, cenóbios ou filamentos. O cálculo da densidade fitoplanctônica foi realizado conforme a American Public Health Association (2005) e os resultados foram expressos em indivíduos por mililitros ($ind.mL^{-1}$).

Tratamento estatístico dos dados

As variáveis abióticas foram avaliadas quanto ao padrão de distribuição dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilk e quanto a homogeneidade das variâncias pelo teste F. As variáveis que se apresentaram em acordo com tais pressupostos foram comparadas entre as

estações por meio do teste t para amostras independentes. As demais variáveis foram analisadas por meio do teste não paramétrico de Mann-Whitney - U.

Em paralelo, variáveis abióticas foram sintetizadas utilizando-se a Análise de Componentes Principais (PCA), sendo os eixos significativos selecionados de acordo com o critério de Broken Stick (Jackson, 1993).

Os índices referentes à estrutura da comunidade fitoplanctônica foram calculados a partir dos dados obtidos na análise quantitativa. Para o cálculo da diversidade de espécies (H'), foi utilizado o índice de Shannon-Wiener (Shannon & Wiever, 1963) e a equitabilidade (J) foi avaliada de acordo com Pielou (1966). A riqueza específica foi representada como o número total de táxons encontrado por amostra quantitativa.

A similaridade entre as estações de coleta ao longo dos meses foi avaliada segundo a análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica, utilizando o método de aglomeração *Unweighted pair-group average* (UPGA) e medida de dissimilaridade de Manhattan. A explicabilidade dos agrupamentos foi avaliada pelo cálculo do coeficiente de correlação cofenético.

Para estimar a diversidade específica e a equitabilidade foi utilizado o programa estatístico PC-Ord versão 5.31; para realizar a Análise de Componentes Principais - PCA e a análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica foi utilizado o XLSTAT versão 2012.1.01, para estimar o coeficiente de correlação cofenético foi utilizado o programa estatístico *Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis - Past* versão 2.14 e para realizar o teste t e teste de Mann-Whitney-U foi utilizado o programa Statistica 7.0.

Resultados

O menor valor de precipitação (Fig. 2) ocorreu em novembro de 2012 (9,8 mm) e o maior valor em julho de 2013 (94,80mm).

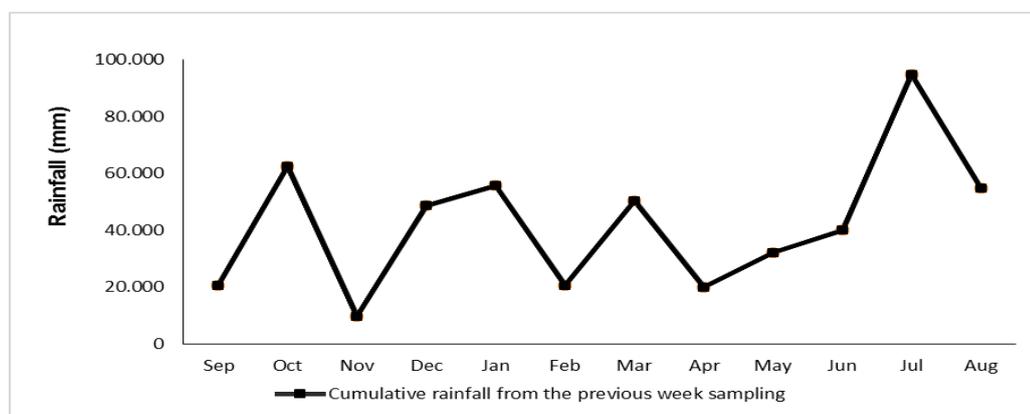


Fig. 2 Variação acumulada da precipitação semanal (7 dias anteriores a coleta) registrada entre setembro de 2012 e agosto de 2013

Analisando a variação dos dados físicos e químicos entre os riachos amostrados, observou-se tendências de aumento da área menos preservada para a área mais preservada das variáveis condutividade, turbidez, nitrogênio orgânico, amônio e nitrato e, diminuição das variáveis pH, oxigênio dissolvido e temperatura da água. A avaliação estatística das tendências observadas apresentou *p* significativo somente para a variável condutividade (Tab.1), sendo as demais não significativas.

A estação 1 apresentou menor valor de temperatura em agosto de 2013 (14,7°C) e maior valor em dezembro de 2012 (23,69). O pH se manteve próximo da neutralidade, tendendo à acidez em todos os meses de amostragem, com valores mais ácidos no mês de fevereiro (4,25) e próximo à neutralidade em dezembro (6,61). Os maiores valores de OD foram registrados no inverno (16,1 mg/L⁻¹ em maio de 2013) e os menores, no início do verão (0,17 mg/L⁻¹ em outubro de 2012). Em geral, a estação 1 apresentou valores mais elevados nas médias de turbidez, nitrogênio orgânico, amônio e nitrato.

A estação 2 apresentou menor valor para a temperatura em agosto de 2013 (13,4°C) e maior valor em dezembro de 2013 (25,3°C). Os valores de pH tenderam à acidez (4,25) nos meses mais quentes e se apresentaram alcalinos (8,10) nos meses mais frios. As concentrações de oxigênio dissolvido foram mais elevadas no período do inverno (22,89 mg/L⁻¹ em junho de 2013) e menores no início do verão (0,09 mg/L⁻¹ em outubro de 2012). Comparando com a estação 1, a estação 2 apresentou menores valores nas médias das variáveis turbidez, nitrogênio orgânico, amônio e nitrato, embora estes valores não sejam significativos (Tab.1).

Tab. 1 Estatísticas descritivas (Média e DP) de variáveis físicas e químicas nos riachos Apepu e Tenente João Gualberto Gualberto no período entre setembro de 2012 e agosto de 2013. P-valor dos testes t para amostras independentes e teste Mann-Whitney-U*

Parâmetros	Estação 1		Estação 2		p
	Média	DP	Média	DP	
Prof. *	0,23	0,07	0,21	0,03	0,35
T°C água *	20,10	3,29	20,54	3,93	0,47
Cond.(µS.cm ⁻¹)	0,03	0,01	0,02	0,01	0,00
pH	5,85	0,70	6,34	0,88	0,14
Turbidez	7,18	3,79	4,56	4,15	0,12
OD (mg/L ⁻¹)	6,85	4,99	7,61	6,99	0,76
Sat. OD (%)	75,62	53,84	82,63	72,13	0,79
N _{org} (mg/L ⁻¹) *	0,23	0,23	0,21	0,18	0,82

NH ₄ ⁺ (mg.L ⁻¹) *	0,28	0,32	0,20	0,13	0,95
NO ₃ ⁻ (mg.L ⁻¹) *	0,17	0,09	0,16	0,11	0,20
PDT (mg.L ⁻¹)*	0,01	0,00	0,01	0,01	0,48
PO ₄ ⁻ (mg.L ⁻¹)*	0,01	0,00	0,01	0,01	0,49
Cl-a (µg/L ⁻¹) *	0,50	0,41	0,32	0,35	0,32

Profundidade (Prof.); Temperatura da água (T°C água); condutividade elétrica – Cond. (µS.cm⁻¹); potencial hidrogênico (pH); Turbidez; oxigênio dissolvido - OD (mg.L⁻¹); saturação de oxigênio dissolvido - Sat. OD (%); nitrogênio orgânico- N_{org} (mg/L⁻¹); amônio - NH₄⁺ (mg.L⁻¹); nitrato - NO₃⁻ (mg.L⁻¹); fósforo total dissolvido - PDT (mg.L⁻¹); ortofosfato - PO₄⁻ (mg.L⁻¹); clorofila-a - Clo-a (µg/L⁻¹)

Os dois primeiros eixos produzidos pela PCA foram explicativos, com autovalores iguais a 3,24 e 1,52 para o eixo 1 e 2 respectivamente e, juntos, explicaram 59,56% da variabilidade dos dados nos riachos amostrados (Fig. 4). A dispersão dos escores dos locais e períodos amostrados evidenciou um gradiente temporal, com separação, no diagrama, dos períodos seco e chuvoso. De uma forma geral, os pontos amostrados foram muito semelhantes ao longo dos meses, com exceção do mês de outubro, caracterizado por apresentar baixos valores de pH e oxigênio dissolvido, o que pode estar relacionado com o maior consumo de oxigênio na transformação das formas nitrogenadas em nitrato, que apresentou elevada correlação com este mês no diagrama. O primeiro eixo da PCA, que explicou 40,56 % da variabilidade dos dados, separou os locais de acordo com a sua variação temporal. As amostragens referentes ao período chuvoso (janeiro, fevereiro, março, outubro e novembro) posicionaram-se no lado direito do diagrama e foram influenciadas positivamente pelo Fósforo total dissolvido –PTD (0,65) e temperatura da água (0,83), associados com o maior carreamento de nutrientes neste período. As amostragens referentes ao período seco (junho, julho e agosto) posicionaram-se no lado esquerdo do diagrama e foram influenciadas negativamente pelo pH (-0,72), oxigênio dissolvido (-0,74) e amônio (-0,70), estando relacionados à menor volatilização de OD, devido às temperaturas mais baixas nestes meses. Já o segundo eixo da PCA explicou 19,00 % da variabilidade dos dados e ordenou no lado positivo do diagrama as amostragens influenciadas pelos valores de N_{org} (0,64) e nitrato (0,74) ocorridos, principalmente, no mês de setembro e a baixa contribuição destas variáveis nos meses de abril e dezembro. No lado negativo do diagrama, ficaram as variáveis influenciadas pela precipitação semanal (-0,45).

Tab. 2 Relação dos táxons fitoplanctônicos registrados nos riachos amostrados, no período de setembro de 2012 a agosto de 2013

