



BIODIVERSIDADE

BIOIKOS

Volume 27 | Número 2 | JUL-DEZ | 2013

ECOLOGIA E MEIO AMBIENTE

OCEANOGRAFIA
BIOLOGICA

BOTANICA
ZOOLOGIA

BIOIKOS

Revista semestral da Faculdade de Ciências Biológicas do Centro de Ciências da Vida da Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Fundada em 1987, publica trabalhos científicos originais, artigos de revisão e comunicações científicas relacionados à área de Biodiversidade, que compreende os programas de Botânica, Ecologia e Meio Ambiente, Oceanografia Biológica e Zoologia.

BIOIKOS is a biannual journal of the Biological Sciences School of the Life Sciences Center, Pontifícia Universidade Católica de Campinas. It was founded in 1987 and publishes from Brazil and around the world original scientific studies, review articles and scientific communications related to the area of Biodiversity which includes the programs of Botany, Ecology and Environment, Biological Oceanography and Zoology.

COLABORAÇÕES / CONTRIBUTIONS

Os manuscritos devem ser enviados ao Núcleo de Editoração SBI via Portal de Periódicos <<http://www.puc-campinas.edu.br/periodicocientifico>> e seguir as "Instruções aos Autores".

All manuscripts should be sent to the Núcleo de Editoração SBI <<http://www.puc-campinas.edu.br/periodicocientifico>> and should comply with the "Guide for Authors".

ASSINATURAS / SUBSCRIPTIONS

Pedidos de assinatura ou permuta devem ser encaminhados ao Núcleo de Editoração SBI.

E-mail: sbi.assinaturane@puc-campinas.edu.br

Annual: Pessoas físicas: R\$40,00 Institucional: R\$120,00
Aceita-se permuta

Subscription or exchange orders should be addressed to the Núcleo de Editoração SBI.

E-mail: sbi.assinaturane@puc-campinas.edu.br

Annual: Individual rate: R\$40,00 Institutional rate: R\$120,00
Exchange is accepted

CORRESPONDÊNCIA / CORRESPONDENCE

Toda a correspondência deve ser enviada à Bioikos no endereço abaixo:

All correspondence should be sent to Bioikos at the address below:

Núcleo de Editoração SBI
Av. John Boyd Dunlop, s/n., Prédio de Odontologia, Jd. Ipaussurama
13060-904, Campinas, SP, Brasil.
Fone +55-19-3343-6876/6859 Fax +55-19-3343-6875
E-mail: sbi.ne_biomed@puc-campinas.edu.br
Web: <http://www.puc-campinas.edu.br/periodicocientifico>

INDEXAÇÃO / INDEXING

Aquatic Sciences & Fisheries Abstracts (ASFA), CAB Abstracts and Global Health, BVS-Vet, Periódica

LISTA QUALIS

Biodiversidade B-3

Editora / Editor

Profa. Dra. Luciane Kern Junqueira (PUC-Campinas)

Editores Associados / Associate Editors

Botânica

Profa. Dra. Kayna Agostini (UFSCar - Araras)

Ecologia e Meio Ambiente

Profa. Dra. Viviane Gianluppi Ferro (UFG - Goiânia)

Oceanografia Biológica

Prof. Dr. Guilherme Nascimento Corte (Unicamp - Campinas)

Zoologia

Prof. Dr. Thiago Gonçalves-Souza (Unicamp - Campinas)

Editora Executiva / Executive Editor

Maria Cristina Matoso (SBI-PUC-Campinas)

Conselho Editorial / Editorial Board

Prof. Dr. Adauto Ivo Milanez (Instituto de Botânica - São Paulo)

Profa. Dra. Ana Lúcia Vendel (UFPB - João Pessoa)

Profa. Dra. Carminda da Cruz-Landim (Unesp - Rio Claro)

Profa. Dra. Célia Leite Sant'Anna (Instituto de Botânica - São Paulo)

Prof. Dr. Edmundo Ferraz Nonato (USP - São Paulo)

Profa. Dra. Eunice da Costa Machado (UFPR - Pontal do Paraná)

Profa. Dra. Olga Yano (Instituto de Botânica - São Paulo)

Profa. Dra. Paula Maria Gênova de Castro (Instituto de Pesca - São Paulo)

Prof. Dr. Paulo de Tarso da Cunha Chaves (UFPR - Curitiba)

Prof. Dr. Vadim Viviani (UFSCar - Sorocaba)

Profa. Dra. Virginia Sanches Uieda (Unesp - Botucatu)

Prof. Dr. Wesley Rodrigues Silva (Unicamp - Campinas)

Normalização e Revisão / Standardization and Review

Bibliotecárias / Librarianship

Andressa Mello Davanzo

Maria Cristina Matoso

Apoio Administrativo

Marcela Thais González Formaggio

Assistente de Editoração

Maria Angélica Miranda Bosso

O Conselho Editorial não se responsabiliza por conceitos emitidos em artigos assinados.

The Board of Editors does not assume responsibility for those opinions expressed in signed articles.

A eventual citação de produtos e marcas comerciais não expressa recomendação do seu uso pela Instituição.

The possible citation of products and brands does not express recommendation of the Institution for their use.

Copyright ©Bioikos

É permitida a reprodução parcial desde que citada a fonte. A reprodução total depende da autorização da Revista.

Partial reproduction is permitted if the source is cited. Total reproduction depends on the authorization of Bioikos.

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pelo Sistema de Bibliotecas e Informação – SBI-PUC-Campinas

Bioikos. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências da Vida. Faculdade de Ciências Biológicas. – Campinas, SP, v.1 n.1 (jan./jun.1987-)

v.27 n.2 jul./dez. 2013

Semestral
Resumo em Português e Inglês
ISSN 0102-9568

1. Biologia – Periódicos. I. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências da Vida. Faculdade de Ciências Biológicas.

CDD 574



BIOIKOS

SUMÁRIO | CONTENTS

ISSN 0102-9568

Artigos | Articles

Botânica | Botany

- 57 Efeitos da coloração e da distribuição de frutos artificiais nas taxas de consumo por aves em um fragmento florestal
The effects of color and distribution of artificial fruits on their consumption rates by birds in a forest fragment
| Albert Gallon de Aguiar | Arthur Ângelo Bispo

Ecologia e Meio Ambiente | Ecology and Environment

- 67 The influence of shoreline availability on the density and richness of Chironomid larvae in Neotropical floodplain lakes
Influência da disponibilidade de margem sobre a densidade e a riqueza de larvas de Chironomidae em lagoas de inundação neotropical
| Flávio Henrique Ragonha | Gisele Daiane Pinha | Camila Gentilin Bilia | Renata Guglielmetti da Silva | Rafael Prandini Tramonte | Alice Michiyo Takeda
- 79 Índices bióticos mono e multimétricos de avaliação da qualidade da água em riachos de Mata Atlântica
Mono and multimetric biotic indices for the evaluation of water quality in Atlantic Forest streams
| Claudia Eiko Yoshida | Virginia Sanches Uieda

Oceanografia Biológica | Biological Oceanography

- 89 Diversidade de peixes recifais na praia de Barra de Tabatinga, Rio Grande do Norte
Diversity of reef fishes in Barra de Tabatinga, Rio Grande do Norte
| Thaisa Accioly de Souza | Liana de Figueiredo Mendes | Ronaldo Angelini

Zoologia | Zoology

- 101 Primeiros estudos de Chironomidae (Diptera) do estado do Piauí (Brasil)
On the Chironomidae (Diptera) of the state of Piauí, Northern Brazil
| Romildo Ribeiro Soares | Victor de Jesus Silva Meireles | Leomá Albuquerque Matos | João Marcelo de Castro e Souza | Gisele Daiane Pinha | Danielle Katharine Petsch | Alice Michiyo Takeda
- 109 Índices | *Indexes*
- 111 Instruções aos autores | *Guide for Authors*

Efeitos da coloração e da distribuição de frutos artificiais nas taxas de consumo por aves em um fragmento florestal

The effects of color and distribution of artificial fruits on their consumption rates by birds in a forest fragment

Albert Gallon de Aguiar¹
Arthur Ângelo Bispo²

RESUMO

A frugivoria é uma das mais importantes interações ecológicas durante a sucessão florestal. Aves frugívoras são responsáveis por até 90% da dispersão de sementes em florestas tropicais. Estudos anteriores têm testado quais características dos frutos dispersos são escolhidos pelas aves, tais como cor, tamanho e posição dos frutos. Contudo, estudos experimentais em ambiente natural são raros. O objetivo deste estudo foi testar se existem diferenças no consumo de frutos por aves dependendo de cores e padrões de disposição espacial em ambientes florestais. O estudo foi realizado em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual de 60,98 hectares. Foram utilizados modelos de frutos artificiais com três cores e dispostos de maneira agregada ou dispersa nos ambientes de interior e borda. Os frutos conspícuos (azul e vermelho) foram mais consumidos do que verdes, e os dispersos foram mais consumidos que os agregados no interior do fragmento. O contraste de cores conspícuas contra a vegetação parece facilitar a visualização dos frutos por frugívoros especialistas do interior. Entretanto, frugívoros oportunistas consumiram principalmente frutos isolados, demonstrando que picos de alta produtividade de frutos parecem estar relacionados à maior procura desse recurso por essas aves.

Palavras-chave: Floresta Estacional Semidecidual. Frugivoria. Frutos artificiais. Ornitocoria.

¹ Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Departamento de Ecologia. R. Cristóvão Colombo, 2265, Jd. Nazareth, 15054-000, São José do Rio Preto, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: A.G. AGUIAR. E-mail: <agaguiar@hotmail.com>.

² Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Letras, Curso de Educação Intercultural. Goiânia, GO, Brasil.

ABSTRACT

Frugivory is one of the most important ecological interactions during forest succession. Frugivorous birds are responsible for up to 90% of seed dispersion in tropical forests. Previous studies have tested how birds choose fruits to disperse based on their color, size, and position. However, most of those studies were conducted in artificial conditions. This study investigated whether the rate of fruit consumption by birds is influenced by their colors and spatial patterns in forested environments. The experiment was performed in a 60.98-ha-fragment of Semideciduous Forest. We used artificial fruits with three different colors, disposed in a both clump and scattered fashion, at the edge and interior of the fragment. There was a higher rate of consumption of conspicuous fruits (blue and red). Scattered fruits were also more consumed than clump fruits on forest interior. The contrast of conspicuous colors against their backgrounds allows the visualization of fruits by frugivorous birds specialized on interior environments. Our results also showed that opportunists frugivorous are the main consumers of scattered fruits. This pattern supported the assumption that peaks of high fruit productivity coincide with higher consumption of this resource by these birds.

Key words: Seasonal Semideciduous Forest. Frugivory. Artificial fruits. Ornithochory.

INTRODUÇÃO

A polpa e os tecidos comestíveis de frutos são importantes componentes na dieta de aves, suplementando a alimentação e promovendo a dispersão de sementes (Jordano, 2000). Aves frugívoras são aquelas que utilizam frutos como parte da dieta, sendo classificadas entre espécies generalistas ou especialistas (Snow, 1981). Aves especialistas são aquelas que se alimentam preferencialmente de frutos e que abandonam as sementes em condições de germinação (McKey, 1975; Snow, 1981). Aves generalistas ou oportunistas preenchem seus requerimentos nutricionais por meio de fontes animais e vegetais, o que promove diferentes níveis de danos às sementes (McKey, 1975). A eficiência de dispersão dessas sementes é, portanto, variável (Howe & Estabrook, 1977). As técnicas de forrageio dos frugívoros variam sazonalmente, respondendo a estímulos de oferta e de procura; de acordo com essa demanda, a maneira de forrageio das aves é guiada pelas necessidades fisiológicas (Corlett, 2011). As aves frugívoras forrageiam basicamente através de sinais visuais, buscando frutos de cores, formas, tamanhos e densidades relacionados à síndrome de dispersão dos frutos (Janson, 1983; Jordano, 2000).

A associação entre distintos forrageadores e as plantas de que dependem parece obedecer a dois modelos: um para frugívoros especialistas, selecionado por plantas sujeitas a altas densidades, e um segundo modelo composto por espécies colonizadoras, dependentes de espécies frugívoras oportunistas (Howe & Estabrook, 1977). Essas espécies vegetais também competem em um ambiente de baixa e variante luminosidade, e, como resultado, apresentam fortes sinais visuais, como cores conspícuas e altas densidades, potencializando sua capacidade de atrair frugívoros (Moermond & Denslow, 1983; Cazetta *et al.*, 2007). Aves frugívoras apresentam pouca ou nenhuma resposta aos odores, sendo animais essencialmente visuais (van der Pijl, 1982), e, como consequência, seu modo de forrageio é geralmente em busca de frutos coloridos (Janson, 1983) e com sinais de maturação (Moermond & Denslow, 1983). Frutos maduros apresentam colorações variáveis de acordo com reações fisiológicas de seu estado de amadurecimento, e frutos verdes são comumente imaturos e impalatáveis (Willson & Whelan, 1990). Espécies generalistas, mais comuns em bordas de fragmentos (Cândido, 2000), são as maiores responsáveis pelo consumo desses frutos verdes, pois têm uma menor especificidade

de avaliação na escolha do recurso alimentar (Foster, 1977).

Determinar os fatores que influenciam a escolha dos frutos pelas aves pode ajudar na compreensão dos métodos de interação entre plantas e seus dispersores (Levey *et al.* 1984), portanto o entendimento dos processos de ornitocoria podem auxiliar programas de restauração e sucessão de florestas, de modo a diminuir custos e aumentar a eficácia dessas ações (Parker, 1997; Rodrigues *et al.*, 2009). A utilização de frutos artificiais funciona como alternativa para manipular independentemente as variáveis envolvidas no consumo de frutos por aves, buscando-se assim encontrar padrões nesses consumos. Contudo, experimentos em cativeiro podem interferir nos resultados desse método, o que é diminuído por práticas em campo (Alves-Costa & Lopes, 2001). A construção de modelos a partir de massa para modelar tem sido usada em alguns trabalhos com experimentos ecológicos e demonstrou ser uma ferramenta para controlar variáveis em ambiente natural (Alves-Costa & Lopes, 2001; Galetti *et al.*, 2003; Cazetta *et al.*, 2007).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho experimental foi verificar se frutos maduros, visualmente mais atrativos, seriam mais consumidos do que frutos aparentando estágio imaturo, assim como testar se frutos agrupados produziram maior atração visual do que frutos dispersos para as aves frugívoras. Buscou-se ainda aliar essas relações com os ambientes de borda e interior do fragmento, e esperou-se assim que as hipóteses pudessem inferir relações com a presença de aves especialistas ou generalistas de acordo com as diferentes taxas de consumo, gerando consequências no processo de frugivoria. Segundo a primeira hipótese, frutos conspícuos deveriam ser mais consumidos no interior da mata devido à maior presença de frugívoros especialistas desse ambiente, ao contrário da borda, onde generalistas seriam responsáveis pela maior remoção de frutos verdes. A segunda hipótese prediz que frutos agregados seriam mais consumidos por especialistas do interior florestal, pelo maior sinal conspícuo que esses frutos causam, resultado de um processo de seleção entre plantas e seus dispersores.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Parque Estadual da Cabeça do Cachorro (PECC) (24°54'47"S e 53°54'35"W), localizado no município de São Pedro do Iguaçu, oeste do estado do Paraná - Brasil. O clima da região é classificado como Cfa, na escala de Köppen (Maack, 2002). A área de 60,98ha do parque é caracterizada, segundo Roderjan (1986), como Floresta Estacional Semidecidual Submontana (FESS). O PECC tem seu entorno caracterizado por uma paisagem formada por um mosaico de elementos, com a presença de alguns outros remanescentes de florestas e, principalmente, áreas agrícolas de grande extensão. Conforme Roderjan (1986), a área interna é composta por três estratos arbóreos, com o primeiro situado entre 18 e 22m de altura, o segundo entre 12 e 16m e o terceiro entre 5 e 11m. Algumas espécies emergentes do dossel podem ultrapassar 25m de altura. O sub-bosque é, em geral, sombreado, aberto e de fácil circulação devido à ausência de perturbação há 25 anos, quando da implantação da Unidade de Conservação (Roderjan, 1986).

Para este experimento, duas distintas áreas do parque foram utilizadas para a amostragem: (i) borda, constituída por um ecótono de transição no contato das áreas agrícolas adjacentes até 50m dentro do fragmento, e (ii) interior florestal do parque, distante pelo menos 100m da borda do fragmento.

A instalação do experimento foi executada em três blocos em cada um dos dois ambientes. Cada um dos seis blocos foi delimitado em 90m de extensão, sendo ainda separados por pelo menos 200m entre si, quando no mesmo ambiente (Figura 1). Os blocos do interior foram instalados a uma distância de 20m à margem da estrada interna a fim de evitar a exposição dos frutos aos visitantes do parque. A disposição dos blocos nos ambientes foi utilizada com o objetivo de testar o efeito do tipo de ambiente na frugivoria pelas aves.

Para o experimento foram confeccionados frutos artificiais com massa para modelar (plastilina,

Acrilex®) à base de amido, atóxica, sem odor e resistente à água (Alves-Costa & Lopes, 2001). Foram feitos 1 800 frutos artificiais, esféricos, com um diâmetro de 14mm, divididos igualmente em três cores: azul, verde e vermelho. Os frutos foram fixados com auxílio de linha de algodão em árvores a uma altura média de dois metros, atingindo assim somente o sub-bosque da floresta. Foram utilizadas somente plantas sem flores e frutos, e, quando necessário, algumas folhas foram removidas para homogeneizar a visibilidade dos frutos pelas aves.

Esses frutos foram arranjados em dois diferentes padrões em cada um dos seis blocos: o primeiro, denominado "frutos agregados", onde foram instalados cinco modelos de cada uma das três cores (n=15) em um raio de dois metros, de modo que cada cor estivesse isolada da outra, mas com modelos de mesma cor próximos; o segundo padrão testado, "frutos dispersos", constituiu-se, do

mesmo modo que o anterior, diferindo-se apenas no modo de disposição espacial, ou seja, os modelos foram instalados ao acaso para que as cores fossem misturadas e os frutos de mesma cor não ficassem próximos uns dos outros. Cada bloco foi constituído de cinco réplicas de cada padrão intercaladas por uma distância de 10m entre si.

Coleta de Dados. A coleta de dados foi realizada entre julho e agosto de 2009. Durante a amostragem, os modelos artificiais permaneceram em exposição por sete dias consecutivos. Ao oitavo dia de exposição dos frutos, foram realizadas as observações nos modelos, e, em seguida, a retirada deles dos blocos.

O registro e a posterior análise dos dados encontrados em campo foram feitos de modo que pudessem ser diferenciados o consumo de aves e o de outros animais, por meio da verificação de cada modelo de fruto, baseada na metodologia aplicada

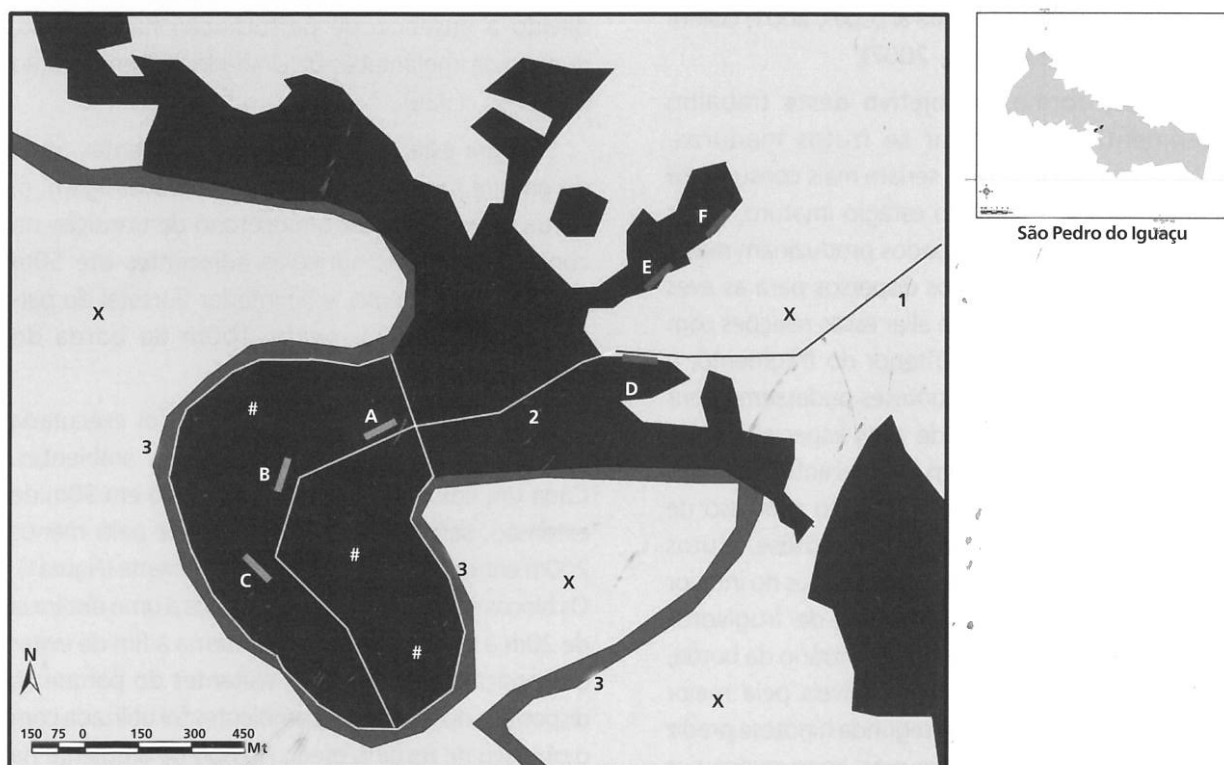


Figura 1. Mapa do Parque Estadual da Cabeça do Cachorro com os ambientes utilizados na instalação dos blocos, julho/agosto de 2009.

Nota: x: Área Agrícola; #: Área do PECC; 1: Estrada de acesso ao parque; 2: Estrada interna; 3: Rio Corvo Branco; D, E, F: Blocos - ambiente de borda; A, B, C: Blocos - ambiente de interior.

Fonte: Elaborado pelo autor.

em Alves-Costa & Lopes (2001), em que marcas de frugivoria encontradas foram divididas em: (1) outras e (2-4) aves (Figura 2). Os frutos foram ainda diferenciados quanto ao número de investidas (bicadas) nos modelos, divididas em uma, ou mais de uma. Os modelos do tipo (1) não foram calculados junto às análises. Os resultados foram avaliados separadamente em cada ambiente por meio de uma Análise de Variância fatorial em blocos (Anova two-way), conforme Zar (1999), para os tratamentos de cor e agrupamento. Foi testado também se existiam diferenças ao comparar esses tratamentos entre o interior e a borda do fragmento por meio do teste de Qui-quadrado.

O presente estudo foi conduzido com base em princípios éticos, aprovados pelo Núcleo de Bioética e Comitê de Ética no uso de Animais da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, a

execução foi autorizada pelo Instituto Ambiental do Paraná, em cumprimento à legislação específica.

RESULTADOS

Foram analisados 1 762 modelos de 1 800 moldados, pois 38 frutos (2,1%) não foram encontrados. Dos frutos analisados, foi observado um total de 239 (13,5%) com algum tipo de marca de frugivoria. Desses frutos consumidos, 48 (20,1%) apresentaram outras marcas, de pequenos mamíferos principalmente, e 191 (79,9%) apresentaram marca de consumo por aves. Desse total, 157 frutos (65,0%) sofreram mais de uma tentativa em consumi-lo, enquanto o restante passou apenas por uma única marcação.