ZYGNEMAPHYCEAE	Estação 1	Estação 2
<i>Actinotaenium cucurbitinum</i> (Bisset) Teiling	-	X
<i>A. cucurbitinum</i> (Bisset) Teiling f. <i>minutum</i> (Prescott) Teiling	-	X
<i>A. globosum</i> (Bulnheim) Förster ex Compère f. <i>minus</i> (Boldt) Förster ex Compère	X	-
<i>A. perminutum</i> (West) Teiling	-	X
<i>A. wollei</i> (West & West) Teiling	X	X
<i>Bambusina brebissonii</i> Kützing ex Kützing	X	X
<i>Closterium acutum</i> Brébisson	X	X
<i>C. archerianum</i> Cleve	X	-
<i>C. baillyanum</i> (Brébisson ex Ralfs) Brébisson	X	X
<i>C. closteroides</i> (Ralfs) Louis & Peeters var. <i>closteroides</i>	X	X
<i>C. closteroides</i> (Ralfs) Louis & Peeters var. <i>intermedium</i> (Roy & Bisset) West	X	X
<i>C. cynthia</i> De Notaris	X	X
<i>C. diana</i> Ehrenberg	X	X
<i>C. ehrenbergii</i> Meneghini ex Ralfs	X	X
<i>C. gracile</i> Brébisson ex Ralfs var. <i>Gracile</i>	-	X
<i>C. jenneri</i> Ralfs	X	X
<i>C. kuetzingii</i> Brébisson	X	X
<i>C. lineatum</i> Ehrenberg ex Ralfs	-	X
<i>C. lunula</i> Ehrenberg & Hemprich ex Ralfs var. <i>lunula</i>	X	X
<i>C. macilentum</i> Brébisson	-	X
<i>C. malmei</i> Borge var. <i>semicircularis</i> Borge	-	X
<i>C. moniliferum</i> (Bory) Ehrenberg var. <i>concauum</i> Klebs	X	X
<i>C. moniliferum</i> (Bory) Ehrenberg var. <i>moniliferum</i>	X	X
<i>C. navicula</i> (Brébisson) Lütkem var. <i>crassum</i> (West & West) Grönblad	-	X
<i>C. navicula</i> (Brébisson) Lütkem var. <i>navicula</i>	X	X
<i>C. porrectum</i> Nordstedt	-	X
<i>C. pseudolunula</i> Borge	X	-
<i>C. rostratum</i> Ehrenberg	X	X
<i>C. setaceum</i> Ehrenberg	X	X
<i>Closterium</i> sp. 1	-	X
<i>Closterium</i> sp. 2	-	X
<i>Closterium</i> sp. 3	X	-
<i>C. strigosum</i> Brébisson var. <i>elegans</i> (West) Krieger	X	X
<i>C. toxon</i> West	X	-
<i>C. tumidum</i> Johnson	X	X
<i>C. turgidum</i> Ehrenberg ex Ralfs var. <i>giganteum</i> Nordstedt	X	-
<i>C. turgidum</i> Ehrenberg ex Ralfs var. <i>turgidum</i>	-	X
<i>C. ralfsii</i> Brébisson	X	X
<i>Cosmarium binum</i> Nordstedt	X	X
<i>C. bioculatum</i> Brébisson	-	X
<i>C. contractum</i> Kirchner	-	X
<i>C. denticulatum</i> Borge	X	X
<i>C. formosulum</i> Hoffmann	X	X
<i>C. granatum</i> Brébisson	X	X

<i>C. isthmochondrum</i> Nordstedt	X	X
<i>C. lagoense</i> (Nordstedt) Nordstedt var. <i>amoebum</i> Förster & Eckert	-	X
<i>C. longicylindricum</i> Scott & Grönblad	-	X
<i>C. margaritatum</i> (Lundell) Roy & Bisset	X	X
<i>C. moniliforme</i> (Turpin) Ralfs	X	X
<i>C. ordinatum</i> (Börgeesen) West & West var. <i>borgei</i> Scott & Grönblad	X	-
<i>C. ordinatum</i> (Börgeesen) West & West var. <i>depressum</i> West & West	-	X
<i>C. ordinatum</i> (Börgeesen) West & West var. <i>ordinatum</i>	X	X
<i>C. ornatum</i> Ralfs ex Ralfs	X	X
<i>C. pachydermum</i> Lundell var. <i>pachydermum</i>	X	X
<i>C. pachydermum</i> Lundell var. <i>pachydermum</i> f. <i>parvum</i> Croasdale	X	-
<i>C. pachydermum</i> Lundell var. <i>pusillum</i> Irénée-Marie	X	X
<i>C. protractum</i> (Nägeli) De Bary	X	X
<i>C. pseudoconatum</i> Nordstedt	X	X
<i>C. pseudopyramidatum</i> Lundell var. <i>pseudopyramidatum</i>	-	X
<i>C. pseudopyramidatum</i> Lundell var. <i>lentiferum</i> Taylor	-	X
<i>C. pseudoretusum</i> Ducellier var. <i>africanum</i> (Fritsch) Willi Krieger & Gerloff	-	X
<i>C. punctulatum</i> Brébisson	X	X
<i>C. quadrum</i> Lundell var. <i>minus</i> Nordstedt	X	X
<i>C. quadrum</i> Lundell var. <i>sublatum</i> (Nordstedt) West & West	X	-
<i>C. regnellii</i> Wille var. <i>minimum</i> Eichler & Gutwinski	-	X
<i>C. regnellii</i> Wille var. <i>regnellii</i>	-	X
<i>C. regnesii</i> Reinsch	-	X
<i>C. reniforme</i> (Ralfs) Archer var. <i>alaskanum</i> Croasdale	-	X
<i>C. reniforme</i> (Ralfs) Archer var. <i>compressum</i> Nordstedt	X	-
<i>C. reniforme</i> (Ralfs) Archer var. <i>reniforme</i> f. <i>reniforme</i>	X	X
<i>C. securiforme</i> Borge var. <i>brasiliense</i> Grönblad	-	X
<i>Cosmarium</i> sp. 1	-	X
<i>Cosmarium</i> sp. 2	-	X
<i>Cosmarium</i> sp. 3	-	X
<i>Cosmarium</i> sp. 4	-	X
<i>C. speciosum</i> Lundell var. <i>simplex</i> Nordstedt	X	-
<i>C. speciosum</i> Lundell var. <i>speciosum</i>	X	-
<i>C. subhammeri</i> Rich	X	X
<i>C. subspeciosum</i> Nordstedt	X	X
<i>C. subtumidum</i> var. <i>groenbladii</i> Croasdale	X	-
<i>C. trilobatum</i> Reinsch var. <i>abscissum</i> (Schmidle) Krieger & Gerloff	X	X
<i>Cylindrocystis brebissonii</i> (Ralfs) De Bary	-	X
<i>C. crassa</i> De Bary	X	-
<i>Desmidium Baileyi</i> (Ralfs) Nordstedt	X	X
<i>D. cylindricum</i> Greville	-	X
<i>D. grevillei</i> (Kützing ex Ralfs) De Bary	X	X
<i>D. swartzii</i> Agardh ex Ralfs	X	X
<i>Euastrum abruptum</i> Nordstedt var. <i>abruptum</i>	X	-
<i>E. abruptum</i> Nordstedt var. <i>retangulare</i> Prescott	X	-
<i>E. ansatum</i> Ehrenberg ex Ralfs	X	X
<i>E. binale</i> (Turpin) Ehrenberg ex Ralfs var. <i>gutwinskii</i> (Schmidle) Krieger	-	X
<i>E. denticulatum</i> Gay var. <i>angusticeps</i> Grönblad	X	X

<i>E. denticulatum</i> Gay var. <i>denticulatum</i>	-	X
<i>E. didelta</i> Turpin ex Ralfs var. <i>quadriceps</i> (Nordstedt) Willi Krieger	-	X
<i>E. dubium</i> Nägeli var. <i>scorbiculatum</i> (Luetkemüller) Krieger	X	X
<i>E. elegans</i> (Brébisson) Kützing ex Ralfs var. <i>brasiliense</i> Gröenblad	-	X
<i>E. evolutum</i> (Nordstedt) West & West	-	X
<i>E. fissum</i> West & West var. <i>brasiliense</i> (Borge) Willi Krieger	-	X
<i>E. insulare</i> (Wittrock) Roy var. <i>silesiacum</i> (Gröenblad) f. <i>minus</i> Precott & Scott	X	X
<i>E. insulare</i> (Wittrock) Roy var. <i>insulare</i>	-	X
<i>E. insulare</i> (Wittrock) Roy var. <i>silecicacum</i> (Gröenblad)	-	X
<i>E. laponicum</i> Schmidle var. <i>laponicum</i> f. <i>laeve</i> prescott	-	X
<i>E. mononcyllum</i> (Nordstedt) Raciborski var. <i>borgei</i> Gröenblad	X	-
<i>Euastrum</i> sp. 1	-	X
<i>E. sublobatum</i> Brébisson ex Ralfs var. <i>obtusatum</i> (Gutwinski) Willi Krieger	-	X
<i>E. turneri</i> West f. <i>poriferum</i> Scott & Prescott	-	X
<i>E. umbonatum</i> West	-	X
<i>E. validum</i> West & West	-	X
<i>Gonatozygon aculeatum</i> Hasting var. <i>aculeatum</i>	-	X
<i>G.aculeatum</i> Hasting var. <i>gracile</i> Gröenblad	-	X
<i>G.brebissonii</i> De Bary	-	X
<i>G.kinahani</i> (Archer) Rabenhorst	X	X
<i>G. pilosum</i> Wolle	-	X
<i>Haplotenium minutum</i> (Ralfs) Delponde var. <i>cylindricum</i> (Borge) Willi Krieger	-	X
<i>Hyalotheca dissiliens</i> Brébisson ex Ralfs	-	X
<i>H. mucosa</i> Ralfs	X	X
<i>Micrasterias abrupta</i> West & West	X	X
<i>M. borgei</i> Krieger var. <i>multidentata</i> Willi Krieger	-	X
<i>M. furcata</i> Agardh ex Ralfs	X	X
<i>M. laticeps</i> Nordstedt var. <i>acuminada</i> Willi Krieger	X	-
<i>M. laticeps</i> Nordstedt var. <i>laticeps</i>	X	-
<i>M. mahabuleshwarensis</i> Hobson	-	X
<i>M. radiosa</i> Ralfs var. <i>ornata</i> Nordstedt f. <i>aculeata</i> (Willi Krieger) Croasdale	-	X
<i>M. radiosa</i> Ralfs var. <i>ornata</i> Nordstedt f. <i>ornata</i>	-	X
<i>M. rotata</i> Ralfs	X	-
<i>Octacanthium mucronulatum</i> (Nordstedt) Compère	-	X
<i>Onychonema laeve</i> Nordstedt var. <i>laeve</i>	-	X
<i>O. laeve</i> Nordstedt var. <i>latum</i> West & West	-	X
<i>Pleurotaenium coronatum</i> (Brébisson) Rabenhorst var. <i>nodulosum</i> (Brébisson) West	-	X
<i>Pleurotaenium nodosum</i> (Bailey) Lundell var. <i>borgei</i> (Gröenblad) Willi Krieger	-	X
<i>P. trabecula</i> (Ehrenberg) ex Nägeli var. <i>trabécula</i>	X	X
<i>Spirotaenia condensata</i> Brébisson	-	X
<i>Spondylosium planum</i> (Wolle) West & West	X	X
<i>S. pulchrum</i> (Bailey) Archer	X	X
<i>Spyrogira</i> sp.	-	X
<i>Staurastrum astroideum</i> West & West	-	X
<i>S. brasiliense</i> Nordstedt var. <i>porrectum</i> Borge	-	X
<i>S. denticulatum</i> (Nägeli) Archer	X	-
<i>S. dilatatum</i> (Ehrenberg) Ralfs	X	X
<i>S. gladiusum</i> Turner	X	X

<i>S. gracile</i> Ralfs ex Ralfs	-	X
<i>S. hantzchii</i> Reinsch	X	-
<i>S. inaequale</i> Nordstedt	-	X
<i>S. laeve</i> Ralfs var. <i>latidivergens</i> Scott & Gröenblad	X	X
<i>S. leptocladum</i> Johnson var. <i>elegans</i> West	X	-
<i>S. margaritaceum</i> (Ehrenberg) Ralfs	X	X
<i>S. minesotense</i> Wolle	-	X
<i>S. orbiculare</i> (Ehrnberg) Ralfs	X	X
<i>S. orbiculare</i> (Ehrnberg) Ralfs var. <i>denticulatum</i> Nordstedt	-	X
<i>S. punctulatum</i> (Brébisson) Ralfs var. <i>punctulatum</i>	-	X
<i>S. quadrangulare</i> Brébisson ex Ralfs var. <i>attenuatum</i> Nordstedt	-	X
<i>S. quadrangulare</i> Brébisson ex Ralfs var. <i>longispinum</i> Børgesen	-	X
<i>S. rotula</i> Nordstedt	X	X
<i>Staurastrum</i> sp. 1	X	X
<i>Staurastrum</i> sp. 2	-	X
<i>Staurastrum</i> sp. 3	-	X
<i>S. trifidum</i> Nordstedt	-	X
<i>Stauridium tetras</i> (Ehrenberg) Hegewald	-	X
<i>Stauroidesmus connatus</i> (Lundell) Thomasson	X	X
<i>S. convergens</i> (Ehrenberg) Teiling var. <i>pumilus</i> (Nordstedt) Teiling	-	X
<i>S. cuspidatus</i> (Brébisson) Teiling	-	X
<i>S. lobatus</i> (Børgesen) Bourrelly var. <i>ellipticus</i> (Rich) Teiling	-	X
<i>S. mucronatus</i> (Ralfs) Croasdale var. <i>groenbladii</i> Teiling	-	X
<i>S. pachyrhynchus</i> (Nordstedt) Teiling	-	X
<i>Teilingia granulata</i> (Roy & Bisset) Bourrelly	X	X
<i>Tetmemorus brebissonii</i> Ralfs	-	X
<i>Xanthidium trilobum</i> Nordstedt	-	X

DIATOMEAE	Estação 1	Estação 2
<i>Amphipleura lindheimeri</i> Grunow	X	-
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	X	-
<i>A. herzogii</i> (Lemmermann) Simonsen	X	X
<i>A. pusilla</i> (Meister) Tuji & Houk	-	X
<i>Brachysira brebissonii</i> Ross	-	X
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) Van Heurck	X	-
<i>Craticula acidoclinata</i> Lange-Bertalot & Metzeltin	X	-
<i>Cymbopleura naviculiformis</i> (Auerswald ex Heiberg) Krammer	X	X
<i>Desmogonium ossiculum</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	X	X
<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve	X	X
<i>Encyonema neomesianum</i> Krammer	X	X
<i>E. silesiacum</i> (Bleisch) Mann	X	-
<i>Eunotia bidens</i> Ehrenberg	-	X
<i>E. bilunaris</i> (Ehrenberg) Mills	X	X
<i>E. camelus</i> Ehrenberg	X	X
<i>E. incisa</i> Smith ex Gregory	X	-
<i>E. metamonomum</i> Lange-Bertalot	X	X
<i>E. zygodon</i> Ehrenberg	-	X
<i>Frustulia crassinervia</i> (Brébisson) Lange-Bertalot & Krammer	X	X

<i>F. saxonica</i> Rabenhorst	X	X
<i>F. vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	X	X
<i>Gomphonema gracilis</i> Ehrenberg	X	X
<i>G. guaraniarum</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	X	-
<i>G. lagenula</i> Kützing	X	X
<i>G. parvulum</i> (Kützing) Kützing	X	X
<i>G. rochense</i> Metzeltin, Lange-Bertalot & García-Rodríguez	X	-
<i>G. subtile</i> Ehrenberg	-	X
<i>G. turris</i> Ehrenberg	X	-
<i>Gyrosigma nodiferum</i> (Grunow) Reimer	X	-
<i>G. obtusatum</i> (Sullivant e Wormley) Boyer	X	X
<i>Luticola dismutica</i> (Hustedt) Mann	X	-
<i>Melosira varians</i> Agardh	X	-
<i>Navicula amphiceropsis</i> Lange-Bertalot & Rumrich	X	-
<i>N. cryptotenella</i> Lange-Bertalot	-	X
<i>Neidium affine</i> (Ehrenberg) Pfitzer	X	-
<i>N. amphigomphus</i> (Ehrenberg) Pfitzer	X	-
<i>Nitzschia lorenziana</i> Grunow	X	X
<i>N. palea</i> (Kützing) Smith	X	X
<i>N. linearis</i> Smith	-	X
<i>N. sigma</i> (Kützing) Smith	-	X
<i>Orthoseira roseana</i> (Rabenhorst) O'Meara	X	-
<i>O. dendroteres</i> (Ehrenberg) Crawford, Haw. & Kelly	X	-
<i>Pinnularia acrosphaeria</i> Smith	X	-
<i>P. divergens</i> Smith var. <i>undulata</i> Peragallo & Héribaud-Joseph	X	X
<i>P. divergens</i> Smith var. <i>ignorata</i> Krammer	X	-
<i>P. divergens</i> Smith var. <i>malayensis</i> Hustedt	X	-
<i>P. divergens</i> Smith var. <i>media</i> Krammer	X	-
<i>P. divergens</i> Smith var. <i>sublinearis</i> Cleve	X	-
<i>P. flamma</i> (Schmidt) Cleve	X	-
<i>P. gibba</i> Ehrenberg var. <i>subundulata</i> (Mayer) Frenguelli	X	-
<i>P. gracilioides</i> Hustedt var. <i>triundulata</i> (Fontell) Krammer	X	-
<i>P. hudsonii</i> Metzeltin, Lange-Bertalot & García-Rodríguez	X	-
<i>P. roland-schimidtii</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	X	X
<i>P. subcapitata</i> Gregory var. <i>subcapitata</i>	-	X
<i>P. subcapitata</i> Gregory var. <i>semicrucata</i> Metzeltin & Krammer	-	X
<i>P. subflamma</i> Metzeltin & Krammer	X	X
<i>Pinnularia subgibba</i> Krammer	X	X
<i>P. viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg	X	X
<i>Sellaphora laevis</i> (Kützing) Mann	-	X
<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg	X	X
<i>S. phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg	X	X
<i>Stenopterobia delicatissima</i> (Lewis) Brébisson ex Van Heurck	X	X
<i>Stenopterobia</i> sp.	X	-
<i>Surirella guatemalensis</i> Ehrenberg	X	-
<i>S. linearis</i> Smith var. <i>constricta</i> Grunow	X	X
<i>S. tenera</i> Gregory	X	X
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	X	X

EUGLENOPHYCEAE	Estação 1	Estação 2
<i>Euglena acus</i> Ehrenberg	X	X
<i>E. allorgei</i> Deflandre	X	-
<i>E. oxyuris</i> Schmarda	X	X
<i>E. polymorpha</i> Dangeard	X	X
<i>Euglena</i> sp. 1	X	X
<i>Euglena</i> sp. 2	X	-
<i>Euglena</i> sp. 3	X	X
<i>E. spirogyra</i> Ehrenberg	X	-
<i>Lepocinclis fusiformis</i> (Carter) Lemmermann emend. Conrad var. <i>fusiformis</i>	X	X
<i>L. ovum</i> (Ehrenberg) Lemmerman var. <i>ovum</i>	-	X
<i>L. ovum</i> (Ehrenberg) Lemmermann var. <i>dimidio-minor</i> Deflandre	X	X
<i>L. salina</i> Fritsch var. <i>salina</i>	X	X
<i>Phacus horridus</i> Pochmann	X	X
<i>P. lefevrei</i> Bourrelly	X	X
<i>P. longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin var. <i>tortus</i> Lemmermann	X	X
<i>P. longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin var. <i>longicauda</i>	X	X
<i>P. longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin var. <i>insecta</i> Koczwara	X	X
<i>P. onyx</i> Pochmann	-	X
<i>Phacus</i> sp. 1	X	X
<i>Phacus</i> sp. 2	-	X
<i>Phacus</i> sp. 3	X	X
<i>Phacus</i> sp. 4	X	-
<i>P. suecicus</i> Lemmerman	X	X
<i>Strombomonas</i> sp. 1	X	-
<i>Strombomonas</i> sp. 2	X	-
<i>Trachelomonas abrupta</i> (Swirenko) Deflandre var. <i>arcuata</i> (Playfair) Deflandre	-	X
<i>T. canthophora</i> Stokes var. <i>speciosa</i> Balech & Dastuguei	-	X
<i>T. armata</i> (Ehrenberg) Stein var. <i>armata</i> f. <i>inevoluta</i> Deflandre	X	X
<i>T. armata</i> (Ehrenberg) Stein var. <i>longispina</i> Playfair emend. Deflandre	X	X
<i>T. armata</i> (Ehrenberg) Stein var. <i>steinii</i> Lemmermann emend. Deflandre emend. C. Bicudo & De-Lamonica-Freire	X	X
<i>T. cervicula</i> Stokes	X	X
<i>T. conica</i> Playfair	X	X
<i>T. curta</i> Cunha emend. Deflandre var. <i>curta</i>	X	-
<i>T. curta</i> Cunha emend. Deflandre var. <i>minima</i> Tell & Zal.	-	X
<i>Trachelomonas cylindrica</i> (Ehrenberg) Playfair	-	X
<i>T. dangeardi</i> var. <i>glabra</i> (Playfair) Deflandre	-	X
<i>T. decora</i> Deflandre	-	X
<i>T. gracillima</i> Balech & Dastuguei	-	X
<i>T. hexangulata</i> Swirenko	-	X
<i>T. hispida</i> (Perty) Stein emend. Deflandre var. <i>coronata</i> Lemmermann	-	X
<i>T. hispida</i> (Perty) Stein emend. Deflandre var. <i>duplex</i> Deflandre	-	X
<i>T. hispida</i> (Perty) Stein emend. Deflandre var. <i>Hispida</i>	X	X
<i>T. hispida</i> (Perty) Stein emend. Deflandre var. <i>hispida</i> f. <i>minor</i>	X	X
<i>T. intermedia</i> Dangeard var. <i>intermedia</i>	X	X
<i>T. intermedia</i> Dangeard var. <i>minor</i> Tell	-	X

<i>T. kellogii</i> Skvortzov emend. Deflandre	X	X
<i>T. lacustris</i> Drezepolski	X	X
<i>T. oblonga</i> Lemmermann var. <i>truncata</i> Lemmermann	-	X
<i>T. pulcherrima</i> Playfair var. <i>minor</i> Playfair	X	X
<i>T. pulcherrima</i> Playfair var. <i>pulcherrima</i>	-	X
<i>T. reticollis</i> (Playfair) Deflandre	X	X
<i>T. robusta</i> Swirenko emend. Deflandre	X	X
<i>T. sculpta</i> Balech	X	X
<i>T. stokesi</i> Drezepolski emend. Deflandre	-	X
<i>T. varians</i> Deflandre	X	X
<i>T. volvocina</i> Ehrenberg	X	X
<i>T. volvocinopsis</i> Swirenko	X	X