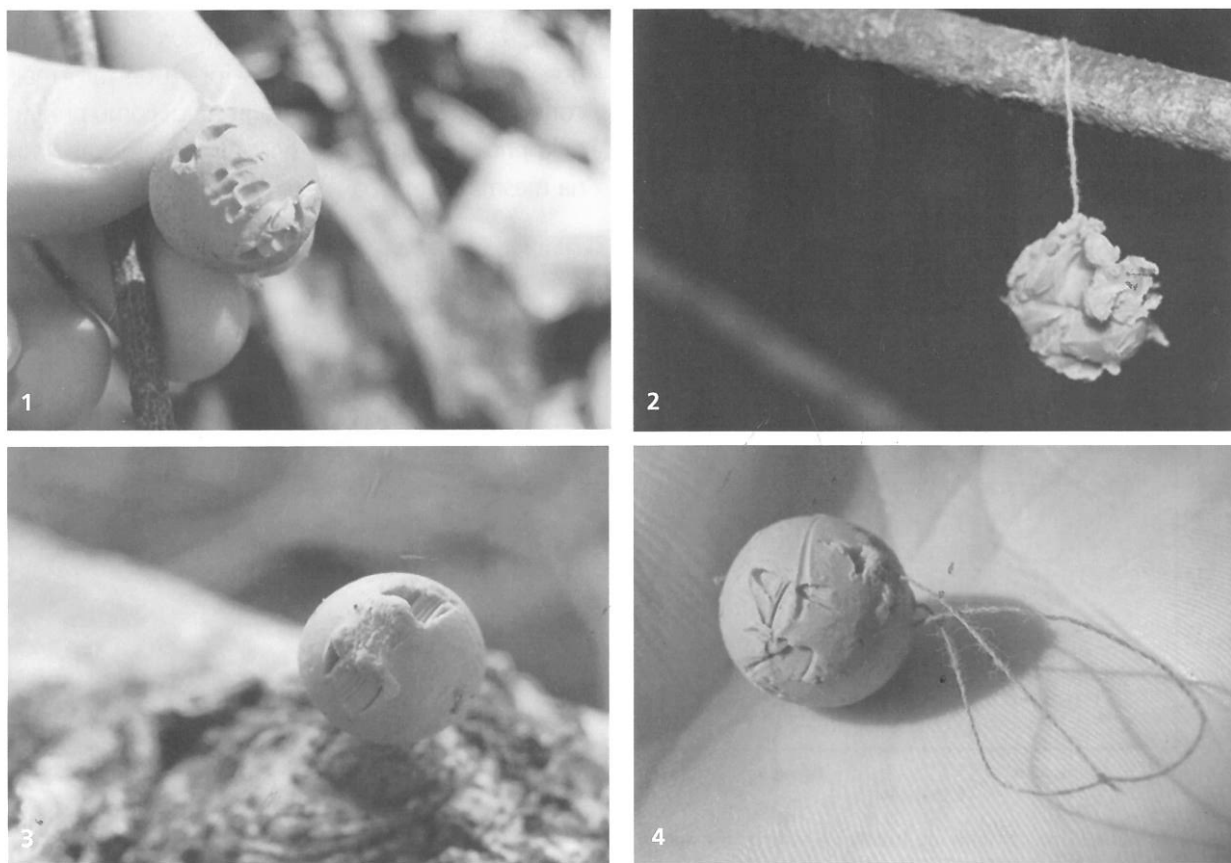


Figura 2. Marcas de tentativas no consumo dos modelos: (1) outros animais e (2-4) aves, julho/agosto de 2009.

Fonte: Arquivo do autor.

Não houve variações significativas ao se analisarem os blocos do interior do fragmento entre si ($F=0,22$; $gl=2$; $p=0,79$), contudo o consumo de frutos azuis e vermelhos, nessa ordem, foi maior do que o de cor verde ($F=5,72$; $gl=2,72$; $p<0,05$), como era esperado pela primeira hipótese do experimento (Figura 3). Além disso, frutos agregados foram menos consumidos do que os frutos dispersos aleatoriamente no interior do fragmento ($F=9,32$; $gl=1,72$;

$p<0,05$), o que não corroborou a segunda hipótese do trabalho (Figura 4). O ambiente de borda não demonstrou diferenças entre seus blocos ($F=0,91$; $gl=2$; $p=0,40$), coloração ($F=2,60$; $gl=2$; $p=0,08$) e tampouco na disposição espacial dos modelos ($F=0,62$; $gl=1$; $p=0,43$). As análises de comparação entre interior e borda não permitiram inferir que o ambiente possa explicar o consumo de diferentes cores ($\chi^2=2,07$; $gl=2$; $p=0,35$), mas explicam ($\chi^2=4,10$; $gl=1$; $p=0,04$) o maior consumo de modelos dispersos no interior do fragmento (Figura 5).

Varição no consumo - cor do fruto
($F=5,7201$; $gl=2,72$; $p=0,00495$)

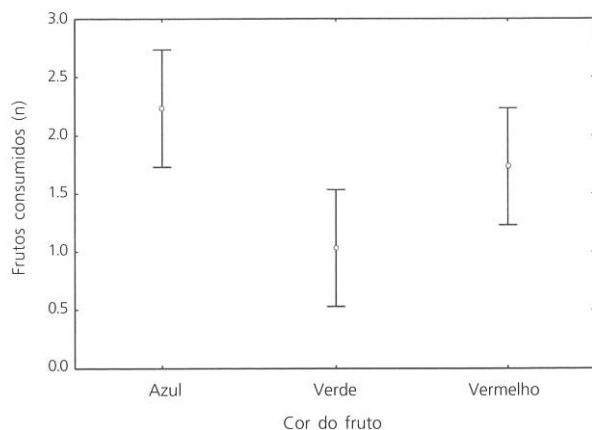


Figura 3. Variação no consumo - cor do fruto, de acordo com sua cor no interior do fragmento. Pontos são a média e as barras verticais indicam um intervalo de confiança de 0,95.

Varição no consumo - disposição espacial
($F=9,3294$; $gl=1,72$; $p=0,00316$)

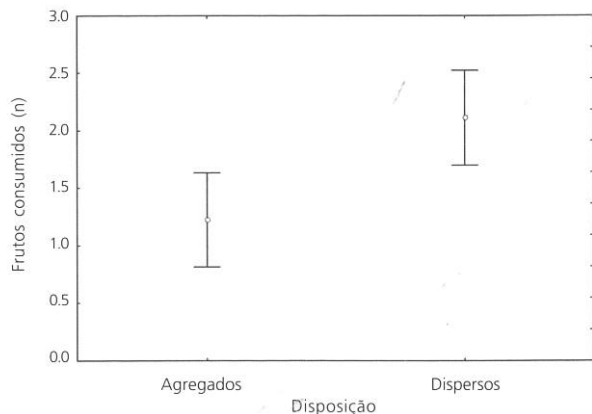


Figura 4. Variação no consumo de frutos, de acordo com sua disposição espacial no interior do fragmento. Pontos são a média e as barras verticais indicam um intervalo de confiança de 0,95.

DISCUSSÃO

Experimentos em campo permitem uma compreensão mais natural de processos ecológicos, e, quando aliados ao uso de frutos artificiais, permitem testar hipóteses, como encontradas em outros trabalhos (Alves-Costa & Lopes, 2001; Galetti *et al.*, 2003). Os principais resultados demonstram que as cores mais conspicuas foram de fato mais consumidas no interior do fragmento, como previsto pela primeira hipótese e encontrado em trabalhos na mesma formação florestal (Galetti *et al.*, 2003).

Consumo pelo tipo de agrupamento
($\chi^2=4,10$; $gl=1$; $p=0,4$)

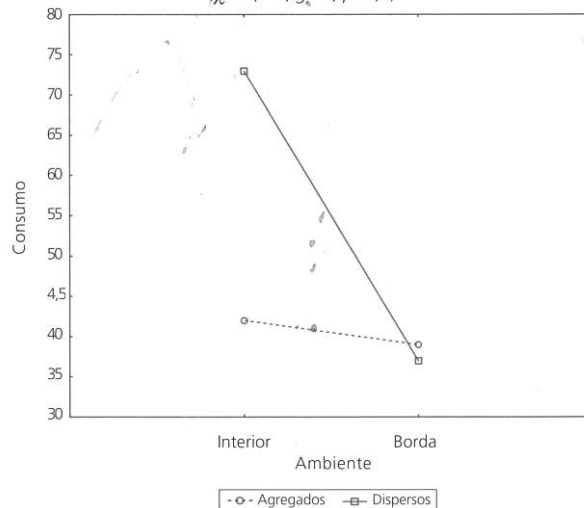


Figura 5. Comparação entre os ambientes no consumo dos modelos conforme sua disposição espacial.

O interior apresenta maior presença de aves especialistas do que sua borda (Tabarelli & Gascon 2005; Devictor *et al.*, 2008). Essas aves tendem a ter uma menor capacidade de dispersão no ambiente, já que possuem nichos mais restritos (Julliard *et al.*, 2006), utilizando e dependendo mais do interior florestal (Tabarelli & Gascon, 2005; Devictor *et al.*, 2008).

Vários estudos encontraram resultados na preferência de aves por frutos pretos, vermelhos e azuis principalmente (Wheelwright & Janson, 1985; McPherson, 1988; Murray *et al.*; 1993; Willson, 1994). Efeitos da coloração dos frutos vêm sendo investigados em inúmeros trabalhos, mas ainda existem lacunas quanto à explicação da evolução entre os sinais das plantas e a interpretação por seus dispersores (Howe, 1986; Willson & Whelan, 1990; Schaefer *et al.*, 2004; Stournaras *et al.*, 2013). Embora existam espaços incertos em relação ao real efeito da coloração dos frutos, o que parece estar bem estabelecido é o valor que essas cores promovem no contraste no ambiente em que se encontram (Schmidt *et al.*, 2004; Stournaras *et al.*, 2013). Segundo Cazzeta *et al.* (2007), o contraste promovido pelas cores no ambiente é mais importante do que a própria cor, e como Schaefer *et al.* (2007) sugerem, essa característica é mais importante para os passeriformes, predominantemente dotados de visão ultravioleta. Já frutos verdes apresentam sinais fisiológicos, que são percebidos pelos frugívoros especialistas, e em menor grau pelos generalistas, que os definem como impalatáveis (Willson & Whelan, 1990).

Encontrou-se também que frutos dispersos foram mais consumidos no interior do fragmento, ao contrário do que se esperava. Esse resultado pode ser consequência da época em que o estudo foi realizado. A fenologia desse ambiente florestal é caracterizada com um pico na frutificação entre os meses de julho e agosto (Mikich & Silva, 2001), exatamente durante a execução desse experimento. Conforme Howe & Estabrook (1977), plantas com picos de frutificação e em menor densidade (isolados) são classificadas em seu modelo II. Esse modelo prediz que essas espécies evoluíram juntamente com

seus dispersores, aves oportunistas, principalmente. O modelo de seleção proposto mostra que essas plantas são favorecidas por diferentes períodos de produção entre indivíduos da mesma espécie, gerando menor probabilidade de sobreposição na produção de frutos, o que acaba reduzindo a competição na atração de aves oportunistas. Além disso, essas aves são responsáveis por um consumo rápido de frutos pequenos e isolados (Morden-Moore & Willson, 1982; Willson & Melampy, 1983).

Os resultados deste estudo apresentaram ainda um menor consumo de frutos na borda do fragmento, o que contraria os dados do estudo de Galetti *et al.* (2003), que encontraram que a maior luminosidade desse ambiente e a presença de aves generalistas promovem uma maior probabilidade de consumo, aumentando ainda em fragmentos maiores. A borda de uma floresta é um ambiente de menor qualidade estrutural (Moran *et al.*, 2009), resultado da interação entre dois ecossistemas adjacentes, quando separados de maneira abrupta, o que modifica as composições de espécies animais e vegetais nessa parte marginal do fragmento (Forman & Godron, 1986; Murcia, 1995). Por isso, acreditamos que a ausência de diferenças em nossos resultados no consumo dos frutos nesta área seja apenas reflexo da abundância de aves na borda, aliada a uma maior produção de frutos naturais nessa época do ano no PECC.

A borda e o tamanho do fragmento são ligados por uma simples relação geométrica: quanto maior o fragmento, mais o trecho de floresta do interior se afasta dos efeitos da borda (Murcia, 1995). Áreas pequenas como a do PECC podem sofrer sua influência em toda extensão, sem uma área suficiente para diferenciação entre o interior e a borda do fragmento, que, nesse caso, varia entre 100 e 300m, do centro à extremidade, mais próxima. Portanto, o tamanho do remanescente florestal é particularmente importante, pois a perda de habitat influi diretamente em organismos especialistas que precisam de áreas maiores para sua sobrevivência (Taylor & Merriam, 1995), ao mesmo tempo em que outros organismos mais generalistas e adaptáveis podem se beneficiar desse mesmo processo (Fahrig, 2003). Esse fato é

importante, pois, em áreas alteradas, a grande maioria das espécies de passeriformes é composta por frugívoros parciais (generalistas), responsáveis pelas maiores taxas de consumo de frutos silvestres e cultivados (Argel-de-Oliveira, 1998), mas que geram uma dispersão de qualidade inferior e não adaptada aos frutos dispersos por aves especialistas, possivelmente alterando os processos de sucessão florestal nessas áreas.

CONCLUSÃO

Há uma série de decisões tomadas por aves frugívoras na escolha de seu recurso: elas precisam encontrar o fruto no ambiente, escolher em qual desses frutos irão investir e, após isso, se irão consumir o fruto escolhido, medindo os benefícios e riscos dessas ações. Neste experimento, entende-se que as respostas podem ser mais complexas, mas parece claro que aves frugívoras escolhem seu alimento por meio do contraste do fruto no ambiente. Pode-se generalizar também que aves frugívoras oportunistas são as principais consumidoras de frutos durante picos de produção em florestas estacionais. Quando uma área for reduzida de modo a não suportar comunidades complexas, os processos de sucessão florestal passam a depender de espécies generalistas, com efeitos na qualidade e na efetividade da dispersão.

AGRADECIMENTOS

Aos doutores Alexandre Vogliotti e José Flávio Cândido Júnior pela revisão e sugestões na versão inicial do manuscrito, e principalmente ao revisor deste artigo por suas valiosas contribuições.

REFERÊNCIAS

Alves-Costa, C.P. & Lopes, A.V.F. (2001). Using artificial fruits to evaluate fruit selection by birds in the field. *Biotropica*, 33(4):713-7.

Argel-de-Oliveira, M.M. (1998). Aves que plantam: frugivoria e dispersão de sementes por aves. *Boletim Centro de Estudos Ornitológicos*, 13:9-23.

Cândido, J.F.J. (2000). The edge effect in a forest bird community in Rio Claro, São Paulo State, Brazil. *Ararajuba*, 8(1):9-16.

Cazetta, E.; Schaefer, H.M. & Galetti, M. (2007). Why are fruits colorful? The relative importance of achromatic and chromatic contrasts for detection by birds. *Evolutionary Ecology*, 23(2):233-44.

Corlett, R.T. (2011). How to be a frugivore (in a changing world). *Acta Oecologica*, 37(6):674-81.

Devictor, V.; Julliard, R. & Jiguet, F. (2008). Distribution of specialist and generalist species along spatial gradients of habitat disturbance and fragmentation. *Oikos*, 117(4):507-14.

Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34:487-515.

Forman, R.T.T. & Godron, M. (1986). *Landscape ecology*. New York: John Wiley & Sons.

Foster, M.S. (1977). Ecological and nutritional effects of food scarcity on a tropical frugivorous bird and its fruit source. *Ecology*, 58(1):73-85.

Galetti, M.; Alves-Costa, C.P. & Cazetta, E. (2003). Effects of forest fragmentation, anthropogenic edges and fruit colour on the consumption of ornithocoric fruits. *Biological Conservation*, 111(2):269-73.

Howe, H.F. (1986). Evolutionary aspects of fruit-eating by birds. *IBIS*, 113(2):194-202.

Howe, H.F. & Estabrook, G.F. (1977). On intraspecific competition for avian dispersers in tropical trees. *The American Naturalist*, 111(981):817-32.

Janson, C.H. (1983). Adaptation of fruit morphology to dispersal agents in a Neotropical forest. *Science*, 219(4581):187-9.

Jordano, P. (2000). Fruits and frugivory. In: Fenner, M. (Ed.) *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. 2nd ed. Wallingford (UK): CABI Publ. p.125-66.

Julliard, R.; Clavel, J.; Devictor, V.; Jiguet, F. & Couvet, D. (2006) Spatial segregation of specialists and generalists in bird communities. *Ecology Letters*, 9:1237-44.

Levey, D.J.; Moermond, T.C. & Denslow, J.S. (1984). Fruit choice in neotropical birds: The effect of distance between fruits on preferences patterns. *Ecology*, 65(3):844-50.

Maack, R. (2002). *Geografia física do estado do Paraná*. 3^a ed. Curitiba: Imprensa Oficial.

McKey, D. (1975). The ecology of coevolved seed dispersal systems. In: Gilbert, L.E. & Raven, P. (Ed.). *Coevolution of animals and plants*. Austin (TX): U. Texas Press. p.159-91.

- McPherson, J.M. (1988). Preferences of cedar waxwings in the laboratory for fruit species, colour and size: A comparison with field observations. *Animal Behaviour*, 36(4):961-69.
- Mikich, S.B. & Silva, S.M. (2001). Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual no Centro-Oeste do Paraná, Brasil. *Acta Botânica Brasileira*, 15(1):89-113.
- Moermond, T.C. & Denslow, J.S. (1983). Fruit choice in Neotropical birds: Effects of fruit type and accessibility on selectivity. *Journal of Animal Ecology*, 52(2):407-20.
- Moran, C.; Catterall, C.P. & Kanowski, J. (2009). Reduced dispersal of native plant species as a consequence of the reduced abundance of frugivore species in fragmented rainforest. *Biological Conservation*, 42(3):541-52.
- Morden-Moore, A.L. & Willson, M.F. (1982). On the ecological significance of fruit color in *Prunus serotina* and *Rubus occidentalis* field experiments. *Canadian Journal of Botany*, 60(8):1554-60.
- Murcia, C. (1995). Edge effects in fragmented forests: Implications for conservation. *Tree*, 10(2):58-62.
- Murray, K.G.; Winnett-Murray, K.; Cromie, E.A.; Minor, M. & Meyers, E. (1993). The influence of seed packaging and fruit color on feeding preferences of American robins. *Vegetatio*, 107/108(1):217-26.
- Parker, V.T. (1997). The scale of successional models and restoration objectives. *Restoration Ecology*, 5(4):301-6.
- Pijl, L. van der. (1982). *Principles of dispersal in higher plants*. 3rd ed. Berlin: Springer-Verlag.
- Roderjan, C.V. (1986). *Caracterização da vegetação da reserva florestal Cabeça do Cachorro, Toledo-PR*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. Relatório Técnico ITC. p.10.
- Rodrigues, R.R.; Lima, R.A.F.; Gandolfi, S. & Nave, A.G. (2009). On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation*, 142(6):1242-51.
- Schaefer, H.M.; Schaefer, V. & Levey, D.J., (2004). How plant-animal interactions signal new insights in communication. *Trends in Ecology and Evolution*, 19(11):577-84.
- Schaefer, H.M.; Schaefer, V. & Vorobyev, M. (2007). Are fruit colors adapted to consumer vision and birds equally efficient in detecting colorful signals? *American Naturalist*, 169(1):159-69.
- Schmidt, V.; Martin Schaefer, H. & Winkler, H. (2004). Conspicuousness, not colour as foraging cue in plant-animal signaling. *Oikos*, 106:551-7.
- Snow, D.W. (1981). Tropical frugivorous birds and their food plants: A world survey. *Biotropica*, 13(1):1-14.
- Stournaras, K.E.; Lo, E.; Böhning-Gaese, K.; Cazetta, E.; Dehling, D.M. Schleuning, M., et al. (2013). How colorful are fruits? Limited color diversity in fleshy fruits on local and global scales. *New Phytologist*, 198(2):617-29.
- Tabarelli, M. & Gascon, C. (2005). Lições da pesquisa sobre fragmentação: aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade. *Megadiversidade*, 1(1):181-8.
- Taylor, P.D. & Merriam, G. 1995. Habitat fragmentation and parasitism of a forest damselfly. *Landscape Ecology*, 11(3):181-9.
- Willson, M.F. & Melampy, M.N. (1983). The effect of bicolored fruit displays on fruit removal by avian frugivores. *Oikos*, 41(1):27-31.
- Willson, M.F. & Whelan, C.J. (1990). The evolution of fruit color in fleshy-fruited plants. *American Naturalist*, 136(6):790-809.
- Willson, M.F. (1994). Fruit choices by captive American robins. *Condor*, 96(2):494-502.
- Wheelwright, N.T. & Janson, C.H. (1985). Colors of fruit displays of bird-dispersed plants in two tropical forests. *American Naturalist*, 126(6):777-99.
- Zar, J.H. (1999). *Biostatistical analysis*. New Jersey: Prentice Hall.

Recebido: 26/3/2013

Versão Final: 21/10/2013

Aprovado: 29/11/2013

The influence of shoreline availability on the density and richness of Chironomid larvae in Neotropical floodplain lakes

Influência da disponibilidade de margem sobre a densidade e a riqueza de larvas de Chironomidae em lagoas de inundação neotropical

Flávio Henrique Ragonha¹
Gisele Daiane Pinha¹
Camila Gentilin Bilia²
Renata Guglielmetti da Silva²
Rafael Prandini Tramonte²
Alice Michiyo Takeda²

ABSTRACT

The shoreline development index was created for temperate lakes. However, Neotropical lakes have different geological formations. For example, the difference between the littoral and limnetic zones in Neotropical lakes is not as sharp as those in temperate one, due to their low depths. Here, we proposed a modification of the shoreline development index for tropical lakes. We applied the modified index in 27 floodplain lakes of the Upper *Paraná* River. We found significant and positive relationships between the modified index and the density and richness of chironomids. These results suggest that the higher the availability of margins the higher the density and richness of larvae. The littoral zone of some lakes is complex, with submersed or emergent macrophytes, as well as branches and leaves that provide a wealth of habitats in this region. Therefore, the larger littoral zone seems to be the main factor structuring the chironomid community. Therefore, the modified index is an important statistical tool to indicate lakes in which chironomid richness is high due to the higher availability of littoral zone.

Key words: Biodiversity. Invertebrates. Littoral zone. Margin region. Upper *Paraná* River. Zoobenthic community.

¹ Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais. Av. Colombo, 5790, Jd. Universitário, 87020-900, Maringá, PR, Brasil. *Correspondência para/*Correspondence to: F.H. RAGONHA. E-mail: <flaviohragonha@yahoo.com.br>

² Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Biologia. Maringá, PR, Brasil.

RESUMO

Os índices de disponibilidade de margem em lagoas foram criados para a região temperada. No entanto, lagoas de ambientes temperados e neotropicais possuem diferentes formações geológicas. Por exemplo, a diferença entre a zona litorânea e a limnética não é tão acentuada em lagoas da região neotropical, devido às suas baixas profundidades. Neste estudo são propostas adaptações do índice de Hutchinson para lagoas tropicais. Aplicou-se este novo índice em 27 lagoas da planície aluvial do Alto Rio Paraná. O novo índice de disponibilidade de margens foi positivamente relacionado com a densidade e riqueza de Chironomidae. Estes resultados sugerem que quanto maior a disponibilidade de margens, maiores serão a densidade e a riqueza de larvas. A zona litorânea de algumas lagoas é complexa, com macrófitas submersas ou emergentes, além do substrato formado por galhos e folhiços que favorece a formação de diversos habitats nessa região. Portanto, a maior disponibilidade da zona litorânea parece ser o principal fator estruturador da comunidade de Chironomidae. Logo, o índice modificado demonstrou ser uma importante ferramenta estatística para indicar lagoas onde provavelmente encontram-se maiores valores de riqueza de Chironomidae, devido a maior disponibilidade em regiões litorâneas.

Palavras-chave: Biodiversidade. Invertebrados. Região litoral. Região marginal. Alto Rio Paraná. Zoobentos.

INTRODUCTION

Tropical river-floodplain systems have both high habitat heterogeneity and biodiversity (Lowe-McConnell, 1999). However, studies that tried to understand the origin of this diversity only began in the 1980s with the development of landscape ecology and spatial methods (Turner, 2005). The aim of landscape ecology is to understand how ecological processes affects spatial patterns. This discipline develops models and theories of spatial relationships, and foster investigations on spatial scales rarely addressed in ecology (Pickett & Cadenasso, 1995).

The importance of littoral zones of lakes as habitat for invertebrates and vertebrates has been widely explored (Weatherhead & James, 2001; Winfield, 2004; Porej & Hetherington, 2005). This zone provides heterogeneous areas with varying degrees of structural complexity, forming a mosaic of different microhabitats (Chick & McIvor, 1994). The high diversity found in floodplains and their lakes make these environments appropriated to test predictions about ecological processes (Bini et al., 2003).

Lakeshores have always been used for human settlement and activities (Liddle & Scorgie, 1980;

Ostendorp et al., 2004). These environments are increasingly being developed and altered by humans throughout the world (Radomski & Goeman, 2001; Beeton, 2002; Gulati & van Donk, 2002). These areas are important, since they represent the primary habitat for many species and play a key role in whole-lake functioning (Wetzel, 1990; Blumenshine et al., 1997; Schindler & Scheuerell, 2002; Vadeboncoeur et al., 2002). However, little is known about the contribution of the littoral zone to the diversity in lake ecosystems.

Studies on shoreline development in impacted lakes have grown since the 1980s. These studies investigated the zoobenthic fauna in those areas to make decisions on conservation and management (Brauns et al., 2007). However, most of these studies were developed in temperate lakes and marine environments, and equivalent counterparts in the Neotropics are still scarce. The Upper Paraná River floodplain is the last preserved area of this river and has a large variety of aquatic habitats with high diversity (Thomaz et al., 2007). This region is an important area for studies about the relationships between shoreline development and the density and richness of organisms.

Chironomidae larvae are a key component of aquatic communities inhabiting the littoral zone of lakes (Pinha et al., 2013), both in density and diversity (Epler, 2001; Walther et al., 2006; Mokany et al., 2008). Moreover, this group is useful to test species-environment relationships in ecological communities (Epler, 2001; Pinha et al., 2013) along lake microhabitats (Maasri et al., 2008).

Here, we proposed a new shoreline development index, and test its usefulness in floodplain lakes using chironomids as a case study. Based on the premise that lakes with more margins favor the establishment of chironomids. Therefore, we hypothesize that floodplain lakes with higher values of shoreline development index will have higher values of chironomid density and richness.

MATERIAL AND METHODS

Study area

This study was carried out in the Upper *Paraná* River floodplain, between the reservoirs of *Porto Primavera* and *Itaipu*, covering approximately 230 km (Souza-Filho & Stevaux, 1997). Floodplains like the Upper *Paraná* River have high environmental heterogeneity (Thomaz et al., 2007; Lansac-Tôha et al., 2009), with a mosaic of aquatic habitats at the transition between the terrestrial and aquatic realms (Thomaz et al., 2007). The Upper *Paraná* floodplain has several lakes (Souza Filho & Stevaux, 2004) that may be isolated from the main channel or not.

We sampled chironomids in 27 floodplain lakes in June, September, and December 2010, a period of low water. Half of them were connected to the main channel (*Peroba*, *Boca do Ipoitã*, *Patos*, *Finado Raimundo*, *Sumida*, *Pombas*, *Manezinho*, *Guaraná*, *Bilé*, *Leopoldo*, *Pau Véio*, *Porcos*, *Maria Luíza*, and *Gavião*); while the other half were isolated (*Ventura*, *Zé do Paco*, *Capivara*, *Jacaré*, *Cervo*, *Osmar*, *Traira*, *Genipapo*, *Clara*, *Fechada*, *Pousada das Garças*, *Aurélio*, and *Onça*) (Figure 1).

Sampling and identification

We established a transect that crossed each lake from one margin to another with three sampling points. We collected four samples at each point using a modified Petersen grab (0.0345m²), three to estimate density and richness of chironomids and one for granulometric analysis. The samples were placed in plastic containers and sieved using a set of sieves (mesh size 2.0, 1.0, and 0.2mm). The organisms retained on the 2.0 and 1.0mm sieves were removed and all sediment retained in the 0.2mm mesh was fixed in 80% ethanol. Samples were further sorted under stereoscopic microscope.

Chironomid larvae were dissected and mounted in slides with Hoyer medium following Trivinho-Strixino (2011). Larvae were identified to the lowest possible taxonomic level following Trivinho-Strixino (2011) and Epler (2001). Slides are stored at the Zoobentos laboratory *Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura/Universidade Estadual de Maringá* (Nupelia/UEM), *Maringá, Paraná, Brazil*.

We measured depth three times in each point. We used satellite images of the lakes to calculate area, using the software *Image-Pro Plus 4.5* (Media Cybernetics, 2001).

Index of littoral zones development

The shoreline development index (Hutchinson, 1957) relates actual lake shoreline length to one of a perfectly circular lake of equal area (Aronow, 1982).

The maximum value is 1.0, the ratio for a perfectly circular lake. The index value is influenced by the lake basin origin. Lakes in volcanic craters or caldera, limestone sinkholes, meteor craters, or in some glacial kettles usually have smaller index than those large ones from oxbows of alluvial plains or in glacial troughs.

The original formula proposed by Hutchinson (1957) for the shoreline development index is as follows:

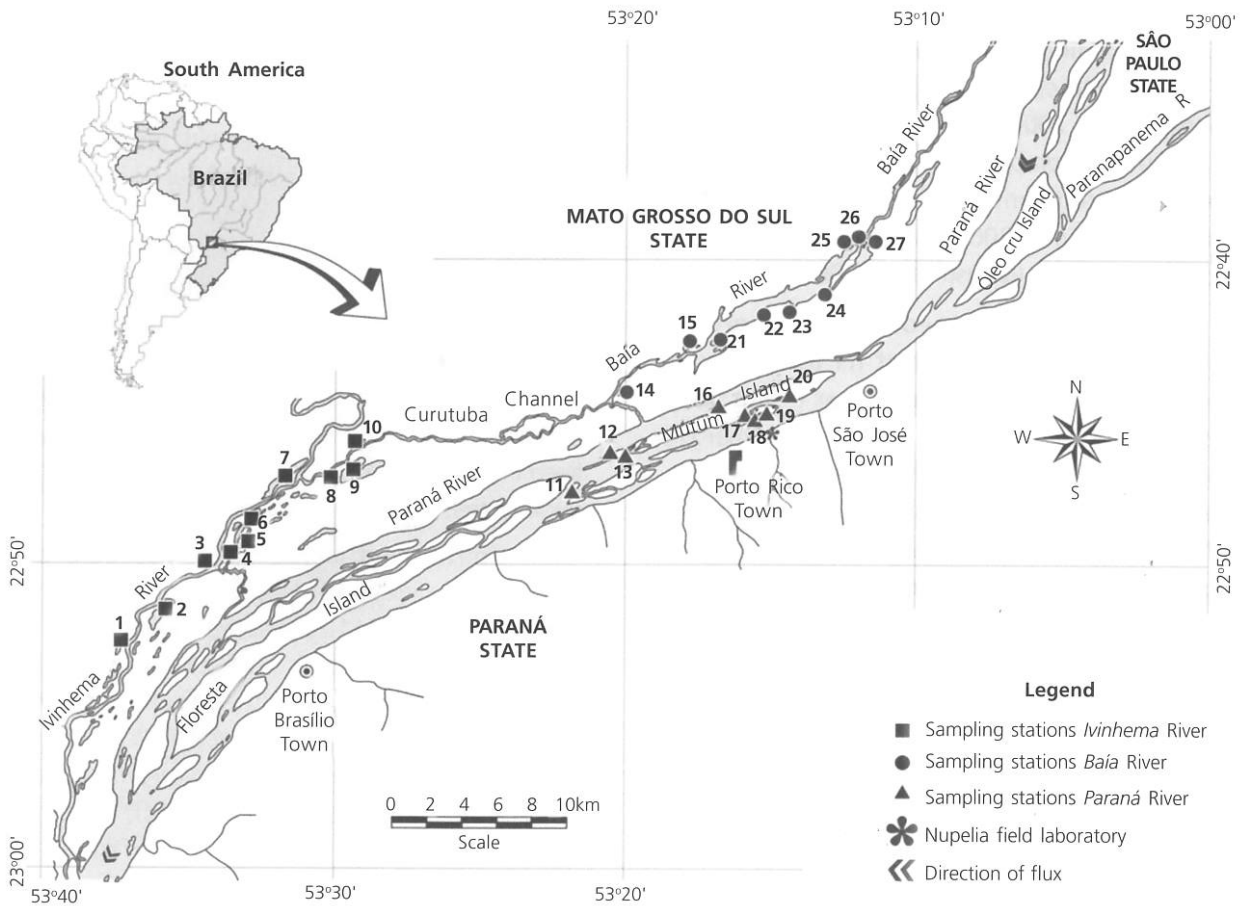


Figure 1. Location of the floodplain lakes sampled.

Note: 1. *Peroba*, 2. *Ventura*, 3. *Z do Paco*, 4. *Boca do Ipoitã*, 5. *Patos*, 6. *Capivara*, 7. *Finado Raimundo*, 8. *Jacar*, 9. *Sumida*, 10. *Cervo*, 11. *Pombas*, 12. *Manezinho*, 13. *Osmar*, 14. *Traira*, 15. *Guaran*, 16. *Bil*, 17. *Leopoldo*, 18. *Genipapo*, 19. *Clara*, 20. *Pau Vio*, 21. *Fechada*, 22. *Pousada das Garças*, 23. *Porcos*, 24. *Aurélio*, 25. *Maria Luza*, 26. *Gavião*, 27. *Ona*.

$$DL = \frac{\text{Perimeter}}{(\sqrt{\pi * \text{Area}}) * 2}$$

The shoreline development index was created based on temperate marine and lacustrine environments. However, previous studies have pointed out some limitations of this index when applied to tropical lakes. The main limitation is that those lakes are shallower than their temperate counterparts, due to their distinct geological formations. Then, to circumvent this drawback we added the difference in depth between the limnetic and littoral zones to the original index.

Thus, the formula of the modified index is as follows:

$$DL = \frac{\left(\frac{\text{Perimeter}}{(\sqrt{\pi * \text{Area}}) * 2} \right)}{(\text{Depth.center} - \text{Depth.littoral})}$$

Linear regression

We used linear regressions to test for the influence of shoreline development index on the density and richness of chironomids. Linearity, homoscedasticity, and normality were evaluated. The model formulae were:

$$\text{richness} = \alpha + \beta_{DL} * DL \quad \text{and} \quad \text{density} = \alpha + \beta_{DL} * DL$$

where α is the intercept, DL is the Shoreline Development Index, and β_{DL} is the regression slope.

RESULTS

We recorded 6,991 Chironomidae larvae from 104 morphotypes belonging to three subfamilies: 75 Chironominae, 4 Orthocladiinae, and 25 Tanypodinae. The richness was higher in lakes with high shoreline development index, such as the *Bilé* and *Clara* lakes (Chart 1).

There was a strong positive relationship between the shoreline development index and chironomid density ($R^2=0.37$; $p<0.001$; Chart 1; Figure 2). The regression model to predict chironomid density is as follows:

$$\text{Density of Chironomidae} = 3.084 + 0.506 * DL$$

We also found positive relationship between the shoreline development index and chironomid richness ($R^2=0.45$; $p<0.001$; Figure 3). The regression model to predict chironomid richness is as follows:

$$\text{Richness of Chironomidae} = 9.472 + 9.619 * DL$$

DISCUSSION

We found that the shoreline development index modified for floodplain Neotropical lakes influenced the density and richness of chironomids. This supports our hypotheses, which predicted a linear relationship between the shoreline development index and chironomid density and richness.

Contrarily to previous studies, our results demonstrated not only a difference within a lake (Stoffels *et al.*, 2005; Stander & Johnson, 2008; Schreiber & Brauns, 2010), but also between lakes. Accordingly, the shoreline development index seems

to be a useful variable to predict the diversity of zoobenthic organisms, such as chironomid larvae.

The littoral zone of lakes is an important refuge for many organisms, such as juvenile fish whose diet is based on aquatic invertebrates like insect larvae (Paterson & Whitfield, 2000; Stunz & Minello, 2001; Harter & Heck, 2006). Therefore, the predation by fish may have decreased the density of chironomids. Thus, we claim that predation should be accounted for when developing new indexes.

Richness showed a linear relationship with shoreline development index ($R^2=0.45$), which demonstrates the effectiveness of the modified index to predict chironomid richness.

Many studies pointed out that the high richness of floodplain lakes (Hamilton *et al.*, 2002; Zalocar De Domitrovic, 2003; Mitsch & Gosselink, 2007; Ragonha *et al.*, 2013) is mainly determined by lake morphometry. This relationship is still little understood due to the difficulty in sampling a large number of floodplain lakes, especially in the Neotropics (Fantin-Cruz *et al.*, 2008).

The differences in density and richness between the *Bilé*, *Clara*, and *Genipapo* lakes, with higher values and the *Ventura*, *Boca do Ipoitã* and *Gavião* with the lower values concur with our predictions that the inclusion of depth differences between the littoral and limnetic zones is important (Figure 4) to understand the community structure of chironomids. This correction in the index turned it suitable for Neotropical lakes.

The distribution of benthic organisms in lentic ecosystems is related to several factors, such as: food quality and availability, and substrate type (e.g., sandy, stone, wood, and aquatic macrophytes) (Palmer *et al.*, 1994; Quinn & Hickey, 1994; Townsend *et al.*, 1997). Our modified index showed to be appropriated to predict chironomid richness and density. However, it should be used along with other tools, such as those of landscape ecology, including edge effect and species area relationship, which could indicate environments that deserve to be further explored.

Chart 1. Incidence of chironomid morphospecies in the 27 floodplain lakes sampled.

Continued

Chironominae (family)	Occurrence Lakes
<i>Aedokritus</i> sp.1	Bil and Ven
<i>Asheum</i> sp.1	Bil, Gen, Leo, Osm, Pve, Man, Pat, Pgr, Fec, Mlu, Sum, Cer, Gua, Por and Per
<i>Beardius phytophilus</i> - Trivinho-Strixino & Strixino, 2000	Gen, Leo, Osm, Pve, Man, Pgr, Onc, Fec, Mlu, Cer, Gua and Por
<i>B. xylophilus</i> - Trivinho-Strixino & Strixino, 2000	Man
<i>Caladomyia</i> type A	Gen
<i>Caladomyia</i> type C	Gen and Mlu
<i>Caladomyia</i> type D	Pve
<i>C. ortoni</i> - Sawedall, 1981	Bil, Cla, Gen, Leo, Osm, Pve, Pat, Pgr, Fec, Cer, Gua, Ven and Bip
<i>C. riotarumensis</i> - Reiss, 2000	Pve
<i>Chironomus</i> type D	Bil, Cla, Gen, Pom, Osm, Pve, Man, Pat, Aur, Pgr, Fec, Mlu, Sum, Por, Cap and Gav
<i>Chironomus</i> type E	Leo
<i>Chironomus</i> type F	Cla, Gen
<i>Chironomus</i> gr. salinarius	Bil, Cla, Gen, Pom, Leo, Osm, Pve, Man, Cer and Ven
<i>Chironomus</i> sp.1	Mlu
<i>C. antonioi</i> - Correia & Trivinho-Strixino, 2007	Cla
<i>C. fittkai</i> - Correia & Trivinho-Strixino, 2007	Bil, Cla, Gen, Pom, Leo, Osm, Pve, Man, Pat, Aur, Pgr, Onc, Sum, Cer, Tra, Fra, Por, Cap and Ven
<i>C. gigas</i> - Reiss, 1974	Onc, Sum, Cer and Jac
<i>C. paragigas</i> - Reiss, 1974	Leo
<i>C. reissi</i> - Correia & Trivinho-Strixino, 2007	Cla and Gen
<i>C. sancticaroli</i> - Strixino & Strixino, 1982	Cla, Gen, Leo, Osm and Aur
<i>C. strenzkei</i> Fittkau, 1986	Bil, Cla, Gen, Osm and Aur
<i>Cladopelma</i> sp. 1	Leo and Gua
<i>Cladopelma</i> sp. 2	Gen
<i>Cladopelma</i> sp. 3	Sum
<i>C. forcipis</i> - Rampel, 1939	Bil, Gen, Pom, Osm, Aur, Tra and Cap
<i>Cryptochironomus reshchikov</i> - Silvia et al., 2010	Cla, Gen, Pve, Pat, Pgr, Onc, Fec, Mlu, Gua, Fra, Por and Ven
<i>Dicrotendipes</i> sp. 1	Gen, Pve, Fec, Mlu and Tra
<i>Dicrotendipes</i> sp. 2	Bil and Pve
<i>Dicrotendipes</i> sp. 3	Bil, Gen, Leo, Pve, Pat, Pgr, Fec and Mlu
<i>Endotribelos</i> sp. 2	Bil, Cla, Gen, Pom, Leo and Pve
<i>Endotribelos</i> sp. 3	Cla, Gen, Leo and Pve
<i>E. calophylli</i> - Roque & Trivinho-Strixino, 2008	Bil, Pve and Man
<i>E. euterpe</i> - Roque & Trivinho-Strixino, 2008	Leo
<i>Fissimentum</i> sp. 2	Cla, Gen and Leo
<i>Fissimentum</i> sp. 3	Pve
<i>Fissimentum</i> sp. 5	Vem
<i>Goeldichironomus</i> type A	Cla, Gen, Leo and Jac
<i>Goeldichironomus</i> type B	Cla, Gen and Osm
<i>G. holoprasinus</i> Goeldi, 1905	Fec
<i>G. luridus</i> - Trivinho-Strixino & Strixino, 2005	Bil, Pom, Pgr and Tra
<i>G. neopictus</i> - Trivinho-Strixino & Strixino, 1998	Bil, Cla, Gen, Pat, Pgr, Onc, Fec, Mlu, Sum, Cer, Gua, Tra, Fra, Jac, Por, Per, Vem, Bip and Gav
<i>G. petiolicola</i> - Trivinho-Strixino & Strixino, 2005	Gen and Osm
<i>Lauterborniella</i> sp. 1 - Thienemann & Bause, 1913	Bil and Bip
<i>Nilothauma</i> sp. 1	Gen, Pom, Pve and Ven
<i>Nilothauma</i> sp. 2	Vem
<i>Oukuriella jatai</i> - Trivinho-Strixino & Messias, 2005	Cla, Gen, Pve and Man
<i>Parachironomus cayapo</i> - Fittkau & Reiss, 1994	Bil, Cla, Gen, Leo, Osm, Aur, Mlu, Cer, Gua, Tra and Ven
<i>P. longistilus</i> - Paggi, 1997	Sum and Cap
<i>P. tirio</i> - Spies, Fittkau & Reiss, 1994	Per
<i>Paralauterborniella</i> sp. 1	Cla, Gen and Leo
<i>Pelomuns psamophilus</i> - Trivinho-Strixino & Strixino, 2008	Bil, Cla, Gen, Leo, Pve, Pat, Onc, Fec, Mlu, Sum, Cer, Gua, Fra, Por, Cap and Ven

Chart 1. Incidence of chironomid morphospecies in the 27 floodplain lakes sampled.

Continued

Chironominae (family)	Occurrence Lakes
<i>Polypedilum</i> sp. 1	Onc
<i>Polypedilum</i> sp. 2	Onc, Mlu, Cap and Gav
<i>Polypedilum</i> sp. 3	Cla, Gen, Leo and Ven
<i>Polypedilum</i> sp. 4	Cla, Leo, Fec, Cer and Zpc
<i>Polypedilum</i> (<i>Tripodura</i>) sp. 3	Cla, Gen, Pom, Leo, Pve, Pat, Aur, Pgr, Onc, Fec, Mlu, Sum, Cer, Zpc, Tra, Fra, Jac, Por, Per, Ven and Bip
<i>Polypedilum</i> (<i>Tripodura</i>) sp. 4	Bil, Cla, Gen, Pom, Leo, Osm, Pve, Man, Pat, Pgr, Onc, Mlu, Sum, Cer, Gua, Fra, Jac, Por, Per, Cap, Ven, Bip and Gav
<i>Rheotanytarsus</i> sp. 1	Bip
<i>Saetheria</i> sp. 1	Bil, Pom, Leo, Pat, Onc, Mlu, Sum, Por and Ven
<i>Stempellina</i> sp. 1	Gen, Leo and Pve
<i>Stenochironomus</i> sp. 1	Bil, Cla, Gen, Leo and Pve
<i>Tanytarsus</i> type A	Bil, Pom, Pve, Mlu and Gua
<i>Tanytarsus</i> type B	Bil
<i>Tanytarsus</i> type C	Bil, Pom, Pve, Man, Pat, Sum, Gua and Por
<i>Tanytarsus</i> type D	Bil, Cla, Gen, Leo, Osm, Pve, Man, Aur, Pgr, Fec, Mlu, Cer, Tra, Fra and Ven
<i>Tanytarsus</i> type E	Cla, Gen, Leo, Pgr, Fec, Zpc and Ven
<i>T. fittkai</i> - Sanseverino & Trivinho-Strixino, 2010	Cla, Gen, Fec, Cer and Ven
<i>T. giovannii</i> - Sanseverino & Trivinho-Strixino, 2010	Leo and Gua
<i>T. magnus</i> - Trivinho-Strixino & Strixino, 2004	Bil and Pve
<i>T. obiriciae</i> - Trivinho-Strixino & Sonada, 2006	Leo
<i>Xestochironomus</i> - Borkent, 1984	Cla and Gen
<i>Zavreliella</i> sp. 1	Cla, Gen, Fec, Cer and Tra
<i>Zavreliella</i> sp. 2	Bil, Gen, Leo, Osm, Pve, Pgr, Fec, Mlu and Fra
Orthocladiinae (family)	
<i>Corynoneura</i> sp. 3	Gen
<i>Cricotopus</i> sp. 1 - Wulp, 1874	Pve and Onc
<i>Paracladius</i> sp. 1	Gua
Tanypodinae (family)	
<i>Ablabesmya</i> (<i>Karelia</i>) sp. 1	Bil, Cla, Gen, Pom, Leo, Osm, Pve, Man, Pat, Pve, Onc, Mlu, Sum, Cer, Gua, Por, Ven and Gav
<i>Ablabesmya</i> (<i>Karelia</i>) sp. 2	Mlu
<i>A. annulata</i> sp. 1	Leo, Pat, Aur, Pgr, Onc, Fec, Mlu, Sum, Cer, Zpc, Gua, Tra, Por, Cap, Ven and Gav
<i>Clinotanypus</i> sp. 1	Onc and Por
<i>Coelotanypus</i> sp. 1 - Kieffer, 1913	Cla, Gen, Osm, Pat, Pgr, Onc, Mlu, Cer, Gua, Tra, Fra, Por, Ven and Gav
<i>Coelotanypus</i> sp. 2 - Kieffer, 1913	Bil, Cla, Gen, Pom, Leo, Osm, Pve, Man, Pat, Aur, Pgr, Onc, Fec, Mlu, Sum, Cer, Gua, Fra, Por, Per, Cap and Ven
<i>Coelotanypus</i> sp. 3	Gen and Onc
<i>Djalmabatista</i> sp. 2	Leo and Pat
<i>D. pulchra</i> Johannsen, 1908	Fec
<i>Fittkauimyia</i> sp. 1	Leo
<i>Labrundinia</i> sp. 2	Leo
<i>Labrundinia</i> sp. 5	Gen and Cer
<i>Labrundinia</i> sp. 10	Fec and Fra
<i>Labrundinia</i> sp. 12	Bil, Leo, Osm, Pgr, Fec, Mlu, Sum, Gua, Tra, Cap and Ven
<i>Labrundinia</i> sp. 13	Pat
<i>Labrundinia</i> sp. 14	Leo
<i>Labrundinia</i> sp. 15	Cer
<i>Labrundinia</i> sp. 16	Cap
<i>Labrundinia</i> sp. 17	Gen and Leo

Chart 1. Incidence of chironomid morphospecies in the 27 floodplain lakes sampled.

Conclusion

Tanypodinae (family)

<i>Procladius</i> type B	Bil, Pve, Man, Pat, Aur, Pgr, Onc, Fec, Mlu, Sum, Cer, Gua, Fra, Jac, Por, Per, Ven, Bip and Gav
prox. <i>Procladiini</i>	Gua
<i>Tanypus</i> sp. 2	Osm, Pat, Onc, Mlu, Sum, Jac, Ven and Bip
<i>Tanypus</i> sp. 3	Gen, Osm, Aur, Sum, Cer, Tra and Jac
<i>T. stellatus</i> - Coquillett, 1902	Bil and Pve
<i>T. punctipennis</i> - Coquillett, 1902	Leo, Onc, Mlu, Jac, Por, Cap and Ven
<i>Thienemannimyia</i> sp. 1	Gen

Note: Legend: Bil: *Bilé*; Cla: *Clara*; Gen: *Genipapo*; Pom: *Pombas*; Leo: *Leopoldo*; Osm: *Osmar*; Pve: *Pau Véio*; Man: *Manezinho*; Pat: *Patos*; Aur: *Aurélio*; Pgr: *Pousada das Garças*; Onc: *Onça*; Fec: *Fechada*; Mlu: *Maria Luiza*; Sum: *Sumida*; Cer: *Cervo*; Zpc: *Zê do Paco*; Gua: *Guaraná*; Tra: *Traira*; Fra: *Finado Raimundo*; Jac: *Jacarê*; Por: *Porcos*; Per: *Peroba*; Cap: *Capivara*; Ven: *Ventura*; Bip: *Boca do Ipoitã*; Gav: *Gavião*.

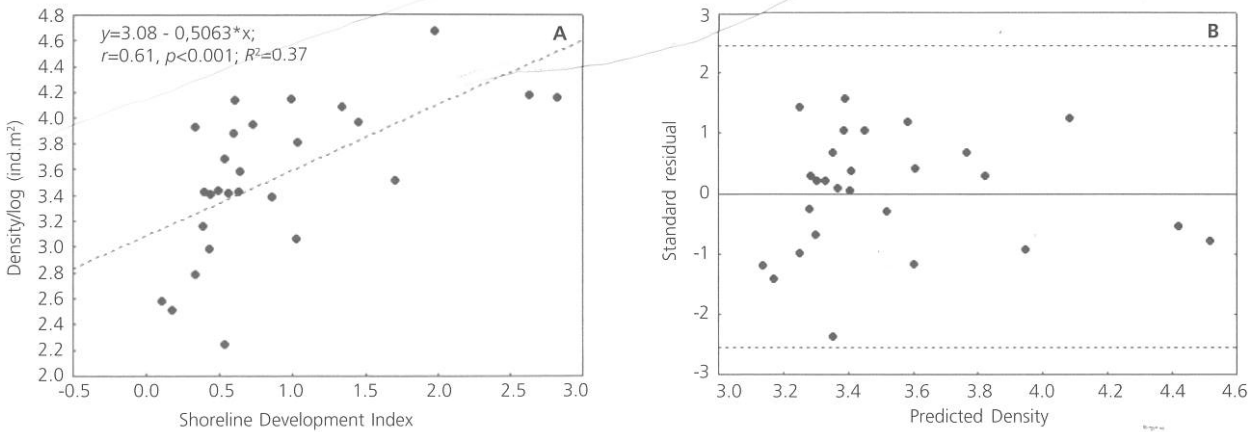


Figure 2. Regression results (A) and Standard Residual plot (B) between the modified shoreline development index and the density of chironomids.