CHLOROPHYCEAE	Estação 1	Estação 2
<i>Ankistrodesmus bernardii</i> Komárek	X	X
<i>A. bibraianus</i> (Reinsch) Korshikov	X	X
<i>A. falcatus</i> (Corda) Ralfs	X	X
<i>A. gracilis</i> (Reisch) Korsikov	X	X
<i>A. spiralis</i> (Turner) Lemmermann	-	X
<i>Binuclearia tectorum</i> (Kützing) Beger	X	X
<i>Botryococcus braunii</i> Kützing	X	X
<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris	-	X
<i>C. indicum</i> Turner	X	X
<i>C. polychordum</i> (Korshikov) Hindák	X	-
<i>C. proboscideum</i> Bohlin	X	-
<i>C. pulchrum</i> Schmidle var. <i>pulchrum</i>	X	X
<i>C. reticulatum</i> (Dangeard) Senn	X	X
<i>C. pulchrum</i> Schmidle var. <i>cruciatum</i> (Kammerer) Komárek	-	X
<i>Coenochloris</i> sp. 1	X	X
<i>Crucigeniella pulchra</i> (West & West) Komárek	X	-
<i>Desmodesmus armatus</i> (Chodat) Hegewald var. <i>bicaudatus</i> (Guglielmetti) Hegewald	X	X
<i>D. communis</i> (Hegewald) Hegewald	X	X
<i>D. denticulatus</i> (Lagerheim)	-	X
<i>D. maximus</i> (West & West) Hegewald	X	X
<i>D. opoliensis</i> (Richter) Hegewald	X	X
<i>Dictiosphaerium</i> sp. 1	X	X
<i>Dimorphococcus cordatus</i> Wolle	-	X
<i>Eutetramorus fottii</i> (Hindák) Komárek	X	X
<i>Golenkinia radiata</i> Chodat	-	X
<i>Kirchneriella contorta</i> (Schmidle) Bohlin var. <i>elongata</i> (Smith) Komárek	X	-
<i>K. diana</i> (Bohlin) Comas	X	X
<i>K. lunaris</i> (Kirchner) Möbius	X	X
<i>K. obesa</i> (West) West & West	-	X
<i>Mougeotia</i> sp. 1	-	X
<i>Nephrocytium lunatum</i> West	X	X
<i>Oocystis borgei</i> Snow	-	X
<i>Pediastrum argentinense</i> Bourrelly & Tell	X	X
<i>P. duplex</i> Meyen var. <i>gracillimum</i> West & West	X	-

<i>P. obtusum</i> Lucks	-	X
<i>Physolinum monilia</i> (De Wildeman) Printz	X	-
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i> Smith	-	X
<i>Radiococcus planctonicus</i> (West & West) Lund	X	X
<i>Radiococcus</i> sp. 1	X	X
<i>Roya obtusa</i> (Brébisson) West e West	-	X
<i>Scenedesmus acunae</i> Comas	-	X
<i>S. arcuatus</i> (Lemmermann) Lemmermann var. <i>platydiscus</i> Smith	X	-
<i>S. disciformis</i> (Chodat) Fott e Komárek	X	-
<i>S. obliquus</i> (Turpin) Kützing var. <i>dimorphus</i> (Turpin) Hansgirg	-	X
<i>S. ovalternus</i> Chodat	-	X
<i>S. serratus</i> (Corda) Bohlin	X	X
<i>Sorastrum americanum</i> (Bohlin) Schmidle var. <i>americanum</i>	X	X
<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chodat	X	X
<i>Westella botryoides</i> (West) De Wildeman	X	X

	CYANOBACTERIA	
	Estação 1	Estação 2
<i>Baccharia</i> sp.	-	X
<i>Chroococcus</i> sp. 1	-	X
<i>Chroococcus</i> sp. 2	-	X
<i>Coelomorom</i> sp.	-	X
<i>Lyngbya</i> sp. 1	X	X
<i>Lyngbya</i> sp. 2	X	X
<i>Lyngbya</i> sp. 3	-	X
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	-	X
<i>M. elachista</i> (West & West) Starmach	X	X
<i>Phormidium</i> sp.	X	X
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmermann) Komárek	-	X
<i>P. mucicola</i> (Naumann e Huber-Pestalozzi) Bourrelly	-	X
<i>Spirulina</i> sp.	X	X

	CHRYSOPHYCEAE	
	Estação 1	Estação 2
<i>Chrysodidymus synuroides</i> Prowse	X	-
<i>Kephyron</i> sp.	X	-
<i>Mallomonas</i> sp. 1	X	X
<i>Mallomonas</i> sp. 2	X	X
<i>Synura</i> sp.	X	X

	DINOPHYCEAE	
	Estação 1	Estação 2
<i>Gymnodinium</i> sp. 1	X	X
<i>Gymnodinium</i> sp. 2	X	X
<i>Peridinium</i> sp. 1	X	X
<i>Peridinium</i> sp. 2	X	X

	CHLAMYDOPHYCEAE	
	Estação 1	Estação 2
<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg	X	X
<i>Pandorina morum</i> (Müller) Bory	X	X

Chlamydomonas sp.

x x

OEDOGONIOPHYCEAE		Estação 1	Estação 2
<i>Oedogonium</i> sp. 1		-	x
<i>Oedogonium</i> sp. 2		x	x
<i>Oedogonium</i> sp. 3		-	x
RHODOPHYCEAE		Estação 1	Estação 2
<i>Batracospermum</i> sp.		x	x
<i>Sirodotia delicatula</i> Skuja		x	x
CRYPTOPHYCEAE		Estação 1	Estação 2
<i>Cryptomonas</i> sp.		x	x

A comunidade fitoplanctônica esteve constituída por 236 táxons na estação 1 e por 303 táxons na estação 2. O número de espécies comuns aos dois riachos foi baixo (168 spp.), comparado ao número de espécies exclusivas (203 spp.), ou seja 54,7% do total (Tab. 4). Espécies encontradas exclusivamente no riacho Tenente João Gualberto foram mais numerosas (135 spp.), pertencentes principalmente às classes Zygnemaphyceae. No riacho Apepu encontrou-se 68 espécies exclusivas, pertencentes, principalmente à classe Diatomeae.

Tab. 3 Número de espécies, das diferentes classes fitoplanctônicas, comuns e exclusivas, dos riachos amostrados, no período de setembro de 2012 a agosto de 2013

Classes	Nº de espécies			
	Exclusivas estação 1	Exclusivas estação 2	Comuns	Total
Zygnemaphyceae	23	82	62	167
Diatomeae	28	11	28	67
Euglenophyceae	7	17	33	57
Chlorophyceae	8	15	26	49
Cyanophyceae	0	8	5	13
Chrysophyceae	2	0	3	5
Dinophyceae	0	0	4	4
Chlamydoephyceae	0	0	3	3
Oedogoiophyceae	0	2	1	3
Rhodophyceae	0	0	2	2
Cryptophyceae	0	0	1	1
Total	68	135	168	371

Os valores de densidade fitoplanctônica foram relativamente baixos em ambas as estações amostradas (Fig. 5), com média de 16 ind.mL⁻¹ na estação 1 e 46 ind.mL⁻¹ na estação 2.

O menor valor de densidade fitoplanctônica foi registrado no inverno, em junho de 2013 (5 ind.mL⁻¹) na estação 1 e o maior valor no início da primavera, em setembro de 2012 (91 ind.mL⁻¹) na estação 2, com destaque para as diatomáceas *Ulnaria ulna* e *Desmogonium ossiculum*.

Tanto na estação 1 quanto na 2, a densidade esteve representada principalmente por diatomáceas (42% e 46%, respectivamente) e Euglenophyceae (18% e 30%, respectivamente), sendo que Diatomeae foi a classe mais significativa para o período de menor precipitação (maio a setembro) e as espécies *Eunotia metamonodom*, *Navicula amphiceropsis* e *Ulnaria ulna* (Diatomeae) foram as mais abundantes neste período.

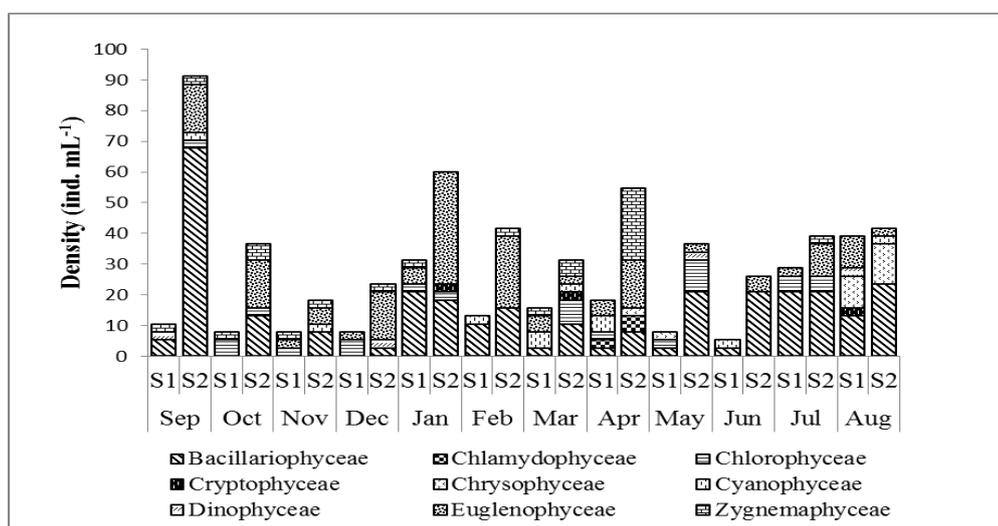


Fig. 4 Variação mensal da densidade fitoplanctônica do riacho Apepu (S1) e riacho Tenente João Gualberto (S2), no período de setembro de 2012 a agosto de 2013 (Sep-Setembro; Oct-Outubro; Nov-Novembro; Dec-Dezembro; Jan-Janeiro; Feb-Fevereiro; Mar-Março; Apr-Abril; May-Maio; Jun-Junho; Jul-Julho; Aug-Agosto)

Em relação ao índice da diversidade de Shannon (H'), foram observados valores mais baixos (Fig. 6a) na estação 1 (1,09 bits.ind), ocorridos nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2012 e junho de 2013. Já o maior valor deste atributo foi registrado em maio de 2013 (2,69 bits.ind³) na estação 2. Quanto à equitabilidade (Fig. 6b), as duas estações apresentaram valores elevados, indicando que as densidades das espécies se distribuíram homogeneamente em quase todo o período amostrado. O menor valor foi registrado na

estação 2 para o mês de dezembro de 2012 (0,88) e o maior valor, também para a estação 2, foi registrado no mês de março de 2013 (0,99).

A riqueza de espécies fitoplanctônicas nas estações 1 e 2 esteve constituída por 81 táxons, distribuídos em 9 classes taxonômicas (Fig. 6c). As diatomáceas foram as que mais contribuíram para a riqueza da estação 1 (37,5%) e as Euglenophyceae para a riqueza da estação 2 (36,10%). Os menores valores de riqueza foram encontrados na estação 1 em junho de 2013 (2 táxons), e os maiores valores na estação 2 em abril de 2013 (16 táxons). Embora a estação 2 tenha apresentado valores mais elevados de riqueza (63 táxons) que a estação 1 (38 táxons), nesta última os valores foram distribuídos de forma mais homogênea ao longo do período estudado.