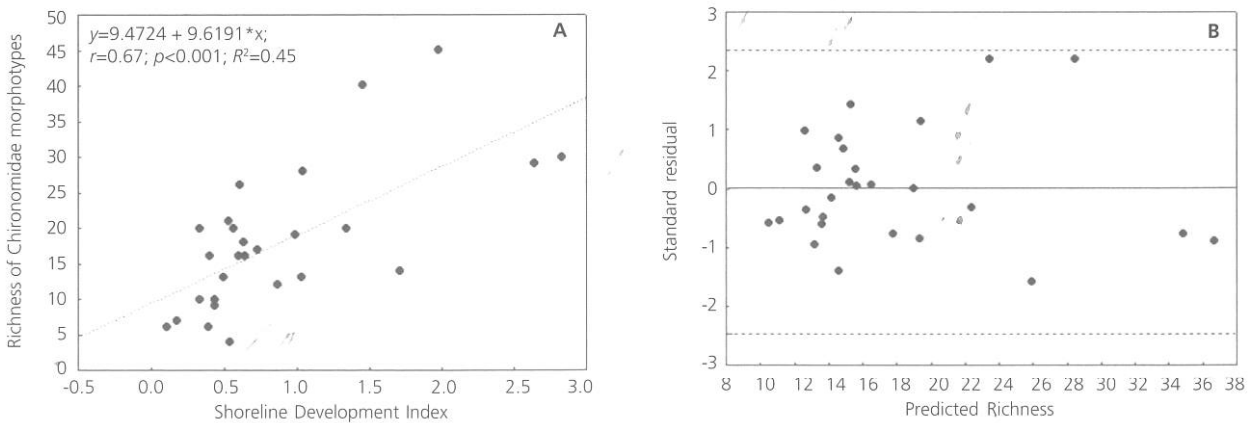


Figure 3. Regression results (A) and Standard Residual plot (B) between the modified shoreline development index and the richness of chironomids.

IMAGES AND MORPHOMETRICS OF FLOODPLAIN LAKES

Floodplains with Higher shoreline development index

Bilé
 22° 45' 14.55" S
 53° 17' 11.05" W
 Area = 32.927m²
 Depth (central - margin) = 1.3m

Clara
 22° 45' 20.80" S
 53° 15' 30.70" W
 Area = 2.189m²
 Depth (central - margin) = 1.5m

Genipapo
 22° 45' 34.20" S
 53° 16' 08.40" W
 Area = 294m²
 Depth (central - margin) = 1.0m



< Areas
 < Depths (central - margin)

Floodplains with Lesser shoreline development index

Ventura
 22° 51' 33.34" S
 53° 36' 03.67" W
 Area = 964.313m²
 Depth (central - margin) = 4.5m

Boca do Ipoitã
 22° 50' 06.63" S
 53° 33' 57.26" W
 Area = 29.923m²
 Depth (central - margin) = 6.5m

Gavião
 22° 41' 00.54" S
 53° 13' 56.30" W
 Area = 98.516m²
 Depth (central - margin) = 4.3m



< Areas
 < Depths (central - margin)

Figure 4. Satellite image of floodplain lakes with the three highest and three lowest shoreline development index, along with their area and depth (central - margin).

The modification of the shoreline development index for tropical regions predicted satisfactorily chironomid richness and density. Therefore, this index can be used in future studies on other aquatic organisms, contributing to the conservation and management of Neotropical floodplain lakes. Moreover, the easiness in obtaining the data required makes it an important tool for identifying areas with high aquatic biodiversity.

ACKNOWLEDGEMENTS

The *Programa Ecológico de Longa Duração, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* and *Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura* provided financial support. Luiz Carlos Gomes helped with the statistical analysis. Diogo B. Provete helped with English language.

REFERENCES

- Aronow, S. (1982). Lakes: Coastal morphology. In: Schwartz, M.L. (Ed). *Encyclopedia of Beaches and Coastal Environments*. Stroudsburg: Hutchinson Ross Publishing. p.509-13.
- Beeton, A.M. (2002). Large freshwater lakes: Present state, trends, and future. *Environmental Conservation*, 29(1):21-38.
- Bini, L.M.; Velho, L.F.M. & Lansac-tôha, F.A. (2003). The effect of connectivity on the relationship between local and regional species richness of testate amoebae (*Protozoa, Rhizopoda*) in floodplain lagoons of the Upper Paraná River, Brazil. *Acta Oecologica*, 24(1):145-51.
- Blumenshine, S.C.; Vadeboncoeur, Y.; Lodge, D.M.; Cottingham, K.L. & Knight, S.E. (1997). Benthic-pelagic links: Responses of benthos to water-column nutrient enrichment. *Journal of the North American Benthological Society*, 16(3):466-79.
- Brauns, M.; Garcia, X.F.; Walz, N. & Pusch, M.T. (2007). Effects of human shoreline development on Littoral Macroinvertebrates in Lowland Lakes. *Journal of Applied Ecology*, 44(6):1138-44.
- Chick, J.H. & McIvor, C.C. (1994). Patterns in the abundance and composition of fishes among beds of different macrophytes: Viewing a littoral zone as a landscape. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 51(12):2873-882.
- Epler, J.H. (2001). *Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina: A guide to the taxonomy of the midges of the southeastern United States, including Florida*. Special Publication SJ2001-SP13. Palatka, FL: Johns River Water Management District. Available from: <floridaswater.com/technicalreports/pdfs/SP/SJ2001-SP13.pdf>.
- Fantiri-Cruz, I.; Loverde-Oliveira, S. & Girard, P. (2008). Caracterização morfométrica e suas implicações na limnologia de lagoas do Pantanal Norte. *Acta Scientiarum: Biological Sciences*, 30(2):133-40.
- Gulati, R.D. & van Donk, E. (2002). Lakes in the Netherlands, their origin, eutrophication and restoration: State-of-the-art review. *Hydrobiologia*, 478(1-3):73-106.
- Hamilton, S.K; Sippel, S.J. & Melack, J.M. (2002). Comparison of inundation patterns among major South American floodplains. *Journal of Geophysical Research*, 107(D20):31-44.
- Harter, S.L & Heck, K.L. Jr. (2006). Growth rates of juvenile pinfish (*Lagodon rhomboides*): Effects of habitat and predation risk. *Estuaries and Coasts*, 29(2):318-27.
- Hutchinson, G.E. (1957). *A treatise on limnology v.1: Geography, physics and chemistry*. Wiley. p.1015.
- Lansac-Tôha, F.A.; Bonecker, C.C.; Velho, L.F.M.; Simões, N.R.; Dias, J.D.; Alves, G.M., et al. (2009). Biodiversity of zooplankton community in the Upper Paraná river floodplain: interannual variation from long-term studies. *Brazilian Journal Biological*, 69(2 Suppl):539-49.
- Liddle, M.J. & Scorgie, H.R.A. (1980). The effect of recreation on freshwater plants and animals: A review. *Biological Conservation*, 17(3):183-206.
- Lowe-McConnell, R.H. (1999). *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo: Edusp. p.19-38.
- Maasri, A.; Fayolle, F.; Gandouin, E.; Garnier, R. & Franquet, E. (2008). Epilithic chironomid larvae and water enrichment: Is larval distribution explained by epilithon quantity or quality? *Journal of the North American Benthological Society*, 27(1):38-51.
- Media Cybernetics Inc. (2001). *Image-PRO Plus 4.5.0.29*. Silver Spring: Media Cybernetics.
- Mitsch, W.J. & Gosselink, J.G. (2007). *Wetlands*. 4th ed. New York: John Wiley & Sons.
- Mokany, A.; Wood, J.T. & Cunningham, S.A. (2008). Effect of shade and shading history on species abundances and ecosystem processes in temporary ponds. *Freshwater Biology*, 53(10):1917-28.
- Ostendorp, W.; Schmieder, K. & Jöhnk, K. (2004). Assessment of human pressures and their hydromorphological impacts on lakeshores in Europe. *Ecology and Hydrobiology*, 4(4):229-45.
- Palmer, C.; Palmer, A.; O'keefe, J. & Palmer, R. (1994). Macroinvertebrate community structure and altitudinal

- changes in the upper reaches of a warm temperature Southern African river. *Freshwater Biology*, 32(2):337-48.
- Paterson, A.W. & Whitfield, A.K. (2000). Does shallow water habitats function as refugia for juvenile fishes? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 51(3):359-64.
- Pickett, S.T.A. & Cadenasso, M.L. (1995). Landscape ecology: Spatial heterogeneity in ecological systems. *Science*, 269(5222):331-4.
- Pinha, G.D.; Alessio, P.C.; Gurski, F.A; Sacramento, P.A; Pezenti, T.A. & Takeda, A.M. (2013a). Spatial distribution of larvae Chironomidae assemblage (Insecta: Diptera) in five floodplain lakes of Ilha Grande National Park (Paraná, Mato Grosso do Sul - Brazil). *Acta Scientiarum: Biological Sciences*, 35(2):169-77.
- Pinha, G.D.; Aviz D.; Lopes Filho, D.R.; Petsch, D.K.; Marchese M.R. & Takeda, A.M. (2013b). Longitudinal distribution of the Chironomidae (Diptera) assemblage downstream from a dam in a neotropical river. *Brazilian Journal Biological*, 73(3):549-58.
- Porej, D. & Hetherington, T.E. (2005). Designing wetlands for amphibians: The importance of predatory fish and shallow littoral zones in structuring of amphibian communities. *Wetlands Ecology Management*, 13(4):445-455.
- Quinn, J.M. & Hickey, C.W. (1994). Hydraulic parameters and benthic invertebrate distributions in two gravel-bed New Zealand River. *Freshwater Biology*, 32(2):489-500.
- Radomski, P. & Goeman, T.J. (2001). Consequences of human lakeshore development on emergent and floating-leaf vegetation abundance. *North American Journal of Fisheries Management*, 21(1):46-61.
- Ragonha F.H.; Chiaramonte J.B.; Fonte Junior, H.M.; Cunha, E.R.; Benedito, E. & Takeda A.M. (2013). Spatial distribution of aquatic Oligochaeta in Ilha Grande National Park, Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 35(1):63-70.
- Schindler, D.E. & Scheuerell, M.D. (2002). Habitat coupling in lake ecosystems. *Oikos*, 98(2):177-89.
- Schreiber, J. & Brauns, M. (2010). How much is enough? Adequate sample size for littoral macroinvertebrates in lowland lakes. *Hydrobiologia*, 649(1):365-73.
- Souza-Filho, E.E. & Stevaux, J.C. (2004). Geology and geomorphology of the Baía-Curutuba- Ivinheima River complex. In: Thomaz, S.M.; Agostinho, A.A. & Hahn, N.S. (Ed.). *The Upper Paraná River and its Floodplain: Physical aspects, ecology and conservation*. Maringá: EDUEM. p.1-30.
- Souza-Filho, E.E. & Stevaux, J.C. (1997). Geologia e geomorfologia do complexo rio Baía, Curutuba & Ivinheima. In: Vazzoler, A.E.A.M.; Agostinho, A.A. & Hahn N.S. (Ed.). *Planície de inundação do Alto rio Paraná*. Maringá: EDUEM. p.3-46.
- Stander, S. & Johnson, R.K. (2008). Tracking recovery trends of boreal lakes: Use multiple indicator and habitat. *Journal of the North American Benthological Society*, 27(3):529-40.
- Stoffels, R.J.; Clarke, K.R. & Closs, G. (2005). Spatial scale and benthic community organisation in the littoral zones of large oligotrophic lakes: Potential for cross-scale interactions. *Freshwater Biology*, 50(7):1131-45.
- Stunz, G.W. & Minello, T.J. (2001). Habitat-related predation on juvenile wild-caught and hatchery-reared red drum *Sciaenops ocellatus* (Linnaeus). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 260(1):13-25.
- Thomaz, S.M.; Bini, L.M. & Bozelli, R.L. (2007). Floods increase similarity among aquatic habitats in river-floodplain systems. *Hydrobiologia*, 579(1):1-13.
- Townsend, C.R.; Abruckle, C.J.; Crowl, T.A. & Scarsbrook, M.R. (1997). The relationship between land use and physicochemistry, food resources and macroinvertebrate communities in tributaries of the Taieri River, New Zealand: A hierarchically scaled approach. *Freshwater Biology*, 37(1):177-91.
- Turner, M.G. (2005). Landscape ecology in North America: Past, present, and future. *Ecology*, 86(8):1967-74.
- Trivinho-Strixino, S. (2011). *Larvas de Chironomidae: guia de identificação*. São Carlos: UFSCar.
- Vadeboncoeur, Y.M.; Zanden, J.V. & Lodge, D.M. (2002). Putting the Lake Back Together: Reintegrating benthic pathways into lake food web models. *BioScience*, 52(1):44-54.
- Walther, D.A.; Whiles, M.R. Flinn, M.B. & Butler, D.W. (2006). Assemblage-level estimation of nontanypodine chironomid growth and production in a southern Illinois stream. *Journal of the North American Benthological Society*, 25(2):444-52.
- Weatherhead, M.A. & James, M.R. (2001). Distribution of macroinvertebrates in relation to physical and biological variables in the littoral zone of nine New Zealand lakes. *Hydrobiologia*, 462(1-3):115-29.
- Wetzel, R.G. (1990). Land-water interfaces: Metabolic and limnological regulators. Edgardo Baldi Memorial Lecture. 24th Congress Societas Internationalis Limnologiae. *Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 24(1):6-24.
- Winfield, I.J. (2004). Fish in the littoral zone: Ecology, threats and management. *Limnologica*, 34(1-2):124-31.
- Zalocar de Domitrovic, Y. (2003). Effect of fluctuations in water level on phytoplankton development in three lakes of the Paraná river floodplain (Argentina). *Hydrobiologia*, 510(1-3):175-93.

Received on: 30/8/2013

Final version on: 2/10/2013

Approved on: 28/10/2013

Índices bióticos mono e multimétricos de avaliação da qualidade da água em riachos de Mata Atlântica

Mono and multimetric biotic indices for the evaluation of water quality in Atlantic Forest streams

Claudia Eiko Yoshida¹
Virgínia Sanches Uieda²

RESUMO

Os protocolos de avaliação de habitats e os índices bióticos utilizados no biomonitoramento de rios no Brasil fornecem boas informações sobre a qualidade da água e indicações sobre as modificações do ecossistema aquático. No entanto, a interpretação de seus resultados têm limitações. Estudos anteriores apontaram limitações destes índices para aferir a qualidade de riachos de baixa ordem, já que os índices medem somente impactos orgânicos. A degradação ambiental desses riachos está relacionada principalmente a impactos causados pela alteração da paisagem, tais como erosão, assoreamento, retificação do canal, perda de mata ciliar, e redução do fluxo da água. Os riachos da Serra do Japi estão sujeitos a alguns desses impactos provocados por atividades rurais. Portanto, neste estudo foi avaliado se a redução das características naturais de alguns desses ambientes diminuiria a qualidade da água. A pontuação obtida pela aplicação do Protocolo de Diversidade de Habitat salientou a ação de impactos difusos da atividade agrorural sobre a qualidade do habitat. Porém, os índices bióticos aplicados - *Biological Monitoring Working Party Score System*, *Average Score Per Taxon* e Índice da Comunidade Bentônica para Rios -, não foram afetados pelos usos do entorno dos riachos, já que apontaram alta qualidade da água de todos os ambientes analisados. Uma adequação dos atributos e da classificação a partir das pontuações é sugerida para uma melhor definição de políticas de conservação da área.

Palavras-chave: Cabreúva. Diversidade de habitat. Jundiá. Macroinvertebrados. Nascentes.

¹ Associação Mata Ciliar. Av. Emilio Antonon, 1000, Chácara Aeroporto, 13212-010, Jundiá, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: C.E. YOSHIDA. E-mail: <claudia.yoshida@mataciliar.org.br>

² Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências, Departamento de Zoologia. Botucatu, SP, Brasil.

ABSTRACT

Protocols for rapid habitat evaluation and the biotic indices used in biomonitoring of streams in Brazil provide useful information about water quality and modifications in the ecosystem. However, the interpretation of their results is limited. Previous studies pointed out the low sensitivity of those indices to measure the quality of low-order streams, since they only measure organic impacts. Environmental degradation of these streams is mainly related to impacts caused by landscape change, such as erosion, siltation, channel change, loss of riparian vegetation, and reduction in water flow. The streams of the Serra do Japi are under some of these impacts, caused by agricultural activities. In this study, we evaluated whether the reduction of natural characteristics in these environments would decrease water quality. The Protocol of Habitat Diversity was affected by the impacts of agricultural activities. However, the other three biotic indices: Biological Monitoring Working Party Score System, Average Score Per Taxon, and Index of Benthic Community were not as sensitive to those impacts, since they all indicated a high water quality. An adaptation of the attributes and the scoring system is suggested for defining better policies for the conservation of this area.

Key words: *Cabreúva. Hábitat diversity. Jundiá. Macroinvertebrates, headwaters.*

INTRODUÇÃO

A avaliação das condições ecológicas em riachos de cabeceira e o monitoramento das bacias hidrográficas são práticas importantes para programas de controle ambiental. Para essa análise da qualidade ambiental, é necessário utilizar sistemas de referência, ou seja, ambientes com suas condições naturais preservadas para serem comparados a outros sujeitos a diferentes níveis de impacto antrópico. Devido, entretanto, à grande variabilidade de condições encontradas em diferentes redes hidrográficas, muitas vezes é necessária uma adequação dos atributos analisados.

A avaliação da diversidade de habitats constitui uma ferramenta importante e de rápida aplicação para a análise das condições do habitat e do nível de conservação do sistema em estudo (Callisto *et al.*, 2001; Callisto *et al.*, 2002). O protocolo simplificado de avaliação de habitats, proposto por Callisto *et al.* (2002), permite diagnosticar a saúde do ambiente aquático e de toda a bacia hidrográfica, podendo servir de base para a implementação de medidas de conservação e de recuperação de áreas naturais.

Os índices bióticos monométricos consistem em atribuir ao táxon coletado uma pontuação baseada na sua tolerância diante da degradação ambiental; o somatório da pontuação dos táxons determina a qualidade da água do local. O *Biological Monitoring Working Party Score System* (BMWP), índice monométrico empregado em estudos de biomonitoramento em Minas Gerais (Junqueira & Campos, 1998; Junqueira *et al.*, 2000), tem como princípio pontuar organismos em função da sua sensibilidade diante da poluição orgânica: recebem pontos mais altos os táxons sensíveis, e pontos mais baixos, os táxons tolerantes. Um dos problemas na aplicação desse índice está no fato de rios maiores apresentarem maior diversidade taxonômica; é utilizado para correção desse problema o sistema denominado *Average Score Per Taxon* (ASPT) (Baptista, 2008).

O Índice da Comunidade Bentônica para Rios (ICB_{Rio}), um índice multimétrico empregado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), é aplicado na rede de biomonitoramento do estado de São Paulo para grandes rios e consiste na ponderação de várias métricas, como riqueza taxonômica, índice de diversidade, dominância de grupos tolerantes à poluição e número de táxons

sensíveis à poluição, e o resultado final é o valor médio das ponderações encontradas e consequente classificação da qualidade da água (CETESB, 2011). As métricas utilizadas no cálculo do ICB_{Rio} tem como base as respostas esperadas diante de um impacto, como tendência à redução da riqueza, da diversidade e dos táxons sensíveis e ao aumento da dominância dos grupos tolerantes (Suriano *et al.*, 2010).

Embora os índices estudados forneçam boas informações sobre a qualidade da água e indicações sobre as modificações do ecossistema aquático, eles apresentam limitações quanto à interpretação de seus resultados, que podem refletir tanto a degradação ou melhora do ambiente, quanto mostrar aspectos naturais de distribuição da comunidade bentônica no espaço (Vannote *et al.*, 1980; Vinson & Hawkins, 1998) e no tempo (Kappes *et al.*, 2010). O BMWP também recebe críticas com relação a sua aplicação regional e à suposta capacidade de medir somente impactos orgânicos (Baptista, 2008). O ICB_{Rio} é mais utilizado na classificação das águas de rios de grande porte e sujeitos a impactos urbanos, geralmente associados à poluição orgânica. Por isso, este último índice deixa dúvidas quanto à sensibilidade em aferir a qualidade de riachos de baixa ordem, que apresentam degradação ambiental relacionada a impactos difusos de alteração da paisagem, como erosão, assoreamento, retificação do canal, perda de mata ciliar, redução do fluxo da água, entre outros.

A serra do Japi é uma importante área de proteção ambiental do interior do estado de São Paulo. Embora esteja amparada por diversos mecanismos legais para sua conservação, a legislação não se torna suficiente para garantir a proteção da área, visto que 90% de suas terras são propriedades particulares, a fiscalização é precária e a de falta conhecimento sobre sua biodiversidade dificulta seu manejo e monitoramento (Jesus & Cavalheiro, 2004).

Considerando que os riachos da serra do Japi são de pequeno porte e estão sujeitos a impactos difusos provocados por atividades agrorurais, questiona-se se a redução das características naturais

de alguns desses ambientes causaria perda de qualidade da água. Assim, dentro desse contexto, o presente trabalho teve por objetivos avaliar a qualidade da água de trechos de riachos da Serra do Japi e analisar a influência do espaço e do tempo nos índices bióticos adotados em programas brasileiros de biomonitoramento da água.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O trabalho foi realizado durante 2005, 2006 e 2007, na serra do Japi, localizada no interior do estado de São Paulo, entre as coordenadas $46^{\circ}52'36''W$ e $23^{\circ}11'36''S$. A região faz parte das Áreas de Proteção Ambiental (APA) de Jundiáí (47,67%), Cabreúva (41,16%) e Cajamar (0,68%) (Figura 1), e integra a Unidade de Gerenciamento Hídrico Piracicaba-Capivari-Jundiáí na região do Médio Tietê. Com extensão total de 350km^2 , a região é considerada um dos últimos e o maior remanescente de área contínua de floresta estacional semidecidual de Mata Atlântica do interior do estado de São Paulo (Morellato, 1992).

O zoneamento ambiental adotado na região, definido por Decreto Estadual (nº 43.284/98 de São Paulo) e Lei Municipal (nº 417/04 de Jundiáí), inclui uma Zona de Conservação (ZC) e uma área de Reserva Biológica (RB) (Figura 1). Um total de oito riachos foi estudado, três pertencentes a uma microbacia insérvida na Reserva Biológica e cinco pertencentes a duas microbacias inseridas na Zona de Conservação (Figura 1 e Tabela 1).

Coleta de Dados

Em 2005 e 2006, durante dois meses da estação chuvosa (janeiro 2005 e fevereiro 2006) e dois meses da estação seca (julho e agosto 2005), foram amostrados quatro riachos, por uma extensão de 30m cada um. Dois riachos pertencem à microbacia do ribeirão Guaxinduva (GX1 e GX2) e dois à microbacia do ribeirão Ermida (ER1 e ER2)

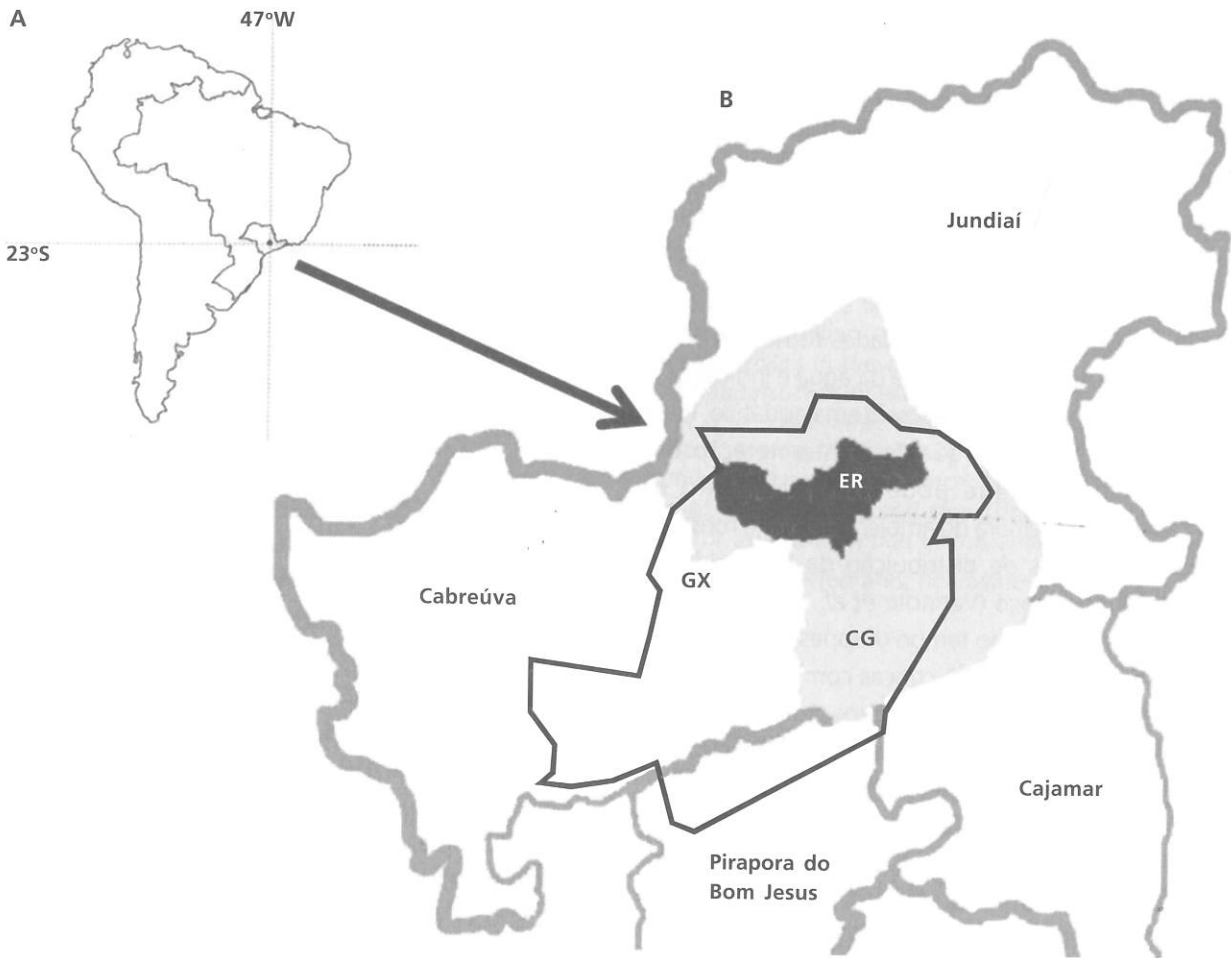


Figura 1. A: Localização da Serra do Japi no Estado de São Paulo, Brasil. B: Limite dos municípios de Jundiá, Cabreúva, Cajamar e Pirapora do Bom Jesus, dentro dos quais se encontra a área de tombamento da Serra do Japi (linha preta). As áreas pintadas indicam o zoneamento ambiental adotado em Jundiá, incluindo uma zona de conservação (cinza claro) e uma reserva biológica (preto).

Nota: Letras maiúsculas indicam a localização das microbacias dos riachos estudados: ER (Ermida), GX (Guaxinduva) e CG (Caguaçu).

Fonte: Plano de Manejo da Reserva Biológica Municipal da Serra do Japi, Prefeitura Municipal de Jundiá, 2010.

Tabela 1. Localização, características ambientais e resultados da aplicação do protocolo de Diversidade de hábitat, segundo Callisto *et al.* (2000) para os riachos de três microbacias localizadas na Serra do Japi (SP).

Microbacia	Guaxinduva (GX)			Ermida (ER)			Caguaçu (CG)		
	GX1	GX2	ER1	ER2	ER3	CG1	CG2	CG3	
Código	GX1	GX2	ER1	ER2	ER3	CG1	CG2	CG3	
APA	Cabreúva	Cabreúva	Jundiá	Jundiá	Jundiá	Jundiá	Jundiá	Jundiá	
Zoneamento	ZC	ZC	RB	RB	RB	ZC	ZC	ZC	
Ordem do canal	5ª	5ª	2ª	4ª	1ª	1ª	2ª	5ª	
Altitude (m)	900	850	1050	904	853	800	750	750	
Latitude	23°17'5"	23°17'4"	23°14'36"	23°13'46"	23°13'39"	23°17'3"	23°18'28"	23°18'27"	
Longitude	47°0'29"	47°1'33"	46°57'7"	46°58'1"	46°58'7"	46°56'23"	46°56'29"	46°56'29"	
Diversidade de hábitat	86	83	95	98	94	83	90	75	

Nota: ZC: Zona de Conservação; RB: Reserva Biológica; APA: Áreas de Proteção Ambiental; GX: Guaxinduva; ER: Ermida; CG: Caguaçu.

(Tabela 1). Em cada riacho, foram coletadas por mês seis amostras da comunidade de macroinvertebrados com amostrador tipo Surber (30x30cm e malha de 500 μ m). As amostras foram armazenadas em gelo até a triagem, quando o material foi despejado em bandeja branca e visualmente triado com auxílio de luz incidente.

Em 2006 e 2007, durante dois meses da estação seca (julho e agosto 2006) e dois da chuvosa (janeiro e fevereiro 2007), foram amostrados seis riachos, por uma extensão de 100m cada um. Três riachos pertencem à microbacia do ribeirão Ermida (ER1, ER2 e ER3) e três à microbacia do ribeirão Caguaçu (CG1, CG2 e CG3), tendo o CG1 sido amostrado somente durante a estação seca de 2006 (Tabela 1). Em cada riacho, foram selecionadas cinco áreas de 5m de comprimento cada uma, onde foram coletadas quatro amostras de macroinvertebrados (duas nas margens e duas no leito) por meio de um amostrador tipo surber (15x15cm e malha 500 μ m), em um total de 20 amostras por riacho e por mês de coleta. As amostras foram fixadas em álcool 70% e triadas em laboratório com auxílio de estereomicroscópio.

Para identificação dos organismos, utilizaram-se estereomicroscópio, microscópio e as publicações de Lopretto & Tell (1995), Merritt & Cummins (1996), McCafferty (1998), Fernández & Dominguez (2001), Melo (2003), Costa *et al.* (2004) e Calor (2007).

Análise dos dados

A qualidade ambiental dos riachos da serra do Japi foi avaliada sob dois aspectos: a) qualidade do hábitat físico através do protocolo de Diversidade de Hábitat (DH) elaborado por Callisto *et al.* (2002) e, b) qualidade da água aferida de acordo com três índices bióticos: BMWP (Junqueira *et al.*, 2000), ASPT (Chessman, 1995) e ICB_{Rio} (CETESB, 2011). Como o esforço amostral e a metodologia de triagem foram diferentes para os dois períodos de amostragem, os cálculos dos índices bióticos foram realizados separadamente para os dados obtidos em 2005-2006 e 2006-2007.

O protocolo de Diversidade de Hábitat, numa escala que varia de 0 a 100 pontos, classifica os riachos em natural, alterado e impactado. As maiores pontuações são atribuídas aos riachos mais íntegros e/ou próximos às condições naturais, com maior área de mata ciliar, pouca ou nenhuma erosão, sinuosidade no traçado, presença de corredeiras, ausência de intervenções humanas, entre outras (Callisto *et al.*, 2002).

O *Biological Monitoring Working Party Score System* considera os macroinvertebrados identificados, em sua maioria, no nível taxonômico de família, com pontuação que varia de 1 a 10. Táxons sensíveis à poluição orgânica recebem pontos mais altos, enquanto os tolerantes recebem pontos mais baixos (Junqueira *et al.*, 2000). Visando minimizar a influência do tamanho do rio na pontuação BMWP, foi aplicado também o ASPT, que leva em conta o valor obtido do somatório BMWP, dividido pelo número de táxons pontuados encontrados (Baptista, 2008).

Para o cálculo do ICB_{Rio}, adotou-se o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') em vez do Índice de Comparação Sequencial (ICS) recomendado pela CETESB, e consideraram-se como táxons sensíveis à poluição as famílias de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT), e como grupos tolerantes, Oligochaeta e Chironomidae. O *software* PRIMER 6 (Clarke & Gorley, 2006) foi utilizado no cálculo da diversidade e equitabilidade, e a razão da dominância de grupos tolerantes (T/DT) foi obtida pela divisão das abundâncias de Oligochaeta e Chironomidae pela somatória das abundâncias de todos os táxons.

RESULTADOS

Os riachos estudados na serra do Japi apresentaram diferentes valores de DH, sendo as maiores pontuações obtidas para os afluentes do ribeirão Ermida (ER1, ER2 e ER3), e as menores, para os afluentes dos ribeirões Guaxinduva (GX1, GX2) e Caguaçu (CG1, CG2 e CG3) (Tabela 1).

A partir da abundância dos táxons amostrados (Tabela 2), foram calculados os índices bióticos (Tabela 3) para classificação da qualidade da água. Essa classificação variou conforme o índice biótico utilizado, sendo considerada excelente pelo BMWP,

limpa ou levemente poluída pelo ASPT e boa ou ótima pelo ICB_{Rio} (Tabela 3).

Ao se compararem os resultados encontrados em ER1 e ER2 nos dois períodos de coleta (2005-2006 e 2006-2007), fica evidente que as diferenças

Tabela 2. Abundância absoluta dos grupos de macroinvertebrados coletados nos riachos da serra do Japi (SP), em dois períodos de estudo (2005-2006 e 2006-2007) e durante a estação seca e chuvosa.

Continuação

Táxons amostrados	2005-2006								2006-2007											
	GX1		GX2		ER1		ER2		ER1		ER2		ER3		CG1		CG2		CG3	
	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	S	C	S	C	
Acarina	-	-	-	1	-	-	-	-	10	10	13	8	64	7	38	91	7	33	3	
Aeshnidae (8)	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	
Amphipoda	-	-	-	-	-	-	4	4	-	-	3	6	-	-	-	-	-	-	-	
Baetidae (5)	5	6	74	19	-	1	18	5	-	-	89	2	11	-	8	5	17	8	3	
Belostomatidae (5)	-	-	9	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	
Blephariceridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	
Caenidae	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	1	-	
Calamoceratidae	-	-	1	3	1	-	2	2	18	20	38	20	9	25	4	25	3	26	1	
Calopterygidae (8)	-	1	2	1	1	1	1	2	7	-	6	1	39	26	14	5	3	3	4	
Ceratopogonidae (4)	-	-	-	1	2	-	1	1	17	3	31	3	13	3	4	3	-	-	10	
Chaoboridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
Chironomidae (2)	14	23	221	134	6	4	137	18	290	123	1154	116	541	69	1500	2459	171	1503	109	
Coenagrionidae (7)	-	-	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	
Corduliidae	-	1	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
Corydalidae (4)	-	-	2	-	2	3	4	3	1	5	5	5	1	5	-	-	-	1	-	
Curculionidae	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	
Dixidae (6)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	3	-	-	-	-	-	
Dryopidae	-	-	27	19	-	-	-	1	-	1	-	2	11	4	1	5	1	1	-	
Dugesidae (5)	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1	-	2	5	2	-	-	-	-	-	
Dytiscidae (4)	-	-	-	4	-	-	7	-	6	-	18	4	2	-	-	-	-	2	1	
Ecnomidae	-	-	4	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Elmidae (5)	12	9	-	1	70	58	140	38	265	71	304	107	96	39	90	121	64	112	27	
Empididae (4)	2	2	10	3	-	-	1	-	1	4	-	4	2	2	32	21	14	23	13	
Glossosomatidae (7)	1	-	15	18	-	-	1	6	-	-	6	1	1	-	-	-	1	3	1	
Gomphidae (5)	-	2	18	16	1	4	13	-	5	2	4	8	5	6	18	27	9	21	9	
Gripopterygidae (10)	2	4	5	6	14	35	10	5	220	90	184	69	34	3	15	4	9	4	2	
Gyrinidae (5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	
Hebridae (8)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	
Hydrobiosidae (7)	-	-	-	-	-	-	4	4	2	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	
Hydrophillidae (5)	-	-	-	-	-	-	-	3	1	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-	
Hydropsychidae (6)	55	6	7	8	22	49	17	10	173	71	27	15	1	1	1	13	1	33	2	
Hydroptilidae (7)	-	-	-	-	-	-	-	-	19	2	22	3	1	1	-	2	2	1	-	
Leptoceridae (7)	2	12	-	-	4	13	8	4	29	21	50	19	19	7	18	10	1	13	1	
Leptohiphidae (8)	1	4	42	23	-	-	5	1	-	-	8	2	51	5	33	47	36	59	20	
Leptophlebiidae (10)	22	23	42	28	3	9	6	17	28	7	21	4	44	58	-	2	2	4	2	
Libellulidae (8)	-	-	1	3	-	-	3	-	-	-	1	-	-	-	1	1	-	-	-	
Limnichidae	-	-	47	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Tabela 2. Abundância absoluta dos grupos de macroinvertebrados coletados nos riachos da Serra do Japi (SP), em dois períodos de estudo (2005-2006 e 2006-2007) e durante a estação seca e chuvosa. Conclusão

Táxons amostrados	2005-2006								2006-2007												
	GX1		GX2		ER1		ER2		ER1		ER2		ER3		CG1		CG2		CG3		
	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	
Megapodagrionidae	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	8	8	-	9	-	-	-
Muscidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Naucoridae (5)	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	3	3	4	-	-
Notonectidae	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Odontoceridae (10)	-	-	-	1	-	-	4	2	1	1	2	7	-	-	-	-	-	-	1	1	-
Oligochaeta (1)	-	1	12	-	3	-	3	-	51	13	77	9	90	34	376	125	46	68	22	-	-
Palaemonidae	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	2	-	-
Perlidae (8)	20	1	11	6	14	11	42	15	40	19	36	18	-	-	-	-	2	4	9	-	-
Philopotamidae (8)	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polycentropodidae (7)	-	-	-	-	-	-	-	1	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Psephenidae (8)	37	4	1	2	9	3	18	3	7	2	7	-	2	-	-	-	6	17	31	10	-
Psychodidae (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-
Pyrallidae (8)	-	-	1	-	-	-	-	-	4	-	-	4	-	-	-	-	-	2	1	2	-
Scirtidae	-	-	4	-	-	-	1	4	8	3	2	3	1	-	-	-	1	-	-	-	-
Sericostomatidae	-	-	-	-	-	-	-	-	19	4	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Simuliidae (5)	32	1	147	18	12	1	9	1	20	10	11	11	230	79	71	53	10	94	4	-	-
Staphylinidae (7)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
Stratiomyidae (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3	1	3	3	-	1	4	1	4	-	-	-
Tabanidae (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Temnocephala	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tipulidae (5)	-	3	1	-	2	3	8	5	35	10	14	3	6	1	8	4	2	-	1	-	-
Veliidae (7)	2	4	38	4	4	20	19	5	2	2	6	5	20	52	-	1	-	-	-	1	-

Nota: Número entre parênteses, segundo Junqueira *et al.* (2000). Trechos amostrados: microbacias do ribeirão Guaxinduva (GX1, GX2), ribeirão Ermida (ER1, ER2, ER3) e ribeirão Caguaçu (CG1, CG2, CG3). Lista apresentada em ordem alfabética para facilitar a localização dos grupos pontuados para o cálculo do BMWP.

S: Seca; C: Chuva; BMWP: *Biological Monitoring Working Party*.

no esforço de captura e nas metodologias de triagem dos animais foram determinantes dos maiores valores de riqueza e abundância encontrados em 2006-2007. Essas diferenças, porém, não comprometeram a classificação da qualidade da água desses dois ambientes na escala temporal (Tabela 3). Essa análise temporal do ribeirão Ermida também salientou a baixa sensibilidade dos índices em aferir alterações importantes na composição da fauna bentônica, mantendo a condição de excelência mesmo com os valores da razão de dominância de grupos tolerantes (T/DT) em 2005-2006 bem inferiores aos de 2006-2007 (Tabela 3).

A classificação pelo índice ASPT em água levemente poluída para os riachos ER3-chuvosa e CG1-seca pode ter sido influenciada pela ordem do

canal (os dois únicos de primeira ordem) ou pela estação do ano (para o ER3, redução nas métricas aferidas durante a estação chuvosa).

A classificação pelo ICB_{Rio} foi boa para a maioria dos casos analisados (Tabela 3). A classificação em qualidade ótima foi encontrada somente para as amostras da estação chuvosa no ER2 (2005-2006) e no ER3 (2006-2007), acompanhada por uma redução, pela metade na razão de dominância de grupos tolerantes (Tabela 3).

DISCUSSÃO

As diferentes pontuações de DH encontradas nos riachos estudados na serra do Japi parecem refletir

Tabela 3. Índices bióticos utilizados para aferir a qualidade da água dos riachos da Serra do Japi (SP), em dois períodos de estudo (2005-2006 e 2006-2007) e durante a estação seca e chuvosa, sendo apresentados os valores calculados por riacho/estação, a partir dos dados apresentados na Tabela 2.

Índices bióticos	2005-2006								2006-2007											
	GX1		GX2		ER1		ER2		ER1		ER2		ER3		CG1		CG2		CG3	
	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	S	C	S	C	
Riqueza de táxons	17	18	30	26	17	18	28	25	33	30	31	35	34	25	22	29	26	30	28	
Abundância total	213	107	751	336	170	221	485	158	1301	504	2145	474	1335	435	2243	3051	429	2073	259	
Equitabilidade																				
J'	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,5	0,7	0,6	0,8	0,4	0,3	0,7	0,4	0,7	
Diversidade H'	2,2	2,4	2,4	2,3	2,1	2,2	2,3	2,7	2,4	2,4	1,8	2,5	2,1	2,4	1,2	1,0	2,1	1,3	2,2	
T/DT	0,07	0,22	0,31	0,40	0,05	0,02	0,29	0,11	0,26	0,27	0,57	0,26	0,47	0,24	0,84	0,85	0,51	0,76	0,51	
Táxons sensíveis	9	7	9	9	6	7	12	12	11	11	12	13	9	7	6	10	10	12	9	
Nº de táxons BMWP	16	17	23	20	16	16	23	20	28	24	26	28	29	22	18	22	23	24	23	
BMWP	105 ^E	104 ^E	144 ^E	129 ^E	95 ^E	102 ^E	141 ^E	133 ^E	164 ^E	139 ^E	161 ^E	161 ^E	167 ^E	119 ^E	97 ^E	130 ^E	136 ^E	146 ^E	136 ^E	
ASPT	7 ^L	6 ^L	6 ^L	6 ^L	6 ^L	6 ^L	6 ^L	7 ^L	6 ^L	6 ^L	6 ^L	6 ^L	6 ^L	5 ^{LP}	5 ^{LP}	6 ^L	6 ^L	6 ^L	6 ^L	
ICB _{Rio}	2 ^B	2 ^B	2 ^B	2 ^B	2 ^B	2 ^B	2 ^B	1 ^O	2 ^B	2 ^B	2 ^B	2 ^B	2 ^B	1 ^O	2 ^B	2 ^B	2 ^B	2 ^B	2 ^B	

Nota: BMWP: *Biological Monitoring Working Party*; ASPT: *Average Score Per Taxon*; ICB_{Rio}: Índice da Comunidade Bentônica para Rios.

Riachos amostrados: microbacias do ribeirão Guaxinduva (GX1, GX2), ribeirão Ermida (ER1, ER2, ER3) e ribeirão Caguaçu (CG1, CG2, CG3). Classificação da qualidade da água de acordo com os índices bióticos utilizados: E: Excelente; L: Limpa; O: Ótima; B: Boa; LP: Levemente Poluída. Razão da dominância de grupos tolerantes (T/DT): Abundância Total dividida pela somatória das abundâncias de Oligochaeta e Chironomidae.

o zoneamento ambiental adotado na região. Os afluentes do ribeirão Ermida, localizados na Reserva Biológica (RB), encontram-se mais preservados que os afluentes dos ribeirões Guaxinduva e Caguaçu, localizados na Zona de Conservação (ZC), onde ocorrem atividades agrossilvopastoris e onde há chácaras residenciais.

Segundo a classificação apresentada por Callisto *et al.* (2002), em um trabalho realizado no rio das Velhas (MG), os riachos podem ser divididos em ambiente natural com pontuação $DH \geq 75$ e alterado com pontuação < 75 DH e ≥ 44 . Por essa classificação, os riachos aqui estudados estariam todos dentro da categoria de natural. Contudo, considerando-se todos os índices aplicados aos dados, sugere-se que, para a região da Serra do Japi, o valor de DH igual ou superior a 90 pontos indicaria ambientes naturais/preservados e valores de DH entre 75 e 90 refletiriam ambientes alterados por atividade agrorural.

A análise dos resultados obtidos nos dois períodos estudados (2005/2006 e 2006/2007) reforçou a influência do esforço amostral e da metodologia de triagem adotada sobre os resultados da análise da fauna bentônica. A triagem mais acurada, com auxílio de estereomicroscópio, permitiu a visualização de espécimes de tamanho reduzido que facilmente é perdida na triagem a olho nu, com especial destaque para Chironomidae, Hydroptilidae e Stratiomyidae, famílias importantes nos cálculos dos índices bióticos.

A classificação pelo índice ASPT em "água levemente poluída" para ER3-chuvosa poderia ser explicada não por uma redução na qualidade ambiental nesse trecho/estação, mas, possivelmente, pela redução na riqueza e abundância de invertebrados aquáticos em função de uma variação sazonal no ciclo de vida dos insetos (Merritt & Cummins, 1996; Passos *et al.*, 2003) e pelo arraste dos organismos decorrente do aumento do volume

e da velocidade das águas na estação chuvosa (Ribeiro & Uieda, 2005).

A menor abundância de Chironomidae observada na estação chuvosa corrobora os dados de Aburaya & Callil (2007) e poderia explicar a sazonalidade encontrada na qualidade da água aferida pelo ICB_{RIO} e observada em ER2 (2005-2006) e ER3 (2006-2007). O menor número de Chironomidae influencia o cálculo da razão de dominância de organismos tolerantes, contribuindo assim para a melhoria da avaliação por esse índice multimétrico.

Estudos realizados por Zamora-Muñoz *et al.* (1995) e Callanan *et al.* (2008) mostram que o índice BMWP também varia sazonalmente, sendo, assim, necessário cautela na interpretação dos resultados, que podem ser decorrentes tanto de impacto ambiental quanto das características bioecológicas dos invertebrados bentônicos.

CONCLUSÃO

O protocolo de DH mostrou-se adequado para a avaliação da diversidade de habitats, com a boa classificação dos afluentes do ribeirão Ermida salientando a importância da manutenção e ampliação da Reserva Biológica para conservação das nascentes da Serra do Japi. A menor pontuação de DH para as outras duas microbacias, determinada pela presença de ações antrópicas na forma de atividade agrorural no entorno, reforça a necessidade de cautela na aplicação do protocolo. Uma adequação dos atributos e da classificação a partir das pontuações é sugerida para melhor definição de políticas de conservação da área. Os índices BMWP, ASPT e ICB_{RIO} não se mostraram tão sensíveis aos impactos difusos do uso do entorno, já que houve a manutenção da condição de excelência na qualidade da água de todos os ambientes analisados. Além disso, alguns resultados indicaram a possibilidade de influência da estação do ano, da ordem do canal e da metodologia de triagem sobre a aferição da qualidade da água.

REFERÊNCIAS

- Aburaya, F.H. & Callil, C.T.I. (2007). Variação temporal de larvas de Chironomidae (Diptera) no Alto Rio Paraguai (Cáceres, Mato Grosso, Brasil). *Revista Brasileira de Zoologia*, 24(3):565-72.
- Baptista, D.F. (2008). Uso de macroinvertebrados em procedimentos de biomonitoramento em ecossistemas aquáticos. *Oecologia Brasiliensis*, 12(3): 425-41.
- Callanan, M.; Baars, J. & Kelly-Quinn, M. (2008). Critical influence of seasonal sampling on the ecological quality assessment of small headwater streams. *Hydrobiologia*, 610:245-55.
- Callisto, M.; Moretti, M. & Goulart, M. (2001). Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 6(1):71-82.
- Callisto, M.; Ferreira, W.R.; Moreno, P.; Goulart, M. & Petrucio, M. (2002). Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnológica Brasiliensis*, 14(1):91-8.
- Calor, A.R. (2007). Trichoptera. In: *Guia on-line de Identificação de larvas de insetos aquáticos do Estado de São Paulo*. Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/index_trico>. (acesso: 16 jan. 2009).
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente (2011). *Relatório de qualidade das águas superficiais. Apêndice D: Índices de qualidade das águas*. São Paulo: CETESB.
- Chessman, B.C. (1995). Rapid assessment of rivers using macroinvertebrates: A procedure based on habitat-specific sampling, family level identification and biotic index. *Australian Journal of Ecology*, 20(1):122-29.
- Clarke, K.R. & Gorley, R.N. (2006). *PRIMER version 6: User manual/tutorial*. Plymouth (UK): PRIMER-E.
- Costa, J.M.; Souza, L. O. & Oldrini, B.B. (2004). *Chave para identificação das famílias e gêneros das larvas conhecidas de odonatas do Brasil: comentários e registros bibliográficos* (Insecta, Odonata). Rio de Janeiro: Museu Nacional, v.99. p.1-44.
- Fernández, H.R. & Dominguez, E. (2001). *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos*. San Miguel de Tucumán: Faculdade de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo.
- Jesus, N. & Cavalheiro, F. (2004). Aspectos antrópicos, legais e conservacionistas na Serra do Japi, SP. In: Santos J.E; Cavalheiro F.; Pires J. S.R.; Oliveira C.H. & Pires A.M.Z.C.R. (Org.). *Faces da Polissemia da paisagem: ecologia, planejamento e percepção*. São Carlos: Rima Editora. v.2. p.805-21.
- Junqueira, V.M. & Campos, S.C.M. (1998). Adaptation of the "BMWP" method for water quality evaluation to Rio

- das Velhas watershed (*Minas Gerais*, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 10(2):125-35.
- Junqueira, M.V.; Amarante M.C.; Dias, C.F.S. & França, E.S. (2000). Biomonitoramento da qualidade das águas da Bacia do Alto Rio das Velhas (MG/Brasil) através de macroinvertebrados. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 12(1): 73-87.
- Kappes, H., Sundermann, A. & Haase, P. (2010). High spatial variability biases the space-for-time approach in environmental monitoring. *Ecological Indicators*, 10(6):1202-5.
- Lopretto, E.C. & Tell, G. 1995. *Ecosistemas de aguas continentales: metodologia para su estudio*. La Plata: Ediciones SUR.
- McCafferty, W.P. (1998). *Aquatic entomology: The fishermen's and ecologists' illustrated guide to insects and their relatives*. Burlington (MA): Jones and Bartlett Publishers.
- Melo, G.A. (2003). *Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil*. São Paulo: Edições Loyola.
- Merrit, R.W. & Cummins, K.W. (1996). *An introduction to the aquatic insects of North America*. Dubuque: Hunt Publishing Company.
- Morellato, L.P.C. (1992). *História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma floresta no Sudeste do Brasil*. Campinas: Unicamp.
- Passos, M.I.S.; Nessimian, J.L. & Ferreira Jr., N. (2003). Chaves para identificação dos gêneros de Elmidae (Coleoptera) ocorrentes no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 51(1):42-53.
- Ribeiro, L.O. & Uieda, V.S. (2005). Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(3):613-18.
- Suriano, M.T.; Gessner, A.A.F.; Roque, F.O. & Froehlich, C.G. (2010). Choice macroinvertebrate metrics to evaluate stream conditions in Atlantic Forest, Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, 175(1-4):87-101.
- Vannote, R.L.; Minshall, G.W.; Cummins, K.W.; Sedell, J.R. & Cushing, C.E. (1980). The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37:130-7.
- Vinson, M.R. & Hawkins, C.P. (1998). Biodiversity of stream insects: Variation at local, basin and regional scales. *Annual Review of Entomology*, 43:271-93.
- Zamora-Muñoz, C.; Sáinz-Cantero, C.E.; Sánchez-Ortega, A. & Albatercedor, J. (1995). Are biological indices BMWP and ASPT and their significance regarding water quality seasonally dependent? Factors explaining their variations. *Water Research*, 29(1):285-90.