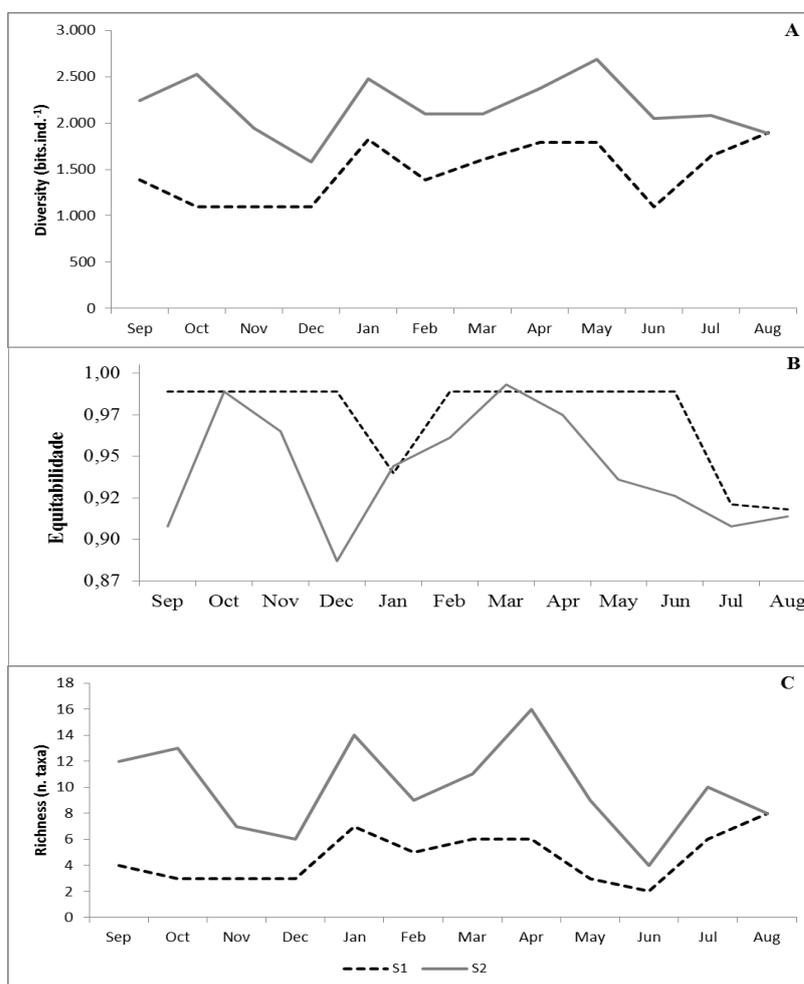


Fig. 5 Variação mensal da diversidade de Shannon (A) , equitabilidade (B) e riqueza (C) fitoplanctônica do riacho Apepu (S1) e riacho Tenente João Gualberto (S2), no período de setembro de 2012 a agosto de 2013 (Sep-Setembro; Oct-Outubro; Nov-Novembro; Dec-Dezembro; Jan-Janeiro; Feb-Fevereiro; Mar-Março; Apr-Abril; May-Maio; Jun-Junho; Jul-Julho; Aug-Agosto)

O agrupamento entre as estações de coleta e a composição da comunidade fitoplanctônica resultou na formação de sete grupos com separação espaço-temporal (Fig. 7), e valor cofenético de 0,93.

O grupo 1 (G1) reuniu a estação 1 em quase todos os meses amostrados, com exceção apenas do mês de agosto de 2013, o que indica uma maior estabilidade da comunidade fitoplanctônica nesta estação.

O agrupamento 2 (G2) separou o mês de agosto da estação 1, com os menores valores temperatura da água e sólidos totais dissolvidos. Mês caracterizado pela elevada densidade, com destaque para Diatomeae, Crisophyceae e Euglenophyceae.

A estação 2 foi separada em diversos agrupamentos diferentes, o que evidencia a instabilidade deste ambiente.

O grupo 3 (G3) isolou a estação 2 no mês de Janeiro de 2013, com elevados valores de precipitação e temperatura da água (24,07°C). Este mês foi caracterizado por apresentar a maior densidade de Euglenophyceae registrada (representada principalmente pelos gêneros *Euglena* e *Trachelomonas*).

Também com elevada ocorrência de Euglenophyceae (principalmente do gênero *Lepocinclis* e *Trachelomonas*), o quarto agrupamento (G4) separou o mês de Fevereiro de 2013 da estação 2. Mês caracterizado por valores elevados de temperatura da água, condutividade, nitrogênio orgânico, amônio, e maior acidez no pH.

O grupo 5 (G5) isolou o mês de abril da estação 2, com elevados valores de amônio e saturação de OD, e baixos valores de nitrogênio orgânico. Este mês foi representado principalmente pelas classes Chlamydomphyceae (*Chlamydomonas*) e Zygnemaphyceae (principalmente *Cosmarium* e *Closterium*).

O grupo 6 (G6) separou o mês de Julho da estação 2, mês que apresentou valores elevados de pH, nitrogênio orgânico e baixas concentrações de amônio e fósforo total dissolvido. Foi marcado pela maior contribuição de *Gomphonema parvulum*.

O grupo 7 (G7) isolou o mês de agosto da estação 2, associado aos menores níveis de ortofosfato, temperatura da água, pH (ácido) e maiores valores da concentração de nitrogênio orgânico. Este mês foi caracterizado pela maior contribuição da classe Crisophyceae (representada por *Crisodidymus synuroides*).

O grupo 8 (G8) separou o mês de setembro da estação 2, com elevados valores de Fósforo Total Dissolvido, nitrato e nitrogênio orgânico. Mês caracterizado pela elevada densidade de espécies, com destaque para a classe Diatomeae (representada principalmente por *Eunotia metamonodom* e *Ulnaria ulna*), juntamente com elevada contribuição de Euglenophyceae.

O grupo 9 (G9) isolou o mês de outubro da estação 2 e foi caracterizado por apresentar pH ácido, baixos valores de OD, elevados valores de precipitação mensal, nitrato, fósforo total dissolvido e ortofosfato. Apresentou baixa densidade de diatomáceas e maior densidade de Euglenophyceae

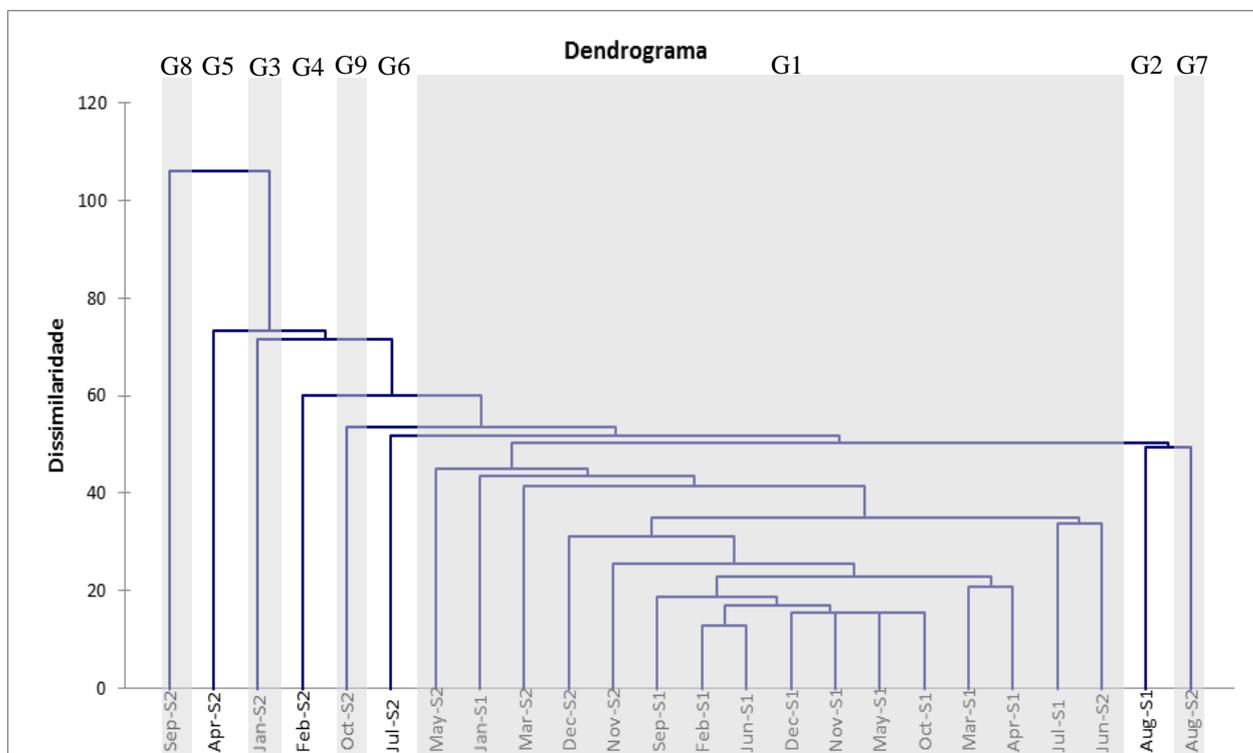


Fig. 6 Dendrograma resultante da análise de agrupamento baseado na dissimilaridade de Manhattan pelas densidades das espécies das duas estações

Discussão

Uma vez que a mata ciliar é considerada eficaz para a retenção de sedimentos, nutrientes e agrotóxicos (Naiman et al., 2005) esperava-se encontrar diferenças mais evidentes nas concentrações das variáveis abióticas entre as estações dentro e fora do Corredor de Biodiversidade. No entanto, foi possível verificar apenas tendências, com valores não significativos para as variáveis temperatura, fósforo total dissolvido e ortofosfato, que apresentaram concentrações levemente superiores na estação de amostragem fora do Corredor. Já para a variável condutividade, foi possível observar um aumento significativo na concentração, que foi levemente superior na estação dentro do Corredor. Apesar de não ser uma medida direta da poluição da água, tal fato remete a uma maior lixiviação de íons, em decorrência do substrato lodoso deste ambiente

É possível que a semelhança das variáveis físicas e químicas entre as estações de amostragem seja devido à largura da mata ciliar na estação 1 (60 metros), que pode não ter

sido suficientemente larga para proporcionar resultados significativos entre elas, embora, em dados de literatura, tenha se verificado que a diferença de 25 metros na largura da mata ciliar seja suficiente para causar diferenças significativas na retenção de nutrientes (Mayer et al., 2005).

A composição fitoplanctônica foi típica de riachos, com a predominância de algas bentônicas e perífíticas, que devido à turbulência e baixa profundidade dos ambientes amostrados, ficam suspensas na coluna de água, sendo então arrastadas pela correnteza (Train & Rodrigues, 2004).

De forma geral, foi possível observar grande número de espécies (371 táxons), provavelmente devido às condições físicas (baixa profundidade e correnteza leve) e químicas (nutrientes), favoráveis ao desenvolvimento do fitoplâncton, bem como pela maior disponibilidade de luz na estação 2. Esta estação se encontra sob dossel menos denso de vegetação ripária quando comparada com a estação 1, cujo dossel é mais fechado e resulta em maior sombreamento.

O sombreamento proporcionado pela vegetação neste ambiente pode ter influenciado o menor desenvolvimento fitoplanctônico, já que a disponibilidade de luz é um dos principais fatores controladores do desenvolvimento (Hutchins et al., 2010) produção e distribuição fitoplanctônica em riachos (Boston & Hill, 1991; Hill, 1996). A luz atua como regulador da velocidade fotossintética e crescimento celular. Com o aumento da intensidade luminosa, há um aumento na velocidade fotossintética até o ponto de saturação. Após o ponto de saturação, o aumento da intensidade luminosa não resulta mais em aumento da velocidade fotossintética e crescimento celular, causando a fotoinibição (Alabi et al., 2009).