Recebido em: 5/2/13

Aprovado em: 26/8/13

Diversidade de peixes recifais na praia de Barra de Tabatinga, Rio Grande do Norte

Diversity of reef fishes in Barra de Tabatinga, Rio Grande do Norte

Thaís Accioly de Souza¹
Liana de Figueiredo Mendes¹
Ronaldo Angelini²

RESUMO

Recifes rasos são comumente submetidos à pressões antrópicas, devido à fácil acessibilidade. O objetivo deste estudo foi comparar a diversidade, a estrutura da comunidade e a organização trófica em três setores de recifes de corais em Barra de Tabatinga, Nísia Floresta, Rio Grande do Norte entre dezembro de 2011 e março de 2012. Além disso, verificou-se a influência de variáveis ambientais sobre aqueles parâmetros utilizando métodos de censo visual. Foram encontrados 47 espécies de peixes associados aos recifes. A maioria das espécies consumiu invertebrados, padrão já observado para o Nordeste do Brasil. O índice de Shannon do Setor 1 foi diferente dos demais, o que pode estar relacionado ao grau de conectividade durante a maré seca e a proximidade com um manguezal. Por fim, não houve diferenças significativas entre as comunidades de peixes dos setores, o que sugere que a área parece ser uma única unidade. Contudo, pequenas diferenças na composição e abundância de peixes nos setores elevam a diversidade do local. Dessa forma, todos os setores contribuem para a manutenção e a conservação da área. Estes resultados podem ser úteis para futuros estudos de zoneamento e monitoramento.

Palavras-chave: Censos visuais. Ictiofauna. Nordeste do Brasil. Recifes rasos.

ABSTRACT

Shallow reefs are usually under heavy anthropogenic pressure, due to the easy of accessibility. The aim of this study was to compare the diversity, community

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Botânica, Ecologia e Zoologia, Laboratório de Oceano. Av. Senador Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova, 59072-970, Natal, RN, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: T.S. SOUZA. E-mail: <tsaccioly@yahoo.com.br>.

² Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil. Natal, RN, Brasil.

structure, and trophic organization in three sectors of shallow reefs in Barra de Tabatinga, Nísia Floresta, Rio Grande do Norte, Northeastern Brazil from December 2011 to March 2012. We also evaluated the influence of environmental variables on those parameters using a visual census. We found 47 reef fish species. Most of the species fed on invertebrates, a similar pattern observed in other regions of Northeastern Brazil. The Shannon index of Sector 1 was different from the others, which could be due to the degree of connectivity with its surroundings during low tide and the proximity with a mangrove. Additionally, there were no significant differences in fish communities between sectors, suggesting that the area seems to function as a single community. However, it is important to highlight that even small differences in the composition and abundance of fish increase the diversity of the area. Thus, all sectors are important to the conservation of the area. Our results could be useful for future work on zoning and monitoring.

Key words: Visual census. Ichthyofauna. Northeastern Brazil. Shallow reefs.

INTRODUÇÃO

Os ambientes recifais abrigam cerca de 25% de todas as espécies de peixes marinhas e são considerados os ecossistemas de maior diversidade por área (Paulay, 1997; Spalding et al., 2001). Na Região Nordeste, estima-se que cerca de 80% dos recursos pesqueiros sejam provenientes de fauna associada a recifes (Ferreira et al., 2001). A pesca provida por esses ambientes é fundamental para a subsistência de comunidades costeiras tradicionais, o que confirma a necessidade da conservação desses habitats por sua importância social, econômica e ecológica.

Uma única área de recife exhibe diferentes habitats com distintas complexidades estruturais, fornecendo ampla gama de recursos para espécies com requerimentos diversos, incluindo a comunidade de peixes, que é, em geral, muito influenciada pela variedade e complexidade de habitats e compõe a maior e mais abundante comunidade desses ambientes (Sale, 2002). Os recifes oferecem, em área relativamente pequena, proteção contra predadores, locais para reprodução e para desenvolvimento de indivíduos juvenis e recursos alimentares para espécies residentes e transitórias, o que favorece o estabelecimento de espécies, aumenta a produtividade ecológica e influencia a ciclagem de nutrientes e a teia alimentar (Lucato, 1995).

Recifes profundos e rasos realizam os mesmos processos ecológicos, mas, geralmente, é nos rasos

onde é encontrada uma maior variedade de formas de crescimento de organismos (maciça, foliácea, ramificada) e de espécies zooxanteladas devido à maior incidência luminosa (Castro et al., 2006). Além disso, os recifes rasos servem como atrativo turístico mais acessível e são submetidos a pressões antrópicas geradas pela ocupação desordenada do litoral, poluição, assoreamento, turismo e pesca. Estudos com foco na ictiofauna dessas áreas podem contribuir para melhor entendimento da biodiversidade da região, uma vez que algumas espécies ocorrem apenas nesses ambientes, e outras o usam em determinadas fases ou épocas de suas vidas (Carvalho-Filho, 1999).

Apesar da importância biológica, social e econômica, os ambientes recifais encontram-se em constante transformação em decorrência do desenvolvimento humano, que pode alterar a diversidade de espécies e ameaçar populações. Torna-se, então, necessário conhecer, conservar e explorar a biodiversidade marinha de forma sustentável (Nowlis et al., 1997; Castro-Filho et al., 2003), e, nesse sentido, o registro de espécies em local específico é fundamental para o entendimento do funcionamento do ecossistema.

O presente trabalho visa gerar conhecimentos básicos sobre a composição da comunidade de peixes que utilizam os recifes rasos da praia de Barra de Tabatinga, no Rio Grande do Norte. Em três setores do mesmo recife foram comparadas a diversidade e a estrutura das comunidades de peixes, analisada a

influência de variáveis ambientais nessa comunidade e descrita sua organização trófica.

MATERIAL E MÉTODOS

A praia de Barra de Tabatinga está localizada no município de Nísia Floresta (RN), entre as coordenadas -6.041 e 6.076 S e -35.111 e -35.100 W. A área de estudo tem cerca de 0,05km², dista, aproximadamente, 35km ao sul da capital Natal, e não há registro de pesquisas de levantamento faunístico ou ictiofaunístico para a localidade.

A seguir, são descritos os três setores avaliados:

Setor 1. É composto por rochas areníticas (*beachrocks*) intercaladas por áreas de substrato arenoso e com a ocorrência de representantes vegetais de mangue (*Laguncularia racemosa*) parcialmente submersos durante a maré alta. Durante a maré baixa, formam-se poças de marés amplas com águas mais transparentes, com seu entorno de águas com menor transparência devido à entrada de água turva proveniente da zona de arrebenção próxima às falésias. Nesse setor, a presença de turistas e pescadores é baixa.

Setor 2. Como no Setor 1, os recifes são formações rochosas areníticas, com a ocorrência de poças de marés de profundidade variada e águas transparentes durante a maré baixa e turbulentas durante a maré alta. Essa área é mais utilizada por pescadores de lagosta e polvo, com baixa ocorrência de turistas.

Setor 3. Nesse setor, a disposição das rochas areníticas forma uma pequena enseada, e, na margem direita de tais formações, são encontrados corais e águas transparentes. Essa área é usualmente utilizada por turistas devido à ocorrência de águas claras e fundo arenoso, com poucas pedras submersas espaçadas.

Amostragem em campo

O registro de dados foi realizado entre os meses de dezembro de 2011 e março de 2012,

durante as marés baixas com ocorrência de águas claras, condição requerida para realização dos censos visuais. Foram totalizadas 30 transecções aleatórias e 60 quadrantes para cada setor, totalizando cerca de 60 horas de esforço amostral. De acordo com Samoilys & Carlos (2000), censos visuais subaquáticos causam mínimas perturbações aos peixes e são comuns em estudos de dinâmica populacional, ecologia, gestão e manejo de peixes. Os dados foram anotados com lápis grafite em pranchas de *Polyamite Chlorite* (PVC), além do registro de fotografias para auxiliar a posterior identificação de algumas espécies. A profundidade variou entre 0,4 e 3 metros nas áreas amostradas.

A ocorrência e a abundância dos peixes foram contabilizadas por realização de transecções lineares em faixa com tamanho de 5m x 2m, semelhante à metodologia proposta por Bohnsack & Bannerot (1986). Em cada transecto foi anotado o número de indivíduos de cada espécie, segundo o critério de inclusão mencionado por Brock (1954). Para associar a ocorrência dos peixes às variáveis do substrato, a cada transecção foram associados quadrantes com área de 1m² distribuídos alternadamente.

Nos quadrantes, foram avaliadas variáveis ambientais relacionadas à complexidade de hábitat (rugosidade, formas de crescimento, altura, categorias de refúgio, percentual de cobertura viva e percentual de substrato duro) de acordo com a metodologia proposta por Gratwicke & Speight (2005).

A cada amostragem fez-se a medição de temperatura e de salinidade da água. O tempo despendido para a tomada de medidas, segundo De Girolamo & Mazzoldi (2001), é requerido para que os peixes retornem às suas atividades, minimizando possíveis interferências durante a contagem.

As espécies foram identificadas com auxílio de referências especializadas (Szpilman, 2000; Humann & Deloach, 2002; Sampaio & Nottingham, 2008; Garcia Jr. et al., 2010; Froese & Pauly, 2011) e consultas a especialistas. Também foi feita uma amostragem por busca ativa para otimização da riqueza e, quando possível, aspectos da alimentação das espécies foram registrados.

Análises de dados

A eficiência da amostragem foi avaliada pelo cálculo do número esperado de espécies para cada setor por meio dos estimadores não-paramétricos Chao 2 e Jackknife 1.

Para fins de comparação, foram calculados os clássicos índices de diversidade:

- Riqueza (Margalef, 1992): $R = S - 1 / \log(n)$, onde S é o número total de espécies e n o número total de indivíduos amostrados. Valores inferiores a 2,0 indicam áreas de baixa diversidade, e superiores a 5,0, alta diversidade;

- Diversidade: (a) Shannon-Wiener (H'): $H' = -\sum p_i \cdot \log_{10} p_i$, onde ($p_i = N_i/N$). N_i é número de indivíduos da espécie i , (N) número total de indivíduos. Quanto maior for o valor de H' , maior será a diversidade e (b) Simpson: $D = \sum p_i^2$ (p_i como definido anteriormente). O valor estimado varia de 0 a 1 e será expresso como $1 - D$, com valores próximos a 1 denotando maior diversidade;

- Equitabilidade (Pielou, 1966): $E = H'_{\max} / H'$, onde $H'_{\max} = \log(S)$ e H' é o índice de Shannon. Valores próximos a 1 indicam maior equitabilidade e menor dominância;

- Similaridade: índice de Jaccard: $C = j / (a + b - j)$, onde j é o número de espécies comuns aos dois ambientes, a é o número do ambiente a e b do ambiente b . Valores próximos a 1 indicam maior similaridade.

Para as variáveis ambientais, foram calculados a média e a variância dos diferentes atributos avaliados para cada setor (Gratwicke & Speight, 2005). A comparação entre os setores foi feita através de uma Anova.

Foram construídas subteias tróficas com base nas observações subaquáticas, juntamente com informações disponíveis na literatura para cada espécie. As espécies foram classificadas em sete categorias tróficas baseadas na literatura (Carvalho-Filho, 1999; Creed et al., 2007; Froese & Pauly, 2011): piscívoros, carnívoros, herbívoros, invertívoros, planctívoros, onívoros e detritívoros.

Os valores dos Níveis Tróficos (NT) foram obtidos pelo banco de dados virtual *FishBase* (Froesy & Pauly, 2011). Quando o valor do NT não estava disponível, as matrizes de dieta do próprio *FishBase* foram usadas para calculá-lo. Para algumas espécies, o NT foi calculado a partir de publicações científicas específicas.

Foi utilizada a fórmula $NT = 1 + (\text{média ponderada do NT das presas})$, assumindo os seguintes NT das presas: 1,0 (produtores primários e detrito), 2,0 (herbívoros) 3,0 (onívoros) e de 4,0 a 5,0 (para os diferentes níveis de carnivoría) (Stergiou & Karpouzi, 2002).

Por fim, a identificação das espécies de peixes de importância ecológica e econômica foi feita segundo as listas da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, <<http://www.ibama.gov.br>>), da *Convention or International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES, Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Fauna e da Flora Selvagem Ameaçadas de Extinção), do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama, <<http://www.iucn.org>>) (Instrução Normativa nº5, Ministério do Meio Ambiente), do banco de dados *FishBase* e de publicações como Carvalho-Filho (1999) e Creed et al. (2007).

RESULTADOS

Foram efetuados 2 637 registros de peixes pertencentes a 26 famílias e distribuídos em 47 espécies nos três setores de amostragem (Tabela 1).

Dentre as ordens registradas, Perciformes correspondeu a 83,00% do total, seguida de Anguilliformes e Beryciformes, com 4,25%, e Beloniformes, Mugiliformes, Scorpaeniformes e Tetraodontiformes, com 2,12% cada uma. Dentre as famílias mais representativas, destacaram-se: Haemulidae (com seis espécies), Pomacentridae (com quatro), Acanthuridae, Gerreidae e Labridae (com três espécies cada uma). Quanto à abundância, as famílias mais numerosas foram: Pomacentridae,

Tabela 1. Lista das espécies de peixes registrados nos recifes de Barra de Tabatinga em Nísia Floresta (RN), segundo classificação proposta por Nelson (1994) e respectiva ocorrência por setores.

Classe Actinopterygii	Setor 1	Setor 2	Setor 3
Anguilliformes			
Muraenidae			
<i>Gymnothorax funebris</i> (Ranzani, 1839)			x
Ophichthidae			
<i>Myrichthys ocellatus</i> (Lesueur, 1825)			x
Beloniformes			
Belonidae			
<i>Ablennes hians</i> (Valenciennes, 1846)			x
Beryciformes			
Holocentridae			
<i>Holocentrus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	x	x	
<i>Myripristis jacobus</i> (Cuvier, 1829)		x	
Mugiliformes			
Mugilidae			
<i>Mugil liza</i> (Valenciennes, 1836)		x	
Perciformes			
Acanthuridae			
<i>Acanthurus bahianus</i> (Castelnau, 1855)	x	x	x
<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch, 1787)	x	x	x
<i>Acanthurus coeruleus</i> (Bloch and Schneider, 1801)	x	x	x
Blenniidae			
<i>Ophioblennius trinitatis</i> (Miranda Ribeiro, 1919)		x	x
<i>Scartella cristata</i> (Linnaeus, 1758)	x		x
Carangidae			
<i>Caranx latus</i> (Agassiz, 1831)	x	x	
Chaetodontidae			
<i>Chaetodon striatus</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	
Gerreidae			
<i>Eucinostomus argenteus</i> (Baird and Girard, 1855)	x	x	x
<i>Eucinostomus lefroy</i> (Goode, 1874)	x		
<i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker, 1863)		x	x
Gobiidae			
<i>Bathygobius soporator</i> (Valenciennes, 1837)	x	x	
Haemulidae			
<i>Anisotremus moricandi</i> (Ranzani, 1842)		x	
<i>Anisotremus surinamensis</i> (Bloch, 1791)	x	x	x
<i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)		x	x
<i>Haemulon aurolineatum</i> (Cuvier, 1830)		x	x
<i>Haemulon parra</i> (Desmarest, 1823)	x	x	x
<i>Haemulon plumieri</i> (Lacepède, 1802)		x	x
Kyphosidae			
<i>Kyphosus sectatrix</i> (Linnaeus, 1758)		x	x
Labridae			
<i>Halichoeres brasiliensis</i> (Bloch, 1791)	x	x	x
<i>Halichoeres poeyi</i> (Steindachner, 1867)		x	x
<i>Thalassoma noronhanum</i> (Boulenger, 1890)		x	
Labrisomidae			
<i>Malacoctenus delalandii</i> (Valenciennes, 1836)	x	x	x
<i>Labrisomus nuchipinnis</i> (Quoy and Gaimard, 1824)	x	x	x
Lutjanidae			
<i>Lutjanus alexandrei</i> (Moura & Lindeman, 2007)	x	x	
<i>Lutjanus analis</i> (Cuvier, 1828)		x	
Mullidae			
<i>Pseudupeneus maculatus</i> (Bloch, 1793)		x	x
<i>Mulloidichthys martinicus</i> (Cuvier, 1829)			x
Pempheridae			
<i>Pempheris schomburgki</i> (Müller & Troschel, 1848)			x

Tabela 1. Lista das espécies de peixes registrados nos recifes de Barra de Tabatinga em Nísia Floresta (RN), segundo classificação proposta por Nelson (1994) e respectiva ocorrência por setores.

Classe Actinopterygii	Setor 1	Setor 2	Setor 3
Pomacanthidae			
<i>Pomacanthus paru</i> (Bloch, 1787)	x		x
Pomacentridae			
<i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x
<i>Stegastes fuscus</i> (Cuvier, 1830)	x	x	x
<i>Stegastes variabilis</i> (Castelnau, 1855)	x	x	x
<i>Chromis multilineata</i> (Guichenot, 1853)	x		x
Scaridae			
<i>Sparisoma amplum</i> (Ranzani, 1842)	x	x	x
<i>Sparisoma axillare</i> (Steindachner, 1878)	x	x	x
Sciaenidae			
<i>Odontoscion dentex</i> (Cuvier, 1830)		x	
<i>Pareques acuminatus</i> (Bloch & Schneider, 1801)		x	x
Serranidae			
<i>Cephalopholis fulva</i> (Linnaeus, 1758)	x		x
Sphyraenidae			
<i>Sphyraena guachancho</i> (Cuvier, 1829)		x	x
Scorpaeniformes			
Scorpaenidae			
<i>Scorpaena plumieri</i> (Bloch, 1789)			x
Tetraodontiformes			
Tetraodontidae			
<i>Sphoeroides testudineus</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x

com 840 registros, Acanthuridae, com 730, Haemulidae, com 269, Scaridae, com 228, e Gerreidae, com 160.

Os valores de temperatura e salinidade não apresentaram grandes variações durante o estudo. A temperatura permaneceu entre 30°C e 32°C em todos os Setores, e a salinidade entre 32,0ppt e 33,5ppt para os Setores 2 e 3, e 32,0ppt-33,0ppt para o Setor 1.

Comparação entre os setores

A Tabela 2 mostra os resultados dos índices.

No Setor 1, as famílias mais representativas foram Pomacentridae (4 spp.) e Acanthuridae (3 spp.). As demais contribuíram com uma ou duas espécies. No Setor 2, as mais representativas foram Haemulidae (6 espécies), Acanthuridae, Labridae e Pomacentridae (3 spp. cada), e, no Setor 3, Haemulidae (5), Pomacentridae (4) e Acanthuridae (3).

A análise de eficiência da coleta de dados apresentou maior tendência à normalidade no Setor 2, seguido pelo 1 e pelo 3, nessa ordem.

No Setor 1, representantes de Acanthuridae (35,0%), Pomacentridae (30,9%), Scaridae (12,1%) e Gerreidae (8,6%) foram os mais abundantes. A espécie *Eucinostomus lefroy* teve ocorrência exclusiva para esse setor e notável quantidade de indivíduos jovens de *Lutjanus alexandrei* (n=28) quando comparada aos poucos adultos encontrados no Setor 2 (n=4). Ambas as espécies são descritas na literatura com preferência por ambientes estuarinos. O Setor 2 apresentou Pomacentridae (32,0%), Acanthuridae (20,1%) e Haemulidae (18,0%) como as famílias mais abundantes, e seis foram as espécies com ocorrência exclusiva apenas para esse setor: *Thalassoma noronhanum*, *Odontoscion dentex*, *Anisotremus moricandi*, *Lutjanus analis*, *Mugil Liza* e *Myripristis jacobus*. Para o Setor 3, Pomacentridae (13,8%), Acanthuridae (13,2%), Haemulidae (12,0%), Scaridae (8,3%), Labrisomidae (7,1%) e

Tabela 2. Índices de diversidade da comunidade de peixes de três setores 1, 2 e 3 do recife da praia de Barra de Tabatinga em Nísia Floresta (RN) (2012).

Diversidade	Setor 1	Setor 2	Setor 3
Registros	1 161	984	492
Número de famílias	15	19	19
Número de espécies	25	36	35
Densidade (ind./m ²)	3,87	3,28	1,64
Número de espécies estimadas (Chao2)	33	38	47
Número de espécies estimadas (Jackknife1)	29	41	46
Riqueza (Margalef)	3,40	5,07	5,48
Diversidade (H')	2,45	2,90	2,90
Diversidade (1 - D)	0,87	0,92	0,92
Equitabilidade (E)	0,761	0,809	0,817

Gerreidae (6,3%) foram mais abundantes, com ocorrência de seis espécies exclusivas: *Gymnothorax funebris*, *Myrichthys ocellatus*, *Pempheris schomburgki*, *Scorpaena plumieri*, *Mulloidichthys martinicus* e *Ablennes hians*.

A densidade de indivíduos por área foi maior no Setor 1 (3,87 indivíduos por m²), devido à ocorrência de cardumes de pequenos peixes, como *Acanthurus chirurgus*, *Abudefduf saxatilis* e *Acanthurus bahianus*. No Setor 2, a densidade de peixes foi um pouco menor (3,28 indivíduos por m²) e ainda menor no Setor 3 (1,64 indivíduos por m²), o qual exibe áreas mais abertas e poucos cardumes em relação às demais. As três espécies com maior densidade em todos os setores foram *A.chirurgus*, *A. saxatilis* e *Stegastes fuscus*.

Riqueza, diversidade e dominância

Os índices de diversidade calculados para os três setores amostrados estão apresentados na Tabela 2. A Análise de Variância não exibiu diferença entre os setores para os índices de riqueza Margalef (Anova; $p=0,087$), de dominância por Simpson (Kruskal-Wallis; $p=0,1184$) e de equitabilidade (Kruskal-Wallis; $p=0,2371$). A diversidade de Shannon (Anova; $p=0,042$) mostrou-se diferente entre o Setor 1 e os Setores 2 e 3, que, por sua vez, não diferem entre si.

Similaridade

A análise de similaridade entre os setores confirmou a Anova para o índice de diversidade de

Shannon, mostrando maior similaridade entre os Setores 2 e 3, distintos do Setor 1. O índice de similaridade entre os Setores 1 e 2 foi bastante alto (0,9548), indicando que mais do que 95% das espécies são comuns entre os setores.

Substrato

Os três setores exibiram características semelhantes em relação à complexidade do habitat, não diferindo quanto à rugosidade ($p=0,183$), formas de crescimento ($p=0,794$), altura ($p=0,107$), categorias de refúgio ($p=0,6211$), percentual de cobertura viva ($p=0,596$) e de substrato duro ($p=0,260$).

Teia trófica

A maioria das espécies de peixes que compõem a comunidade dos recifes rasos da praia de Barra de Tabatinga foi constituída por invertívoros (34,0% ou 17 sp.), seguidos por carnívoros (19,1% ou 9 sp.), com *E. lefroy* sendo a mais representativa; onívoros (19,1% ou 9 sp.), herbívoros (12,8% ou 6 sp.), piscívoros (6,4% ou 3 sp.), planctívoros (4,3% ou 2 sp.) e detritívoros (2,1% ou 1 sp.). Apesar da predominância de espécies invertívoras em todos os setores, no Setor 1, o segundo hábito alimentar mais representativo quanto ao número de espécies foi o de herbívoros seguidos por onívoros e então carnívoros. Já nos Setores 2 e 3, a ordem foi: invertívoros, onívoros, herbívoros e carnívoros.

Em relação ao número de indivíduos por espécie, nos Setores 1 e 2 houve a predominância dos onívoros *A. chirurgus* e *A. saxatilis*, respectivamente, enquanto, no Setor 2, houve a predominância do herbívoro *Stegastes fuscus*. A seguir, é apresentada uma subteia trófica das espécies de peixes registradas nos recifes rasos (Figura 1). As espécies estão organizadas com base em seu nível trófico (eixo y), numa sequência de consumidores primários até níveis superiores de carnívora. As espécies foram coloridas com cor correspondente ao seu hábito alimentar.

Espécies de importância ecológica e econômica

Dentre todas as espécies registradas, 85,1% apresentam distribuição restrita ao Atlântico, 6,4%, distribuição circuntropical, e 8,5% são endêmicas da Província Brasileira: *Bathygobius soporator*, *Sparisoma amplum*, *S. axillare* e *Stegastes fuscus*

(Carvalho-Filho, 1999; Sampaio & Nottingham, 2008). Dentre as 47 espécies registradas, 31 são listadas como ornamentais, e a espécie *Cephalopholis fulva*, como não permitida no mercado (Sampaio & Nottingham, 2008). As espécies *Anisotremus surinamensis*, *A. virginicus*, *Caranx latus*, *Haemulon plumieri*, *Lutjanus analis*, *Pseudupeneus maculatus* e *S. axillare* são de interesse comercial (Carvalho-Filho, 1999).

Das espécies exploradas economicamente, *Anisotremus moricandi* é tida como em perigo, *Lutjanus analis* como vulnerável, e *Halichoeres brasiliensis* e *Sparissoma axillare* como deficientes em dados, segunda a IUCN.

DISCUSSÃO

O levantamento de espécies de peixes recifais por meio de observações subaquáticas destaca-se

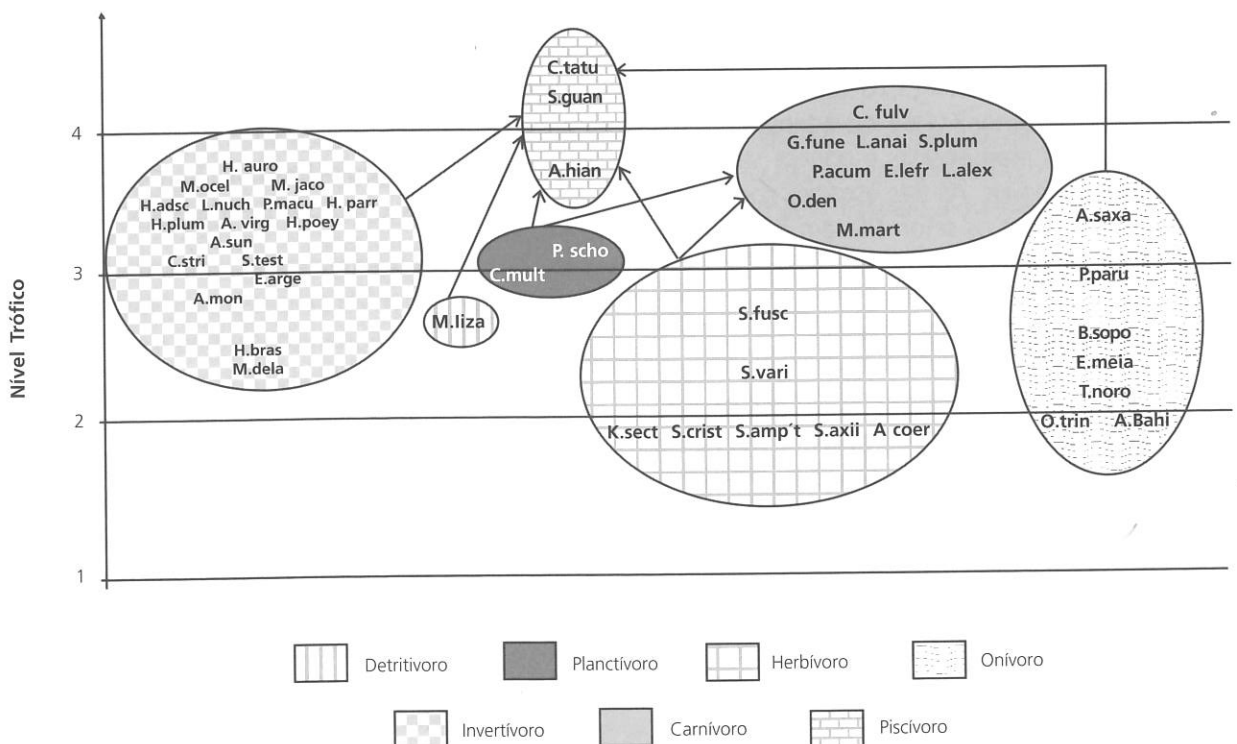


Figura 1. Subteias tróficas ilustrativas e representativas do ambiente de estudo na praia de Barra de Tabatinga em Nísia Floresta (RN) (2012) (3 setores juntos).

Nota: Os balões representam os hábitos alimentares, e as setas, possíveis relações de predação. Os nomes das componentes de cada grupo trófico estão representados pela abreviação do seu gênero seguida pelas quatro letras iniciais da espécie.

Fonte: Elaborado pelos autores.

como procedimento comum em estudos desse tipo (Samoilys & Carlos, 2000; Labrosse, 2002). Entretanto, como qualquer outro método, a coleta de dados é passível de desvios, oriundos, por exemplo, do comportamento diferenciado dos peixes e da inexperiência do observador (Labrosse, 2002). No caso do presente trabalho, os consideráveis números de transectos por setor e de indivíduos registrados (mais de 2 500), aliados à utilização de câmera fotográfica para auxiliar nas identificações e ao fato de o levantamento ter sido efetuado por um único observador, podem sinalizar a minimização de potenciais erros.

O Setor 1 apresentou o menor número de espécies (n=25) quando comparado aos Setores 2 (n=36) e 3 (n=35), sendo estes últimos mais similares entre si quanto aos descritores de diversidade. O Setor 1 exibiu maior abundância e densidade de indivíduos, com muitos representantes jovens e ocorrência de cardumes. Nesse sentido, é importante salientar que o Setor 1 possui uma pequena "área de mangue", em torno de 10m², formada por água da chuva canalizada até o local. Dessa forma, a alta abundância de indivíduos jovens de *Lutjanus alexandrei* próximos a essa estreita faixa de vegetação de mangue confirma a preferência dos juvenis dessa espécie pelos ambientes estuarinos e mangues (Osório et al., 2011), sendo tais áreas utilizadas como berçário, para alimentação e proteção contra predadores (Neves et al., 2006). A interligação entre manguezais e recifes de corais como resultado do movimento contínuo de fauna, nutrientes e detritos impacta notavelmente a estrutura da comunidade e biomassa de peixes (Mumby, 2006), e o pequeno ecossistema aqui estudado parece confirmar isso.

A presença de ambientes mais rasos no Setor 1 favoreceu a ocorrência de *Bathygobius soporator*, que, segundo Rocha et al. (1998), é comum em locais muito rasos. Já os Setores 2 e 3, com menor densidade, compartilharam espécies como *Ophioblennius trinitatis*, *Kyphosus sectatrix*, *Halichoeres poeyi*, *Pseudupeneus maculatus*, *Pareques acuminatus* e *Sphyræna guachancho*, que são típicos de ambientes recifais (Carvalho-Filho, 1999), não estuarinos.

No presente estudo, não foram constatadas diferenças evidentes entre os ambientes (Tabela 2). Entretanto, a riqueza e a diversidade no Setor 1 é menor que nos outros dois setores, apesar de sua maior abundância e potencial local de reprodução e abrigo. É possível que, durante a maré baixa, o Setor 1, diferente dos outros, não tenha conexão direta com as águas ao seu entorno, sendo composto por grandes poças isoladas por *beachrocks*. Os Setores 2 e 3, mesmo durante a maré baixa, mantêm conexão com o mar, o que aumenta potencialmente a chance de entrada e saída de espécies, particularmente aquelas oportunistas e visitantes, como *M. Martinicus*. O resultado, assim, é uma maior diversidade quando comparados com o Setor 1. Embora as análises tenham apontado que as características ambientais de todos os setores sejam semelhantes, o Setor 1 é o único que permanece isolado na maré baixa, situação que pode influenciar na diversidade. Padrões de riqueza e de composição de espécies são influenciados por características dos habitats e pela conectividade (Jackson et al., 2001; Olden et al., 2001), sendo possível que as espécies encontradas selecionem os diferentes habitats em função das diferentes fases do seu desenvolvimento (desova, reprodução, crescimento etc.): a conectividade entre habitats certamente é um fator importante nessas escolhas, e sua compreensão é imprescindível para o manejo sustentável de qualquer um dos sistemas envolvidos (mangue, oceano, recifes rasos), uma vez que a sobre-exploração ou destruição parcial ou total de um habitat pode causar impacto nos demais (McKenzie & Yoshida, 2009). Dessa forma, a conectividade facilita, além da migração natural de espécies, o aumento da resiliência desses habitats (McCook et al., 2009).

Este estudo exibiu maior riqueza de espécies de peixes quando comparado a outros realizados, também através de censos visuais, em praias próximas. Estudos encontraram 36 espécies na praia de Pirangi e 43 espécies na praia de Búzios (Mendes et al., 2011). É possível que o número total de espécies aumente com um esforço maior de coleta e com o emprego de metodologias distintas. Garcia Jr. (2006) amostrou uma área maior em Pirangi

durante 2 anos e utilizou métodos adicionais de coleta de dados, como artefatos de pesca, registro de frota pesqueira artesanal da região e dados de coleções científicas, registrando 110 espécies para Pirangi e 102 espécies para Búzios. Entretanto, o relatório diagnóstico para a região de Pirangi registrou 105 espécies de peixes apenas através de censo visual, no qual foram amostrados não apenas recifes litorâneos, mas também áreas recifais mais profundas e distantes da costa (Mendes et al., 2011). Levantamentos realizados na praia de Maracajaú (Feitoza, 2005), localizada no litoral norte do estado do Rio Grande do Norte e no estado da Paraíba (Medeiros et al., 2007), relataram 79 e 41 espécies, respectivamente; contudo, apesar de os estudos terem sido realizados em recifes rasos, eles distam mais de 1km da costa.

Mendes et al. (2011) constataram, como no presente estudo, a grande abundância de *A. chirurgus* e de *S. fuscus*. Esta última é considerada como uma das espécies mais comuns na região Nordeste (Feitoza, 2005) e foi uma das três espécies mais abundantes em todos os setores amostrados neste estudo. Em todos os setores, também foi comum a formação de cardumes mistos entre indivíduos juvenis de *A. bahianus* e *A. chirurgus*, fato também observado em Pernambuco (Araújo et al., 2005).

A predominância de espécies invertívoras em todos os setores é um padrão já observado em ambiente recifais (Ferreira et al., 2004; Apolinário & Sampaio, 2005; Medeiros et al., 2007), e a hipótese conhecida por explicar esse padrão é que essa classe trófica é composta por peixes adaptados a explorar os vários tipos de habitats, ou seja, as espécies exibem grande diversidade ecomorfológica, sendo um grupo propenso a ser amplamente distribuído em diferentes condições ambientais (Harmelin-Vivien, 2002). Contudo, o maior número de espécies no Setor 1 foi de herbívoras (*A. chirurgus*), seguindo o padrão descrito para o Nordeste por Rocha et al. (1998) e Rocha e Rosa (2001). O Setor 2, com maior número de espécies onívoras (*A. saxatilis*), segue um padrão mais característico do sudeste brasileiro (Ferreira et al., 2004). Por fim, o Setor 3 apresenta um maior número de espécies onívoras, porém maior abundância de espécies herbívoras, como *S. fuscus*,

padrão já mencionado anteriormente. A diferença encontrada entre os setores pode estar relacionada com a conectividade entre ambientes e a profundidade das poças formadas durante a maré seca, quando ocorre, no Setor 1, uma baixa conectividade com as águas em seu entorno e uma profundidade média de 1m, enquanto nos outros dois setores há uma maior conectividade com seu entorno, maiores profundidades e a possibilidade de que mais espécies usufruam dos recursos disponíveis.

A baixa representatividade de espécies carnívoras e piscívoras é um forte indício de pressão pesqueira no ambiente (Ferreira et al., 1995; Costa et al., 2003; Apolinário & Sampaio, 2005). Neste estudo, foram encontradas nove espécies carnívoras (19,15% do total) e três piscívoras (6,4% do total), mas deve-se considerar que o estudo foi conduzido em áreas rasas que incluem espécies residentes nas poças de marés de pequeno porte. Entretanto, destaca-se que, durante a realização desta pesquisa, em várias ocasiões, foi observada a presença de pesca submarina de peixes e lagostas, pesca de anzol através de vara de mão, molinete e linha de mão nas áreas dos setores, além de rede de arrasto exclusivamente no Setor 3. Embora tais atividades não tenham sido quantificadas, é possível que haja algum impacto sobre a ictiofauna do local, considerando-se a facilidade de acesso como um fator agravante.

A maior proporção de espécies no estudo tem sua ocorrência no Atlântico com características de habitats costeiros (Menezes et al., 2003; Creed et al., 2007; Froese & Pauly, 2011), algumas endêmicas do Brasil, mas nenhuma espécie exótica. Destaca-se, ainda, a ocorrência de *A. moricandi* e *L. analis*, que, de acordo com a *Red List* publicada pela IUCN, encontram-se em situação de perigo, o que aponta para a necessidade de execução de medidas de conservação para a área.

CONCLUSÃO

Embora o presente trabalho tenha exibido pequenas diferenças entre as comunidades de peixes

dos diferentes setores, provavelmente devido à presença da faixa estreita de mangue e grau de conectividade variável com a maré no Setor 1, pode-se caracterizar toda a área como uma única unidade, por apresentar composição faunística semelhante quanto aos grupos mais abundantes e diferenças não significativas em relação aos atributos ambientais. É importante destacar também que as pequenas diferenças na composição e na abundância de peixes nos setores contribuem para elevar a diversidade do local.

Considerando-se ainda que todos os ambientes da praia de Barra de Tabatinga são importantes para a manutenção dessa diversidade e relevantes para conservação, o conjunto de tais informações torna-se valioso em trabalhos de monitoramento e avaliações mais detalhadas do ambiente.

AGRADECIMENTOS

Aos amigos e parentes pela ajuda e apoio.

REFERÊNCIAS

- Apolinário, M. & Sampaio, C.L.S. (2005). *Bacia Norte Potiguar*: levantamento e censos visuais das espécies de peixes observadas. Rio de Janeiro: CENPES.
- Araújo, M.E; Carvalho, A.C.E.; Magalhaes, H.S.; Santana, R.F.; Silva-Falcao, E.C.; Saraiva, A.A.F., et al. (2005). Distribuição espacial de Acanthuridae em uma poça de maré, Serrambi, Pernambuco. *Boletim do Laboratório de Hidrologia*, 18:25-31.
- Bohnsack, J.A. & Bannerot, S.P. (1986). A stationary visual census technique for quantitatively assessing community structure of coral reef fishes. *NOAA Technical Report National Fish and Wildlife Service*, 41:1-15.
- Brock, V.E. (1954). A preliminary report on a method of estimating reef fish populations. *Journal of Wildlife Management*, 18(3):297-308.
- Carvalho-Filho, A. (1999). *Peixes: costa brasileira*. São Paulo: Melro.
- Castro, C.B.; Pires, D.O.; Medeiros, M.S.; Loiola, L.L.; Arantes, R.C.M.; Thiago, C.M., et al. (2006). Cnidaria: corais. In: Lavrado, H.P.; Ignácio, B.L. (Org.). *Biodiversidade Bêntica da Costa Central Brasileira*. Rio de Janeiro: UFRJ.
- Castro-Filho, B.M.; Brandini, F. & Pires-Vanin, A.M.S. (2003). O mar costeiro do Brasil. *Scientific American Brasil*, 1(12):30-41.
- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Available from: <<http://www.cites.org/>>. (cited: 2 Dec. 2011).
- Costa, P.A.S.; Braga, A.C. & Rocha, L.O.F. (2003). Reef fisheries in Porto Seguro eastern Brazilian coast. *Fisheries Research*, 60(2-3):577-83.
- Creed, J.C.; Pires, D.O. & Figueiredo, M.A.O. (2007). *Biodiversidade marinha da Baía da Ilha Grande*. 2ª ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Série Biodiversidade, n.23.
- De Girolamo, M. & Mozzoldi, C. (2001). The application of visual census on Mediterranean rocky habitats. *Marine Environmental Research*, 51(1):1-16.
- Feitoza, B.M.; Rosa, R.S. & Rocha, L.A. (2005). Ecology and zoogeography of deep-reef fishes in Northeastern Brazil. *Bulletin of Marine Science*, 76(3):725-42.
- Ferreira, C.E.L.; Floeter, S.R.; Gasparini, J.L.; Ferreira, B.P. & Joyeux, J.C. (2004). Trophic structure patterns of Brazilian reef fishes: A latitudinal comparison. *Journal of Biogeography*, 31(7):1093-106.
- Ferreira, C.E.L.; Gonçalves, J.E.A. & Coutinho, R. (2001). Community structure of fishes and habitat complexity in a tropical rocky shore. *Environmental Biology of Fishes*, 61(4):353-69.
- Ferreira, B.P.; M. Malda & A.E.T. Souza. (1995). Levantamento inicial das comunidades de peixes recifais da região de Tamandaré - PE. *Boletim Técnico Científico do CEPENE*, 3(1):213-30.
- Froese, R. & Pauly, D. (Ed.). *FishBase*. Available from: <<http://www.fishbase.org/>>. (cited: 3 Nov. 2011).
- Garcia Jr., J.; Mendes, L.F.; Sampaio, C.L.S. & Lins, J.E. (2010). *Biodiversidade marinha da Bacia Potiguar*: Ictiofauna. Rio de Janeiro: Museu Nacional.
- Garcia Jr., J. (2006). *Inventário das espécies de peixes da costa do Estado do Rio Grande do Norte e aspectos zoogeográficos da ictiofauna recifal do Oceano Atlântico*. Dissertação em Bioecologia Aquática, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Gratwicke, B. & Speight, M.R. (2005). The relationship between fish species richness, abundance and habitat complexity in a range of shallow tropical marine habitats. *Journal of Fish Biology*, 66(3):650-667.
- Harmelin-Vivien, M.L. (2002). Energetics and fish diversity on coral reefs. In: Sale, P.F. (Ed.). *Coral reef fishes: Dynamics and diversity in a complex ecosystem*. San Diego: Academic Press.
- Humann, P. & Deloach, N. (2002). *Reef fish identification*: Florida, Caribbean, Bahamas. Jacksonville: New World Publications.

- Jackson, D.A.; Peres-Neto, P.R. & Olden, J.D. (2001). What controls who is where in freshwater fish communities: The role of biotic, abiotic, and spatial factors. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 58(1):157-170.
- Labrosse, P. (2002). *Underwater visual fish census surveys: Proper use and implementation*. Noumea: Secretariat of the Pacific Community.
- Lucato, S.H.B. *Trofodinâmica dos peixes Pleuronectiformes do Canal de São Sebastião, São Paulo, Brasil*. Dissertação em ciências, área de Oceanografia, Biológica, Universidade de São Paulo.
- Mckenzie, L.J. & Yoshida, R.L. (2009). *Seagrass-Watch: Proceedings of a Workshop for Monitoring Seagrass Habitats in the Kimberley Region, Western Australia*. Department of Environment & Conservation - West Kimberley Office, Broome. Cairns (AU): Seagrass-Watch HQ.
- McCook, L.J.; Almany, G.R.; Berumen, M.L.; Day, J.; Green, A.L.; Jones, G.P., et al. (2009). Management under uncertainty: Guidelines for incorporating connectivity into the protection of coral reefs. *Coral Reefs*, 28(2):353-366.
- Medeiros, P.R.; Gempel, R.G.; Souza, A.T.; Ilarri, M.I. & Sampaio, C.L.S. (2007). Effects of recreational activities on the fish assemblage structure in a northeastern Brazilian reef. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 2(3): 288-300.
- Mendes, L.F.; Vale, L.A.S.; Martins, A.P. & Yokoya, N.S., et al. (2011). *Ictiofauna*. Projeto Ponta de Pirangi, conhecendo a preservando seus recifes costeiros. Meio biótico II. Natal: ONG Oceânica.
- Menezes, N.A.P.A.; Backup, J.L.; Figueiredo & Moura, R.L. (2003). *Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil*. São Paulo: Museu de Zoologia USP.
- Mumby, P.J. (2006). Connectivity of reef fish between mangroves and coral reefs: Algorithms for the design of marine reserves at seascape scales. *Biological Conservation*, 128(2):215-222.
- Nelson, J.S. (1994). *Fishes of the world*. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons.
- Neves, L. M.; Pereira, H.H.; Costa, M.R. & Araujo, F.G. (2006). Uso do manguezal de Guaratiba, Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, pelo peixe-rei *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard) (Atheriniformes, Atherinopsidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(2):421-28.
- Nowlis, J.S.; Roberts, C.M.; Smith, A.H. & Siirila, E. (1997). Human-enhanced impacts of a tropical storm on Nearshore Coral Reefs. *Ambio*, 26(8):515-21.
- Olden, J.D.; Jackson, D.A. & Peres-Neto, P.R. (2001). Spatial isolation and fish communities in drainage lakes. *Oecologia*, 127(4):572-85.
- Osório, F.M.; Godinho, W.O. & Lotufo, T.M.C. (2011). Fish fauna associated to mangrove roots at the Pacoti River estuary. *Biota Neotropica*, 11(1):415-20.
- Paulay, G. (1997). *Diversity and distribution of reef organisms*. In: Birkeland, C. (Ed.), *Life and death of coral reefs*. New York: Chapman & Hall.
- Rocha, L.A. & Rosa, I.L. (2001). Baseline assessment of reef fish assemblages of Parcel Manuel Luiz Marine State Park, Maranhão, north-east Brazil. *Journal of Fish Biology*, 58(4):985-98.
- Rocha, L.A.; Rosa, I.L. & Rosa, R.S. (1998). Peixes Recifais da Costa da Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 15(2):553-66.
- Sale, P.F. (2002). *Coral reef fishes: Dynamics and diversity in a complex ecosystem*. San Diego: Academic Press.
- Samoilys, M.A. & Carlos, G. (2000). Determining methods of underwater visual census for estimating the abundance of coral reef fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 57(3):289-304.
- Sampaio, C.L.S. & Nottingham, M.C. (2008). *Guia para identificação de peixes ornamentais*. Brasília: Ibama. v.1: Espécies marinhas.
- Spalding, M.D.; Ravilious, C. & Green, E.P. (2001). *World Atlas of Coral Reefs*. California: University of California Press.
- Stergiou, K.I. & Karpouzi, V.S. (2002). Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 11(3):217-254.
- Szpilman, M. (2000). *Peixes marinhos do Brasil: guia prático de identificação*. Rio de Janeiro: Instituto Ecológico Aqualung.

Recebido em: 28/6/2013
 Versão final em: 20/9/2013
 Aprovado em: 21/10/2013

Primeiros estudos de Chironomidae (Diptera) do estado do Piauí (Brasil)

On the Chironomidae (Diptera) of the state of Piauí, Northern Brazil

Romildo Ribeiro Soares¹
Victor de Jesus Silva Meireles¹
Leomá Albuquerque Matos¹
João Marcelo de Castro e Souza¹
Gisele Daiane Pinha¹
Danielle Katharine Petsch¹
Alice Michiyo Takeda¹

RESUMO

A maioria dos trabalhos ecológicos classifica as larvas de Chironomidae apenas em nível de família ou subfamília. Isto é ainda mais comum em locais cuja fauna é pouco conhecida, como no Nordeste do Brasil. Este estudo é um dos primeiros sobre Chironomidae do estado do Piauí. As coletas foram realizadas em abril de 2013, nas regiões centrais e marginais dos rios Poti e Parnaíba, utilizando pegador de fundo tipo Petersen modificado. As larvas de Chironomidae foram identificadas ao menor nível taxonômico possível. Também foram coletados dados de variáveis físico-químicas da água. Foram encontrados seis morfoespécies de Chironomidae de três subfamílias. As maiores densidades ocorreram na margem do rio Poti, e as menores, na região central. *Coelotanypus* foi a única morfoespécie registrada no rio Poti. Por outro lado, todos os táxons registrados ocorreram no rio Parnaíba, sendo a sua região central a mais rica, com cinco morfoespécies. A maior dissimilaridade da composição da comunidade foi verificada entre os dois rios e entre a margem e calha do rio Parnaíba. A diferença nas variáveis ambientais entre os rios parece não ser relacionada à proximidade geográfica mas influenciou a dissimilaridade na composição de espécies. Mais estudos devem ser realizados para entender a ecologia do grupo na região.

Palavras-chave: Fatores ambientais. Nordeste. Rio Parnaíba. Rio Poti.

¹ Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais. Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, PR, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: G.D. PINHA. E-mail: <pinhagisele@hotmail.com>.