O tempo e intensidade luminosa necessários para atingir o ponto de saturação varia nos diferentes grupos algais. As diatomáceas, por exemplo, são mais sensíveis, saturando a fotossíntese em baixos valores de intensidade luminosa. Por outro lado, clorofíceas e dinoflagelados necessitam de maior nível de luminosidade para atingir a taxa de saturação fotossintética (Hill, 1996).

Em função disso, a elevada contribuição da classe Diatomeae na estação 1 parece estar relacionada, principalmente, com as características físicas do ambiente (baixa intensidade luminosa provocada pelo sombreamento da vegetação), já que a composição química não se mostrou diferente entre os riachos estudados. Devido ao seu baixo requerimento em incidência luminosa (adaptação fotocromática e/ou elevada relação pigmento/volume celular) para atingir a saturação da fotossíntese (Sommer, 1988), além das adaptações à ambientes turbulentos (Soares et al., 2007 e Rodrigues et al., 2009), as diatomáceas comumente

predominam em ambientes lóticos e sombreados (Borges et al., 2003; Soares et al., 2007; Rodrigues, et al., 2009).

Euglenophyceae foi o segundo grupo mais representativo, cujas maiores densidades estão relacionadas à períodos chuvosos, devido ao aporte de material orgânico das margens para o meio aquático e à lixiviação da vegetação circundante, promovendo condições favoráveis ao seu desenvolvimento (Safonova & Shaulo, 2009; Reynolds et al., 2002 e Peresin et al., 2014). Apesar de serem mixotróficas e suportarem bem a baixa intensidade luminosa presente na estação 1, foi observado maior número de espécies exclusivas na estação 2, onde, provavelmente, a disponibilidade de luz, aliada a oferta de nutrientes, principalmente das formas nitrogenadas amônia e nitrogênio orgânico favoreceram o seu maior desenvolvimento (Wetzel, 2001).

As classes Chlorophyceae e Zygnemaphyceae também foram importantes para a composição fitoplanctônica. As espécies da classe Chlorophyceae são consideradas oportunistas por apresentarem pequeno tamanho e rápido crescimento, o que favorece sua presença em todas as épocas do ano e em diversos ambientes, desde baixa a elevada trofia (Happey-Wood, 1988). No entanto, apesar das adaptações à sobrevivência em ambientes lóticos (Reynolds & Descy, 1996) as clorofíceas apresentaram baixa contribuição para os valores de densidade fitoplanctônica durante o presente estudo. Isto pode estar relacionado com os baixos valores de pH encontrados, que tenderam à acidez em quase todos os meses de amostragem. Segundo Uehara & Vidal (1989), as mesmas estão associadas a elevados valores de pH, o que explica a grande contribuição das clorofíceas no mês de maio de 2013, na estação 2, onde se registrou o maior valor de pH encontrado (8,10). Aliado a estes fatores, as clorofíceas, de forma geral, requerem intensidades de luz muito mais elevadas do que as diatomáceas ou cianobactérias (Langdon, 1988), sendo por isto, encontradas em maior densidade na estação 2, onde a disponibilidade de luz é maior, devido à maior largura da calha e menor densidade do dossel.

Já a contribuição da classe Zygnemaphyceae, com 82 táxons exclusivos na estação 2, esteve relacionada possivelmente com a presença de macrófitas aquáticas espalhadas ao longo do leito deste riacho, aumentando a contribuição de inóculos oriundos do perifíton, pois neste grupo poucos táxons são verdadeiramente planctônicos ou bentônicos (Brook, 1981). Ainda, a maior disponibilidade de luz ofertada na estação 2 pode ter influenciado o maior número de táxons deste grupo na estação 2. Assim como as clorofíceas, as desmídias em geral apresentam alto requerimento em intensidade luminosa. Muitas espécies filamentosas, como a *Spirogyra*, por exemplo, são incapazes de tolerar condições de baixa luminosidade (Graham et al., 1995), como observadas na estação 1. A presença de espécies deste grupo na estação 1,

apesar da baixa intensidade luminosa, pode ter sido favorecida por outros elementos, como baixa condutividade e pH levemente ácido (Camargo et al., 2009; Soares et al., 2007).

A reduzida contribuição de cianobactérias para o fitoplâncton dos riachos amostrados (4% do total de táxons identificados), também foi registrada por Menezes et al. (2013) para o Rio Iguaçu. As espécies de Cyanobacteria são muito sensíveis às altas vazões observadas nos ecossistemas lóticos (Rodrigues et al., 2009), bem como as condições não eutróficas da água, não sendo um grupo importante na comunidade destes ambientes (Tundisi & Matsumura, 2008). Já o maior número de espécies exclusivas na estação 2, pode estar relacionado, entre outros fatores, com a presença de rochas e macrófitas na margem do riacho, já que a maior parte destas algas são de hábito perifítico.

Embora as concentrações de nutrientes não tenham apresentado valores elevados, algumas espécies identificadas são comumente relacionadas a ambientes enriquecidos nutricionalmente, como por exemplo *Euglena polymorpha* e *Trachelomonas volvocina*, que são geralmente encontradas em ecossistemas com alta poluição orgânica (Safonova & Shaulo, 2009; Reynolds et al., 2002). Da mesma forma, *Gomphonema parvulum* apresenta o seu melhor desenvolvimento associado a águas ricas em nutrientes, especialmente em águas que contêm águas residuais domésticas ou agrícolas (Patrick & Reimer, 1975).

Assim como as variáveis físicas e químicas, a estrutura da comunidade fitoplanctônica foi semelhante nos dois riachos. Isto pode estar relacionado com a exposição aos mesmos fatores ambientais, além da ausência de barreira geográfica entre eles, que permite a dispersão de inóculos de espécies por animais que se deslocam de um corpo de água para outro, como insetos e aves aquáticas, ou mesmo pelo vento (Brook, 1981).

Quanto à densidade, de forma geral os valores foram baixos e podem estar relacionados às características lóticas do ambiente, que dificultam a manutenção da comunidade (Reynolds & Descy, 1996). O maior valor registrado na estação 1 foi obtido no mês de agosto (inverno) e na estação 2 no mês de setembro (início da primavera), e esteve composto principalmente por espécies bentônicas e perifíticas. Segundo Reynolds & Descy (1996), a composição fitoplanctônica de ecossistemas lóticos geralmente é representada por centenas de táxons, no entanto, a porcentagem de espécies potamoplanctônicas é muito reduzida, como observado no presente estudo, onde muitas das algas registradas são da comunidade perifítica e bentônica.

Foi observado um aumento dos atributos densidade e riqueza de espécies a partir da estação 1 (com maior margem ripária e dossel mais denso) para a estação 2 (com menor densidade de dossel e margem ripária). Este fato pode ter sido influenciado pelo sombreamento causado pela mata ciliar na estação 1, já que as concentrações de nutrientes

foram pouco diferentes entre os ambientes estudados. Já os maiores valores de riqueza e densidade registrados na estação 2, provavelmente se devem a maior largura da calha, permitindo assim maior entrada de energia luminosa sobre a lâmina da água.

No entanto, apesar de apresentar menores valores nos atributos ecológicos, a estação 1 apresentou mais estabilidade na estrutura e atributos da comunidade fitoplanctônica durante o período de estudo. Além disto, a maior equitabilidade e semelhança revelada pela análise de cluster indicam um ambiente homogêneo e constante, quando comparado com a estação 2. Já a estação 2 apresentou oscilações mais evidentes, indicando períodos de instabilidade, provavelmente decorrentes da menor vegetação ripária, o que deixa o ambiente sujeito à perturbações. De fato, a perturbação é considerada um dos principais fatores que influencia os padrões da diversidade das comunidades naturais (Connell 1978, Huston 1979).

Uma importante teoria sobre o efeito destas perturbações no ambiente é a hipótese do distúrbio intermediário. Segundo esta visão, comunidades que sofrem níveis intermediários de intensidade e frequência de perturbação, apresentam um aumento na riqueza e diversidade de espécies, já que estarão presentes tanto espécies pioneiras, como espécies clímax. Já comunidades que estão sujeitas demasiadamente a perturbações, ou mesmo aquelas que não estão sujeitas à distúrbios, tendem a apresentar reduzidos valores de riqueza e diversidade (Connell, 1978).

Com base nesta teoria, por apresentar estabilidade, provavelmente decorrente da maior vegetação ripária, a estação 1 fica menos sujeita à ação de distúrbios externos, além de apresentar maior resistência e/ou resiliência quando exposta a estes fatores, o que explicou os menores valores nos atributos ecológicos citados anteriormente. Já a estação 2, por apresentar menor margem ripária, pode estar sujeita à distúrbios mais frequentes, que apesar de ocasionar períodos de instabilidade na comunidade, também renovou a composição de espécies, resultando em valores mais elevados de riqueza e densidade.

Em relação às hipóteses propostas, foi possível comprovar que a maior margem ripária do Corredor de Biodiversidade Santa Maria influencia a composição e a estrutura da comunidade fitoplanctônica. Foi observado menores valores nos atributos densidade e riqueza de espécies no riacho influenciado pelo corredor, não em função do menor aporte de nutrientes, como esperado, mas em função da maior limitação de luz proporcionado pela vegetação. Em contrapartida, também foi observado maior equitabilidade e homogeneidade nesta comunidade, indicando a influência positiva da vegetação para a manutenção do equilíbrio da comunidade. Já no riacho com menor margem ripária, foi possível observar valores mais elevados nestes atributos ecológicos, devido à maior entrada de luz neste ambiente, sendo observado também maior

variação dos índices ecológicos ao longo do período amostrado, o que indica que a comunidade ficou sujeita aos distúrbios mais frequentemente, em decorrência da menor vegetação ripária.

Em síntese, foi possível demonstrar a importância da vegetação ripária para a estabilidade da comunidade fitoplanctônica, em função da formação do Corredor de Biodiversidade Santa Maria.

Agradecimentos

Os autores agradecem à prof. Dra. Ana Tereza Bittencourt Guimarães, pelo suporte estatístico, fundamental ao trabalho; aos técnicos Assis Escher e Ivone Wichocki, pelo auxílio nas coletas; ao Setor de Geoprocessamento do ICMBIO, pela elaboração do mapa; ao Grupo de Pesquisa em Recursos pesqueiros e Limnologia – GERPEL, pelas análises químicas da água; à Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, por ceder o laboratório e a Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná, pelo auxílio financeiro na forma de Bolsa de Pesquisa. NCB agradece ao CNPq por bolsa produtividade (processo 307196/2013-5).

Referências

- American Public Health Association. 2005. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 20ª edição. Washington: APHA. 1134p.
- Alvares, C. A., J. L. Stape, P. C. Sentelhas, J. L. M. Gonçalves, & G. Sparovek, 2014. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift 22: 711–728.
- Bicudo, C. E. M. & M. Menezes, 2006. Gêneros de Algas de Águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. RIMA, São Carlos.
- Bittencourt-Oliveira, M. C. & A. A. J. Castro, 1993. Ficoflórula do rio Tibagi, estado do Paraná, Brasil: III. Gênero Closterium (Zygnemaphyceae). Semina Ciências Biológicas e da Saúde 14: 74-85.
- Bittencourt-Oliveira, M. C., 1993a. Ficoflórula do rio Tibagi, estado do Paraná, Brasil: I. Desmídeas, filamentosas e gêneros Gonatozygon, Penium, Pleurotaenium e Tetmemorus (Zygnemaphyceae). Semina Ciências Biológicas e da Saúde 14: 61-73.

Bittencourt-Oliveira, M. C., 1993b. Ficoflórula do rio Tibagi, estado do Paraná, Brasil: III. Actinotaenium, Cosmariium e Staurodesmus (Zygnemaphyceae). *Semina Ciências Biológicas e da Saúde* 14: 86-95.

Bittencourt-Oliveira, M. C., 2002. A comunidade fitoplanctônica do rio Tibagi: uma abordagem preliminar de sua diversidade. In: Medri, M. E. (ed). *A bacia do Rio Tibagi*. FUEL, Londrina: 373-402.

Borges, P. A. F., L. C. Rodrigues, T. A. Pagioro & S. Train, 2003. Spatial variation of phytoplankton and some abiotic variables in the Pirapó River -PR (Brazil) in August 1999: a preliminary study. *Acta Scientiarum Biological Sciences* 25: 1-8.

Borges, P. A. F., S. Train & L. C. Rodrigues, 2008. Spatial and temporal variation of phytoplankton in two subtropical Brazilian reservoirs. *Hydrobiologia* 607: 63-74.

Bortolini, J. C., & N. C. Bueno, 2013. Seasonal variation of the structure of phytoplankton community in São João River, Iguazu National Park, Parana, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 73:1-14.

Brewer, R., 1994. *The Science of Ecology*. Saunders College Publishing, Orlando.

Brook, A. J., 1981. *The Biology of Desmids - Botanical monographs*. University of California Press, Berkeley & Los Angeles.

Camargo, J. C., S. M. Loverde-Oliveira, M. G. Sophia, F. M. B. Nogueira, 2009. Desmídias perifítias da baía do coqueiro, Pananal Matogrossense, Brasil. *Iheringia* 64: 25-41.

Clarke, K. R., 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18:117-143.

Descy, J. P., M. Leitão, E. Everbecq, J. S. Smitiz & J. F. Deliège, 2012. Phytoplankton of the River Loire, France: a biodiversity and modelling study. *Journal of Plankton Research* 34:120-135.

Dosskey, M. G., M. J. Helmers, & D. E. Eisenhauer, 2011. A design aid for sizing filter strips using buffer area ratio. *Journal of Soil and Water Conservation* 66: 29-39.

Dudgeon, D., 2008. *Tropical Stream Ecology*. Elsevier, San Diego.

Ferrareze, M. & M. G. Nogueira, 2006. Phytoplankton assemblages and limnological characteristics in lotic systems of the Paranapanema Basin (Southeast Brazil). *Acta Limnologica Brasiliense* 18: 389-405.

Happay-Wood, C. M., 1988. Ecology of freshwater planktonic green algae. In *Growth and Reproductive Strategies of Freshwater Phytoplankton*. University Press Cambridge, Cambridge: 175-226.

Horton, R. E., 1945. Erosional development of streams and their drainage basins: hydro-physical approach to quantitative morphology. *Geological Society of America Bulletin* 56: 275-370.

Hutchins, M. G., A. C. Johnson, A. Deflandre-Vlandas, S. Comber, P. Posen & D. Boorman, 2010. Which offers more scope to suppress river phytoplankton blooms: Reducing nutrient pollution or riparian shading? *Science of the total environment* 408: 5065-5077.

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná. Cartas climáticas do Paraná. Cartas Climáticas do Paraná. Disponível em <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=597>> (Acessado 23-Julho-2014).

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2014. Mosaicos e Corredores ecológicos. Disponível em <<http://www.icmbio.gov.br>. Acesso em 20 de dezembro de 2014.

Jackson, D. A., 1993. Stopping rules in the principal components analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches. *Ecology*: 74: 2204-2214.

Johnson, L. B., C. Richards, G. E. Host, & J. W. Arthur, 1997. Landscape influences on water chemistry in Midwestern stream ecosystems. *Freshwater Biology* 37: 193-208.

Kireta, A. R., E. D. Reavie, G. V. Sgro, T. R. Angradi, D. W. Bolgrien, B. H. Hill & T. M. Jicha, 2012. Planktonic and periphytic diatoms as indicators of stress on great rivers of the United States: Testing water quality and disturbance models. *Ecological Indicators* 13: 222-231.

Komárek, J. & K. Anagnostidis, 1989. Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 4 - Nostocales. *Algological Studies* 56: 247-345.

Komárek, J. & K. Anagnostidis, 1998. Cyanoprokaryota. 1. Teil Chroococcales. In Ettl, H., G. Gärtner, H. Heynig, & D. Möllenhauer (eds.), *Sübwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer Verlag: Jena, p. 1-548.

Komárek, J. & K. Anagnostidis, 2005. Cyanoprokaryota. 2. Teil Oscillatoriales. In Büdel, B., G. Gärtner, L. Krienitz, & M. D. Schagerl. (eds.), *Sübwasserflora von Mitteleuropa*. Elsevier GmbH: München, p. 1-759.

Loch, C., P. B. M. Rebollar, Y. A. Z. Rosenfeldt, C. S. Raitz & M. O. Oliveira, 2013. Definições de áreas para formação de corredores ecológicos através da integração de dados de um sistema de informação geográfica. *Revista Brasileira de Cartografia* 65: 455-465.

Margalef, R., 1983. *Limnologia*. Omega, Barcelona.

Mayer, P. M., S. K. Reynolds Jr., M. D. Mccutchen & T. J. Canfield, 2005. Riparian buffer Width, Vegetative Cover, and Nitrogen Removal Effectiveness: A Review of Current Science and regulations. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-05/118.

Mendes-Câmara, F. M., N. A. Moura & M. C. Bittencourt-Oliveira, 2002. Ficoflórula planctônica do Rio Parnaíba, Estado do Piauí – Brasil. *Revista Nordestina* 16: 3-21.

Menezes, V. C., N. C. Bueno & L. C. Rodrigues, 2013. Spatial and temporal variation of phytoplankton community in a section of the Iguacu River, Paraná, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 73: 279-290.

Naiman, R. J., H. Décamps & M. E. McClain, 2005. *Riparia: Ecology, Conservation, and Management of Streamside Communities*. Elsevier Academic Press, Burlington.

Nascimento, W. C., 2009. *Empreendimentos em cidades de fronteira: o caso dos prós e contras da hidrelétrica de Itaipu para a microrregião de Foz do Iguaçu-PR*. Universidade Estadual de Maringá, Maringá:137 p. Dissertação de Mestrado em Geografia.

Neiff, J. J., A. S. G. P. Neiff & S. L. Casco, 2005. Importancia ecológica del Corredor Fluvial Paraguay-Parana, como contexto del Manejo Sostenible. *Enfoque ecosistêmico* 1: 193-210.

Patrick R. & C. W. Reimer, 1975. *The diatoms of the United States – Exclusive of Alaska and Hawaii*, Philadelphia. Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Philadelphia.

Peresin, D., L. C. Torgan, U. H. Schulz & L. O. Crossetti, 2014. Structure of potamoplankton along a gradient of preservation of riparian vegetation in subtropical streams. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 86: 841-853.

Perry, C. D., G. Vellidis, R. Lowrance & D. L. Thomas, 1999. Watershed-scale water quality impacts of riparian forest management. *Journal of Water Resources Planning and Management* 125: 117-125.

Pielou, E. C., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collection. *Journal of Theoretical Biology* 13: 131-144.

Reynolds, C. S. & J. P. Descy, 1996. The production, biomass and structure of phytoplankton in large rivers. *Archives of Hydrobiology* 14: 161-187.

Reynolds, C. S., V. Huszar, C. Kruk, L. Naselli-Flores & S. Melo, 2002. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research* 24: 417-428.

Rodrigues, S. C., L. Torgan & A. Schwarzbald, 2007. Composição e variação sazonal da riqueza do phytoplankton na foz de rios do delta do Jacuí, RS, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 21:707-721.

Rodrigues, L. C., S. Train, V. M. Bovo-Scomparin, S. Jati, C. C. J. Borsalli & E. Marengoni, 2009. Interannual variability of phytoplankton in the main rivers of the Upper Paraná River floodplain, Brazil: influence of upstream reservoirs. *Brazilian Journal of Biology* 69: 501-516.

Round, F. E., 1965. *The biology of the algae*. Edward Arnold (Publishers) Ltda, London.

Round, F. E., 1971. The taxonomy of the Chlorophyta, 2. *British Phycological Journal* 6: 235-264.

Safonova, T. A. & S. P. Shaulo, 2009. Phytoplankton of the Karasuk River (West Siberia) as an Indicator of Water Quality. *Contemporary Problems of Ecology* 2: 570-575.

Saunders, D. L., J. J. Meeuwig & C. J. Vincent, 2002. Freshwater protected areas: strategies for conservation. *Conservation Biology* 16: 30-41.

Shannon, C. E. & W. Weaver, 1963. *The mathematical Theory of Communication* Illinois: University of Illinois Press, Urbana.

Silva, C. A., S. Train & L. C. Rodrigues, 2001. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica a jusante e montante do reservatório de Corumbá, Caldas Novas, Estado de Goiás, Brasil. *Acta Scientiarum* 23: 283-290.

Soares, M. C. S., V. L. M. Huzcar & F. Roland, 2007. Phytoplankton dynamics in two tropical rivers with different degrees of human impact (Southeast Brazil). *River Research and Applications* 23: 698-714.

Strahler, A. N., 1952. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topology. *Geological Society of America Bulletin* 63:1117-1142.

Ter-Braak, C. F. J. & C. W. N. Looman, 1995. Regression. In: Jongman, R. H. G., C. F. J. Ter-Braak & O. F. R. Van Tongeren (eds.). *Data analysis in community and landscape ecology*. Cambridge University Press, Cambridge: 29-77.

Toscan, M. A. G., L. G. Temponi, R. A. Leimig & R. O. Fragoso, 2014. Análise da chuva de sementes de uma área reflorestada do corredor de biodiversidade Santa Maria, Paraná. *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais* 10: 217-230.

Tossulino, M. G. P., E. G. Schaitza, J. D. P. Siqueira, C. Sayama, S. A. A. Morato, L. K. M. A. Ulandowski & M. R. Cavilha, 2007. Resumo Executivo da Avaliação Ecológica Rápida do Corredor Iguaçu-Paraná. IAP-STCP Engenharia de Projetos, Curitiba.

Train, S. & L. C. Rodrigues, 1998. Temporal fluctuations of the phytoplankton community of the Baía River, in the Upper Paraná River floodplain, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Hydrobiologia* 361: 125-134.

Train, S. & L. C. Rodrigues, 2004. Phytoplanktonic Assemblages. In: Thomaz, S. M., A. A. AGOSTINHO, & N. S. HAHN (eds.). *The Upper Paraná River, and its floodplain: Physical aspects, ecology and conservation*. Leiden, Backhuys: 103-124.

Train, S., L. C. Rodrigues, V. M. Bovo, P. A. F. Borges & B. M. Pivato, 2004. Phytoplankton composition and biomass in environments of the Upper Paraná River floodplain. In: Agostinho, A. A., L. C. Gomes, L. Rodrigues (eds). *The Upper Paraná River Floodplain Long Term Ecological Research*. Eduem, Maringá: 63-73.

Tundisi, J. G. & T. Matsumura-Tundisi, 2008. *Limnologia*. Oficina de Texto, São Paulo.

Uehara, M. Y. & W. L. Vidal, 1989. *Operações e manutenção de lagoas anaeróbias e facultativas*. CETESB, São Paulo.

Utermöhl, H., 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen. Phytoplankton-Methodik. *Mitteilungen der International en Vereinigung für Limnologie* 9: 1-38.

Vázquez G., J. A. Aké-Castillo & M. E. Favila, 2011. Algal assemblages and their relationship with water quality in tropical Mexican streams with different land uses. *Hydrobiologia* 667: 173-189.

ANEXO

Normas do periódico *Hydrobiologia*

http://www.springer.com/life+sciences/ecology/journal/10750?detailsPage=plctci_911058

Instructions for Authors

GENERAL

Hydrobiologia publishes original articles in the fields of limnology and marine science that are of interest to a broad and international audience. The scope of *Hydrobiologia* comprises the biology of rivers, lakes, estuaries and oceans and includes palaeolimnology and –oceanology, taxonomy, parasitology, biogeography, and all aspects of theoretical and applied aquatic ecology, management and conservation, ecotoxicology, and pollution. Purely technological, chemical and physical research, and all biochemical and physiological work that, while using aquatic biota as test–objects, is unrelated to biological problems, fall outside the journal's scope.

THERE IS NO PAGE CHARGE, provided that manuscript length, and number and size of tables and figures are reasonable (see below). Long tables, species lists, and other protocols may be put on any web site and this can be indicated in the manuscript. Purely descriptive work, whether limnological, ecological or taxonomic, can only be considered if it is firmly embedded in a larger biological framework.

LANGUAGE

Manuscripts should conform to standard rules of English grammar and style. Either British or American spelling may be used, but consistently throughout the article. Conciseness in writing is a major asset as competition for space is keen.

EDITORIAL POLICY

Submitted manuscripts will first be checked for language, presentation, and style. Scientists who use English as a foreign language are strongly recommended to have their manuscript read by a native English–speaking colleague. Manuscripts which are substandard in these respects will be returned without review.

Papers which conform to journal scope and style are sent to at least 2 referees, mostly through a member of the editorial board, who will then act as coordination editor. Manuscripts returned to authors with referee reports should be revised and sent back to the editorial as soon as possible. Final decisions on acceptance or rejection are made by the editor–in–chief.

Hydrobiologia endeavours to publish any paper within 6 months of acceptance. To achieve this, the number of volumes to be published per annum is readjusted periodically.

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)

CATEGORIES OF CONTRIBUTIONS

There are four categories of contributions to Hydrobiologia:

- [1.] Primary research papers generally comprise up to 25 printed pages (including tables, figures and references) and constitute the bulk of the output of the journal. These papers **MUST** be organized according to the standard structure of a scientific paper: Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusion, Acknowledgements, References, Tables, Figure captions.
- [2.] Review papers, and Taxonomic revisions are long papers; prospective authors should consult with the editor before submitting such a long manuscript, either directly or through a member of the editorial board. Review papers may have quotations (text and illustrations) from previously published work, but authors are responsible for obtaining copyright clearance wherever this applies.
- [3.] Opinion papers reflect authors' points of view on hot topics in aquatic sciences. Such papers can present novel ideas, comments on previously published work or extended book reviews.
- [4.] Special section papers. Occasionally, regular volumes contain a special section devoted to topical collections of papers: for example, Salt Ecosystems Section and Aquatic Restoration Section.

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

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.

ADDITIONAL REMARK TEXT

Do not include section numbers.

SCIENTIFIC STYLE

Authors are urged to comply with the rules of biological nomenclature, as expressed in the International Code of Zoological Nomenclature, the International Code of Botanical Nomenclature, and the International Code of Nomenclature of Bacteria. When a species name is used for the first time in an article, it should be stated in full, and the name of its describer should also be given. Descriptions of new taxa should comprise official repository of types (holotype and paratypes), author's collections as repositories of types are unacceptable.

Genus and species names should be in italics.

REFERENCES

References in the text will use the name and year system: Adam & Eve (1983) or (Adam & Eve, 1983). For more than two authors, use Adam et al. (1982). References to a particular page, table or figure in any published work is made as follows: Brown (1966: 182) or Brown (1966: 182, fig. 2). Cite only published items; grey literature (abstracts, theses, reports, etc) should be avoided as much as possible. Papers which are unpublished or in press should be cited only if formally accepted for publication.

References will follow the styles as given in the examples below, i.e. journals are NOT abbreviated (as from January 2003), only volume numbers (not issues) are given, only normal fonts are used, no bold or italic.

- Engel, S. & S. A. Nichols, 1994. Aquatic macrophytes growth in a turbid windswept lake. *Journal of Freshwater Ecology* 9: 97–109.
- Horne, D. J., A. Cohen & K. Martens, 2002. Biology, taxonomy and identification techniques. In Holmes, J. A. & A. Chivas (eds), *The Ostracoda: Applications in Quaternary Research*. American Geophysical Union, Washington DC: 6–36.
- Maitland, P. S. & R. Campbell, 1992. *Fresh Water Fishes*. Harper Collins Publishers, London.
- Tatrai, I., E. H. R. R. Lammens, A. W. Breukelaar & J. G. P. Klein Breteler, 1994. The impact of mature cyprinid fish on the composition and biomass of benthic macroinvertebrates. *Archiv für Hydrobiologie* 131: 309–320.

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.

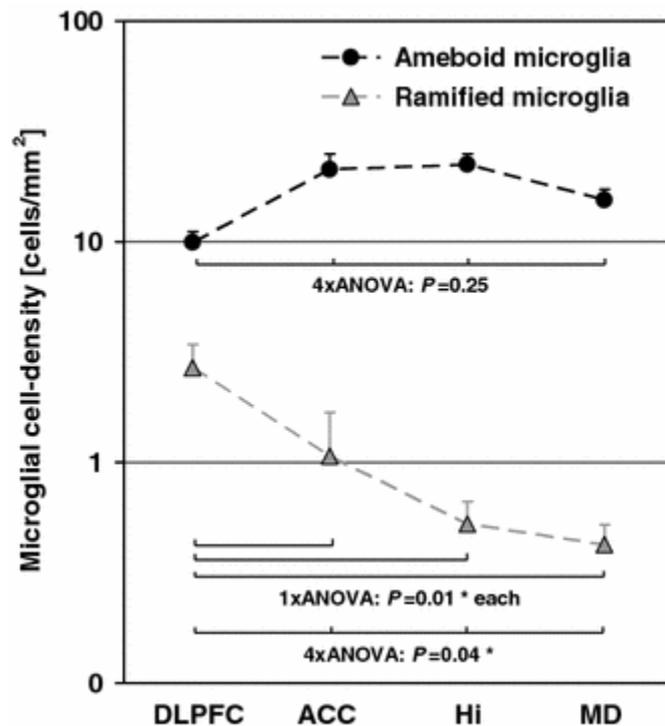
ARTWORK AND ILLUSTRATIONS GUIDELINES

Electronic Figure Submission

- Supply all figures electronically.
- Indicate what graphics program was used to create the artwork.

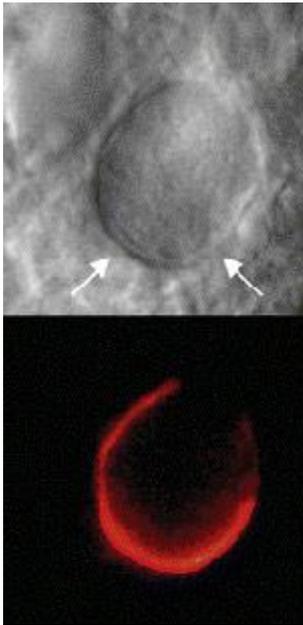
- For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MSOffice files are also acceptable.
- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.
- Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.

Line Art



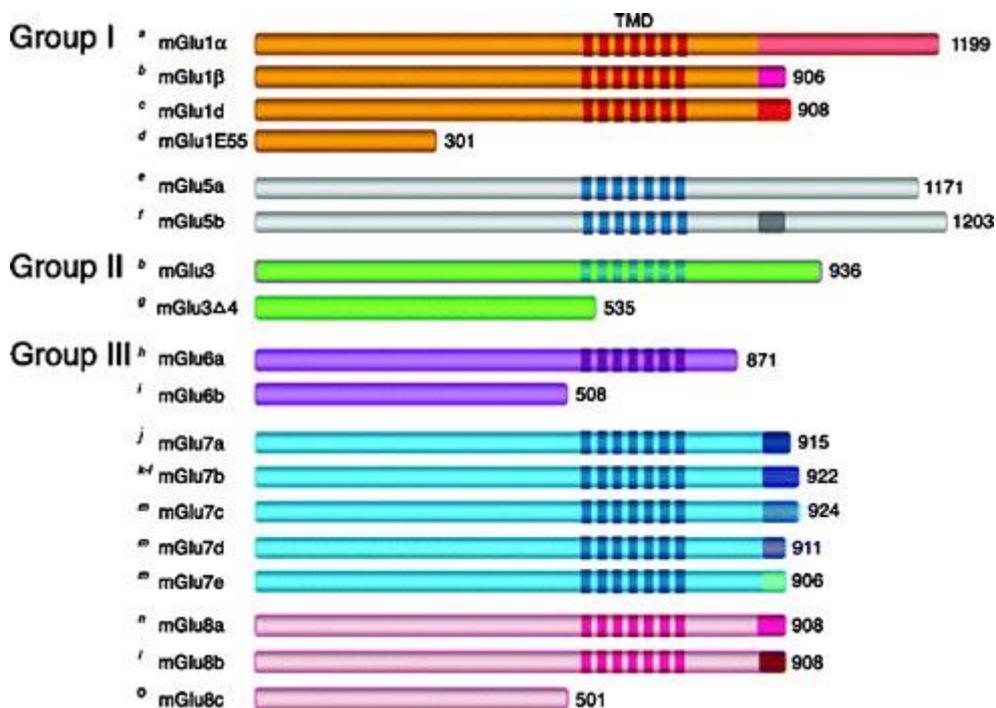
- Definition: Black and white graphic with no shading.
- Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size.
- All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide.
- Scanned line drawings and line drawings in bitmap format should 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).

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 and offprints.

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

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 now 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.

- Springer Open Choice

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.

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..

Offprints

Offprints can be ordered by the corresponding author.

Color illustrations

Publication of color illustrations is free of charge.

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.

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.

In addition:

- Changes of authorship or in the order of authors are not accepted **after** acceptance of a manuscript.
- Requesting to add or delete authors at revision stage, proof stage, or after publication is a serious matter and may be considered when justifiably warranted. Justification for changes in authorship must be compelling and may be considered only after receipt of written approval from all authors and a convincing, detailed explanation about the role/deletion of the new/deleted author. In case of changes at revision stage, a letter must accompany the revised manuscript. In case of changes after acceptance or publication, the request and documentation must be sent via the Publisher to the Editor-in-Chief. In all cases, further documentation may be required to support your request. The decision on accepting the change rests with the Editor-in-Chief of the journal and may be turned down. Therefore authors are strongly advised to ensure the correct author group, corresponding author, and order of authors at submission.
- 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.

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.
- 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.