ABSTRACT

Most ecological studies classify chironomid larvae only to the family or subfamily level. This is even more common in places poorly known, such as in Northeastern Brazil. We sampled chironomids with a Petersen modified grab in April 2013, at the margins and central portions of the Poti and Parnaíba rivers. Chironomid larvae were identified to the lowest taxonomic level. We also collected water chemistry variables. To the best of our knowledge this is the first study about chironomids of the state Piauí. We found six Chironomid morphospecies from three subfamilies. The highest densities occurred at the margin of the Poti River and the lowest in the central region. Coelotanypus was the only morphospecies recorded in the Poti river, whereas five morphospecies occurred in the Parnaíba River. The greatest dissimilarity in species composition was between the two rivers and between regions of the Parnaíba River. The difference in the environmental variables among the sampled rivers influenced compositional dissimilarity, but does not seem to be influenced by the geographical distance. More studies should be conducted to improve our understanding about the ecology of the group in region.

Key words: Environmental factors. Northeast. Parnaíba River. Poti River.

INTRODUÇÃO

A família Chironomidae (Diptera) ocorre em todas as regiões zoogeográficas do mundo; suas larvas constituem o grupo frequentemente mais abundante de insetos em corpos de água doce (Oliver, 1971; Pinder, 1986). Essa família, com mais de 350 gêneros válidos (Armitage et al., 1995), compreende 11 subfamílias, das quais 5 (Chironominae, Orthocladiinae, Podonominae, Tanypodinae e Telmatogetoninae) ocorrem no Brasil (Trivinho-Strixino, 2011a).

A comunidade de Chironomidae tem sido amplamente estudada no mundo todo (Armitage et al., 1995), e a região Neotropical destaca-se pela possibilidade de representar uma das maiores riquezas de espécies do mundo (Roque et al., 2007). Segundo Trivinho-Strixino (2011b), os estudos de Chironomidae no Brasil tiveram início na década de 1940, com os trabalhos pioneiros do Dr. Sebastião de Oliveira, do Instituto Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro. A fauna desse grupo da região Neotropical compreende 709 espécies, distribuídas em 155 gêneros (Spies & Reiss, 1996); no Brasil, ocorrem 392 espécies em 136 gêneros (Mendes & Pinho, 2013).

Em habitats de água doce, as larvas de Chironomidae são consideradas uma importante ferramenta nos estudos ecológicos (Epler, 2001; Roque et al., 2007; Siqueira et al., 2008). O grupo apresenta alta riqueza de espécies (Epler, 2001; Roque et al., 2010), é amplamente distribuído (Ferrington, 2008) e ocupa praticamente todos os nichos disponíveis (Epler, 2001; Takeda et al., 2004), onde desempenha variadas funções tróficas (Takeda et al., 2004; Siqueira et al., 2008).

Embora muitos trabalhos ecológicos e de inventários entomofaunísticos cite as larvas de Chironomidae, a maioria as classifica apenas no nível de família ou subfamília, como no caso da região Nordeste, em que há uma escassez de trabalhos que identifiquem o grupo em menores níveis taxonômicos. Atualmente, são conhecidas cerca de 20 espécies para toda a região (Trivinho-Strixino, 2011b), sendo este trabalho correspondente aos primeiros registros de larvas de Chironomidae para o estado do Piauí. Este estudo tem como objetivo avaliar a estrutura da comunidade de Chironomidae nos rios Poti e Parnaíba, em pontos localizados em Teresina (Piauí), e relacionar a distribuição do grupo com os fatores ambientais.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende o município de Teresina (Piauí), nos rios Parnaíba e Poti, em pontos próximos à área urbana. O rio Parnaíba, maior rio genuinamente do nordeste brasileiro, está dentro do domínio da Caatinga e do Cerrado, e pertence à ecorregião Maranhão-Piauí, que se encontra na porção norte-ocidental da Caatinga e inclui, além da bacia do Parnaíba, a bacia do rio Munim e pequenas bacias costeiras a leste desse rio (Rosa et al., 2003). O rio Poti é um dos principais afluentes do rio Parnaíba, e o encontro desses rios ocorre na região norte do município onde foi feito este estudo (L. Agassiz & E.C. Agassiz, 1975).

As coletas foram realizadas em abril de 2013, em dois pontos no rio Parnaíba (margem: LS 5°03'024", LW 42°50'36,1"; 2 e centro: LS 5°2'57,9", LW 42° 50'32,6") e outros dois pontos no rio Poti (margem: LS 5°2'2,4", LW 42°50'13,9"; 4 e centro: LS 5°02'4,1", LW 42°50'12.5'), com o auxílio de um pegador de fundo do tipo Petersen modificado (0,054316m²). Em cada ponto de amostragem, foram coletadas, para análise biológica, três amostras, que foram lavadas em uma peneira com malha de 0,5mm. O material foi fixado em álcool 80% para posterior triagem com microscópio estereoscópio.

As larvas de Chironomidae encontradas durante a triagem do material foram dissecadas e montadas em lâminas com meio de Hoyer, de acordo com metodologia proposta por Trivinho-Strixino & Strixino (1995) e posteriormente identificadas até o menor nível taxonômico possível com a utilização das chaves de identificação de Trivinho-Strixino (2011a) e Epler (2001). As lâminas estão armazenadas no Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (Nupelia) Universidade Estadual de Maringá.

Além do material biótico, as seguintes variáveis ambientais foram mensuradas: condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); pH; temperatura (C°), com a utilização do medidor portátil modelo FT-P98130; oxigênio dissolvido (mg/L) e saturação de oxigênio

dissolvido (%) com o medidor de oxigênio Hanna, modelo HI9146-04N; sólidos totais dissolvidos (medidos pelo equipamento instrutherm PH-1500) e profundidade (m), com o auxílio da Ecosonda Hondex PS.

Os dados de abundância dos organismos coletados foram transformados em densidade (número de indivíduos/0,054316m²). Uma *Principal Components Analysis* (PCA, Análise dos Componentes Principais) foi utilizada com o objetivo de reduzir a dimensionalidade das variáveis abióticas e separar os pontos de acordo com os seguintes fatores ambientais: condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, transparência (disco de Secchi), temperatura, profundidade e sólidos totais dissolvidos. Além disso, foi realizado índice de dissimilaridade de Sørensen com a utilização do *software* estatístico livre *R* (*R Development Core Team*, 2012). Foi realizada, também, a correlação de Pearson entre os atributos e os táxons da comunidade de Chironomidae com as variáveis físicas e químicas da água, por meio do *software Statistica* 7.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo o critério de Broken-stick, a PCA foi significativa apenas para o primeiro eixo (autovalor: 5,19), totalizando 84,44% de explicação da variabilidade dos dados. Por meio da análise, foi observado a formação de dois grupos distintos: o rio Parnaíba se diferenciou do rio Poti pela maior correlação com os dados de oxigênio dissolvido e transparência (disco de Secchi) (Figura 1).

A distinção das variáveis físicas e químicas entre os ambientes é muito comum, sendo a principal causa dos diferentes agrupamentos em uma análise de ordenação, como observado neste trabalho. As diferenças têm importância fundamental sobre os organismos, determinando a estrutura das comunidades no ambiente, principalmente sobre os organismos bentônicos, como as larvas de Chironomidae, que, por apresentarem reduzida

mobilidade em seu estágio larval, são fortemente influenciadas pelas condições ambientais (Würdig et al., 2007).

Foram encontradas seis morfoespécies, distribuídas nas três subfamílias mais comuns para ecossistemas de água doce: Tanypodinae (duas morfoespécies), Chironominae (três morfoespécies) e Orthocladiinae (uma morfoespécie). No rio Poti, foi registrada a ocorrência apenas de *Coelotanypus*, tanto para a região marginal como central. As demais espécies ocorreram todas apenas no rio Parnaíba (Tabela 1).

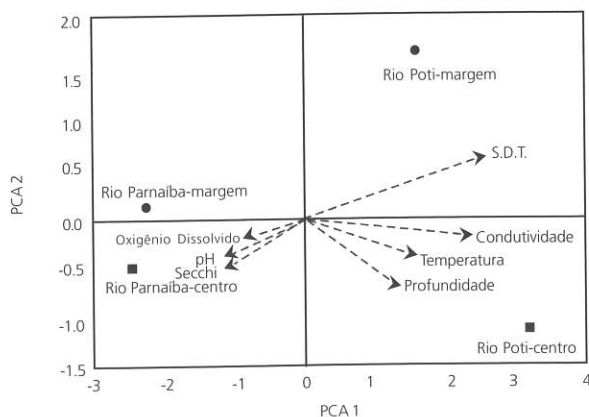


Figura 1. Diagrama de ordenação da Análise de Componentes Principais (PCA) realizada com os fatores abióticos mensurados nos pontos centrais e marginais dos rios Parnaíba e Poti.

Nota: S.D.T: Sólidos Dissolvidos Totais.

Em relação à densidade média, os maiores valores foram registrados para a região marginal do rio Poti, com a dominância de uma única morfoespécie (*Coelotanypus*), e os menores valores para a região central desse mesmo rio, com também a ocorrência de apenas *Coelotanypus* (Figura 2A). Apesar da maior densidade registrada no rio Poti, a maior riqueza de táxons foi encontrada no rio Parnaíba, nas regiões central (cinco morfoespécies) e marginal (duas morfoespécies), e a menor riqueza, portanto, no rio Poti (Figura 2B).

Os táxons do complexo *Harnischia* e *Lospecladius* são conhecidos por habitar ambientes lóticos e arenosos (Sanseverino & Nessimian, 2001), características comuns do rio Parnaíba, onde as larvas foram encontradas. Da mesma forma, de acordo com Pinha et al. (2013), a morfoespécie *Djalmabatista pulchra* é comum em ambientes com essas condições, características que também podem ter influenciado sua ocorrência no rio Parnaíba. Entretanto, *Polypedilum (Tripodura)* é considerado um grupo cosmopolita e oportunista, encontrado em quase todos os habitats aquáticos continentais (Trivinho-Strixino, 2011a).

O rio Poti, no trecho amostrado, apresentará características diferenciadas do rio Parnaíba, com fluxo mais lento e sedimento com predominância de lama. Tais condições podem ter influenciado a presença de *Coelotanypus*, pois, segundo Trivinho-Strixino (2011a), esse é um gênero comum em sedimentos rasos de lagoas e represas.

Tabela 1. Lista de ocorrência das morfoespécies de Chironomidae nas regiões de centro e margem dos rios Parnaíba e Poti.

Ocorrência	Rio Parnaíba		Rio Poti	
	Centro	Margem	Centro	Margem
Chironominae				
Comp. <i>Harnischia</i> sp. 6	+			
Comp. <i>Harnischia</i> sp. a1	+	+		
<i>Polypedilum (Tripodura)</i> sp. 4	+			
Tanypodinae				
<i>Coelotanypus</i> Kieffer, 1913	+		+	+
<i>Djalmabatista pulchra</i> Johannsen, 1908	+			
Orthocladiinae				
<i>Lopescladius</i> Oliveira, 1967		+		

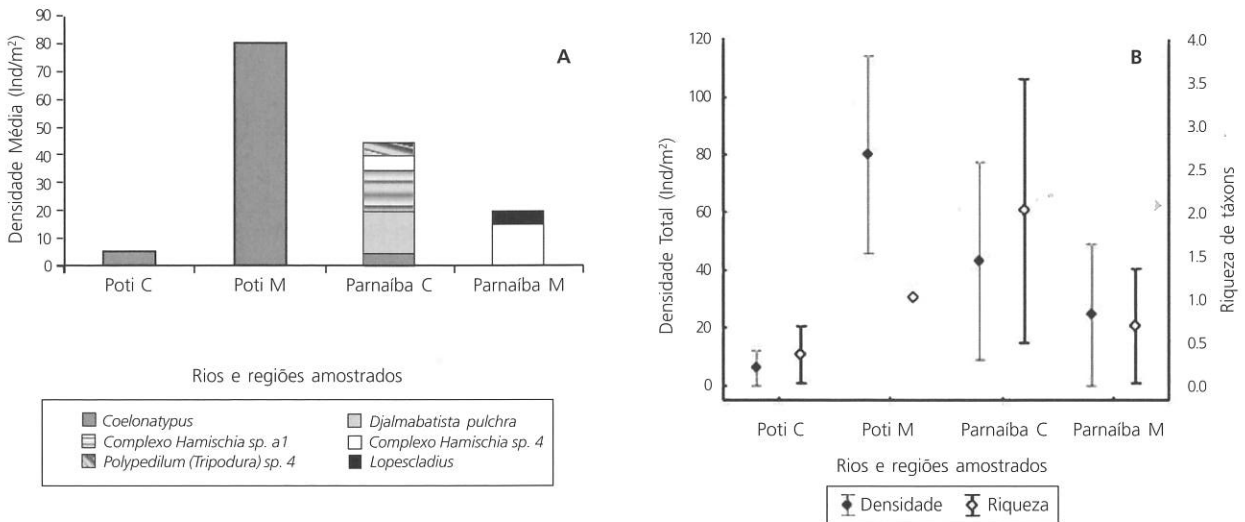


Figura 2. Densidade média (A) e média e erro-padrão da densidade e riqueza (B) de morfoespécies de Chironomidae nos rios Poti e Parnaíba.

De acordo com o índice de dissimilaridade de Sørensen, os pontos do rio Poti foram iguais, enquanto a maior dissimilaridade da comunidade de Chironomidae foi observada entre os dois rios e entre as regiões do rio Parnaíba (Tabela 2). As diferenças nas riquezas entre os ambientes, juntamente com a ocorrência de apenas uma morfoespécie no rio Poti, podem ser indicadas como a maior causa da separação espacial da comunidade observada na análise de dissimilaridade.

Atualmente, índices de dissimilaridade como o de Sørensen têm sido amplamente utilizados para avaliar a diversidade beta e seus componentes para vários grupos de organismos, dentre eles invertebrados (Baselga, 2010; Fattorini & Baselga, 2012), vertebrados terrestres (Dobrovolski *et al.*, 2012; Tonial *et al.*, 2012) e vertebrados aquáticos (Florentino & Penha, 2011). Esses índices refletem mudanças na composição das comunidades entre

diferentes locais. Como demonstrado neste trabalho, a maior dissimilaridade foi observada entre os rios, o que nos leva a inferir que suas características limnológicas diferenciadas, com a PCA demonstrou, são importantes para a determinação de diferentes composições de Chironomidae.

Por meio da correlação de Pearson, pode-se observar uma forte tendência de redução da riqueza com os maiores valores de condutividade e sólidos dissolvidos totais, e de aumento da riqueza relacionado aos maiores valores de pH e oxigênio dissolvido (Tabela 3). A profundidade foi correlacionada negativamente tanto com os atributos como com todos os táxons, sendo a tendência de decréscimo mais forte para a densidade. Tais variáveis abióticas foram também as mais significativas na separação observada entre os locais pela PCA, o que provavelmente refletiu nos dados bióticos, como demonstrado pela análise de correlação.

O tipo de substrato, velocidade de correnteza, concentrações de oxigênio e profundidade são importantes fatores que influenciam as comunidades bentônicas em ambientes lóticos (Townsend *et al.*, 1997; Olsen *et al.*, 2001). Dessa maneira, a maior profundidade observada na região central do Poti e, ainda, os menores valores de oxigênio dissolvido e pH verificados nesse rio parecem ser condições

Tabela 2. Índice de dissimilaridade de Sørensen de acordo com a presença/ausência das morfoespécies de Chironomidae entre os pontos amostrados.

Amostragem	Poti Centro	Poti Margem	Parnaíba Centro
Poti Margem	0		
Parnaíba Centro	0,667	0,667	
Parnaíba Margem	1	1	0,714

desfavoráveis para sustentar alta riqueza e abundância de larvas de Chironomidae. Condições similares foram observadas por Anjos *et al.* (2011): os reduzidos valores de pH e de oxigênio dissolvido podem ter dificultado o

estabelecimento de muitos táxons sensíveis a esses fatores. Contudo, o rio Parnaíba, ambiente bem oxigenado, proporcionou condições favoráveis para a maioria dos táxons registrados.

Tabela 3. Correlação de Pearson entre os atributos e os táxons da comunidade de Chironomidae com as variáveis físicas e químicas da água.

Correlação de Pearson	Variáveis ambientais					
	Prof.	Temp.	Cond	pH	O.D.	S.D.T.
<i>Atributos</i>						
Riqueza	-0,28	-0,55	-0,72	0,74	0,78	-0,89
Densidade	-0,72	-0,46	-0,16	-0,22	-0,23	0,11
<i>Táxons</i>						
<i>Coelotanypus</i> sp. 2	-0,39	-0,03	0,31	-0,64	-0,66	0,58
<i>Djalmabatista pulchra</i>	-0,17	-0,40	-0,54	0,54	0,59	-0,74
<i>Compl. Harnischia</i> tipo 6	-0,17	-0,40	-0,54	0,54	0,59	-0,74
<i>Compl. Harnischia</i> sp. a1	-0,47	-0,66	-0,77	0,84	0,80	-0,67
<i>Polypedilum (Tripodura)</i> sp. 4	-0,17	-0,40	-0,54	0,54	0,59	-0,74
<i>Lopescladius</i> sp. 1	-0,39	-0,49	-0,54	0,61	0,56	-0,39

Nota: Prof.: Profundidade; Temp.: Temperatura da água; Cond.: Condutividade; O.D.: Oxigênio dissolvido; S.D.T.: Sólidos dissolvidos totais.

CONCLUSÃO

Apesar da baixa riqueza de larvas de Chironomidae encontrada, considerando apenas dois ambientes e uma única coleta, registrou-se a ocorrência das três principais subfamílias do grupo na região. Foi possível, ainda, estabelecer relações entre as condições ambientais e as morfoespécies encontradas. As diferenças na composição de espécies entre os dois ambientes destacam a importância de maiores estudos na área que englobem outros locais. Assim, sugere-se que mais estudos sejam realizados a fim de se encontrarem padrões espaciais e temporais da comunidade de Chironomidae na região, bem como o registro de mais morfoespécies além das encontradas neste estudo.

AGRADECIMENTOS

Pelo financiamento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior para a realização da disciplina Ecologia de Comunidades Aquáticas - área Zoobentos e apoio logístico da

Universidade Federal do Piauí e dos seguintes órgãos vinculados à Universidade Estadual de Maringá: Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura e Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais.

REFERÊNCIAS

- Agassiz, L. & Agassiz, E.C. (1975). *Viagem ao Brasil: 1865-1866*. São Paulo: Edusp.
- Anjos, A.F.; Takeda, A.M. & Pinha, G.D. (2011). Distribuição espacial e temporal das larvas de Chironomidae em diferentes ambientes do complexo, rio Baía, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 33(4):417-26.
- Armitage, P.D.; Cranston, P.S. & Pinder, L.C.V. (1995). *The Chironomidae: Biology and ecology of non-biting midges*. London: Chapman & Hall.
- Baselga, A. (2010). Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 19(1):134-43.
- Dobrovolski, R.; Melo, A.S.; Casemiro, F.A.S. & Diniz-Filho, J.A.F. (2012). Climatic history and dispersal ability explain the relative importance of turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 21(2):191-7.

- Epler, J.H. (2001). *Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina: A guide to the taxonomy of the midges of the Southeastern United States, including Florida*. Available from: <<http://www.esb.enr.state.nc.us/BAUwww/Chironomid.htm>>. (cited 7/9/2010).
- Fattorini, S. & Baselga, A. (2012). Species richness and turnover patterns in European tenebrionid beetles. *Insect Conservation and Diversity*, 5(5):331-45.
- Ferrington, L.C. (2008). Global diversity of non-biting midges (Chironomidae; Insecta-Diptera) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595(1):445-7.
- Florentino, A.C. & Penha, J.M. (2011). High beta diversity of fish in vegetated littoral zones of floodplain lakes in the Cuiabá River Basin, Northern Pantanal, Brazil. *Hydrobiologia*, 1(1):137-46.
- Mendes, H.F. & Pinho, L.C. (2013). *Brazilian chironomid home page*. Available from: <<https://sites.google.com/site/brazilianchironomids/home>>. (cited 9/5/2013).
- Oliver, D.R. (1971). Life history of the Chironomidae. *Annual Review of Entomology*, 16(1):211-30.
- Olsen, D.A.; Townsend, C.R. & Matthaei, C.D. (2001). Influence of reach geomorphology on hyporheic communities in a gravel-bed stream. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 35(1):181-90.
- Pinder, L.C.V. (1986). Biology of freshwater Chironomidae. *Annual Review of Entomology*, 31(1):1-23.
- Pinha, G.D.; Aviz, D.; Lopes Filho, D.R.; Petsch, D.K.; Marchese, M.R. & Takeda, A.M. (2013). Longitudinal distribution of the Chironomidae (Diptera) assemblage downstream from a dam in a neotropical river. *Brazilian Journal of Biology*, 73(3): 549-58.
- R Development Core Team. (2012). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Au: R Foundation for Statistical Computing.
- Roque, F.O.; Trivinho-Strixino, S.; Milan, L. & Leite, J.G. (2007). Chironomid species richness in low order streams in the Brazilian Atlantic Forest: A first approximation through a Bayesian approach. *Journal of North American Benthological Society*, 26(2):221-31.
- Roque, F.O.; Siqueira, T.; Bini, L.M.; Ribeiro, M.C.; Tambosi, L.R.; Ciocheti, G. et al. (2010). Untangling associations between chironomid taxa in Neotropical streams using local and landscape filters. *Freshwater Biology*, 55(4):847-65.
- Rosa, R.S.; Menezes, N.A.; Britski, H.A.; Costa, W.J.E.M. & Groth, F. (2003). Diversidade, padrões de distribuição e conservação dos peixes da Caatinga. In: Leal, I. R.; Tabarelli, M. & Silva, J.M.C. (Ed.). *Ecologia e conservação da Caatinga*. Recife: UFPE. p.135-62.
- Sanseverino, A.M. & Nessimian, J.L. (2001). Hábitats de larvas de Chironomidae (Insecta, Diptera) em riachos de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 3(1):29-38.
- Siqueira, T.; Roque, F.O. & Trivinho-Strixino, S. (2008). Species richness, abundance, and body size relationships from a neotropical chironomid assemblage: Looking for patterns. *Basic and Applied Ecology*, 9(5):606-12.
- Spies, M. & Reiss, F. (1996). Catalog and bibliography of Neotropical and Mexican Chironomidae. *Spixiana*, 22(1):61-119.
- Takeda, A.M.; Kobayashi, J.T.; Resende, D.L.M.C.; Fujita D.S.; Avelino G.S.; Fujita, R.H., et al. (2004). Influence of decreased water level on the Chironomidae community of the Upper Paraná River alluvial plain. In: Agostinho, A.A.; Rodrigues, L.; Gomes, L.C.; Thomaz, S.M. & Miranda, L.E. (Ed.). *Structure and functioning of the Paraná River and its floodplain*. Maringá: EDUEM. p.101-6.
- Tonial, M.L.S.; Silva, H.L.R.; Tonial, I.J.; Costa, M.C.; Silva Júnior, N.J. & Diniz-Filho, J. A.F. (2012). Geographical patterns and partition of turnover and richness components of beta-diversity in faunas from Tocantins river valley. *Brazilian Journal of Biology*, 72(3):497-504.
- Townsend, C.R.; Abruck, C.J.; Crowl, T.A. & Scarsbrook, M.R. (1997). The relationship between land use and physicochemistry, food resources and macroinvertebrate communities in tributaries of the Taieri River, New Zealand: A hierarchically scaled approach. *Freshwater Biology*, 37(1):177-91.
- Trivinho-Strixino, S. & Strixino, G. (1995). Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo: guia de identificação e diagnose dos gêneros. São Carlos: UFSCar.
- Trivinho-Strixino, S. (2011a). *Larvas de Chironomidae: guia de identificação*. São Carlos: UFSCar.
- Trivinho-Strixino, S. (2011b). Chironomidae (Insecta, Diptera, Nematocera) do Estado de São Paulo, Sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, 11(1):675-84.
- Wüdig, N.L.; Cenzano, C.S.S.; Motta-Marques, D. (2007). Macroinvertebrate communities structure in different environments of the Taim Hydrological System in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 19(4):427-38.

Recebido em: 12/6/2013
 Versão final em: 19/8/2013
 Aprovado em: 2/10/2013



ÍNDICE DE AUTORES

A

Agostini, Kayna	3
Aguiar, Albert Gallon de	57
Angelini, Ronaldo	89

B

Bilia, Camila Gentilin	67
Bispo, Arthur Ângelo	57

F

Fontoura, Priscila Montes	33
---------------------------------	----

K

Krawczyk, Ana Carolina de Deus Bueno	25, 41
--	--------

L

Lamim-Guedes, Valdir	13
----------------------------	----

M

Matos, Leomá Albuquerque	101
Matozo, Francielle	25
Meireles, Victor de Jesus Silva	101
Mendes, Liana de Figueiredo	89

N

Nocelli, Roberta Cornélio Ferreira	3
--	---

P

Pereira, Luci Fátima	41
Petsch, Danielle Katharine	101
Pinha, Gisele Daiane	67, 101

R

Ragonha, Flávio Henrique	67
--------------------------------	----

S

Santos, Jussara Fernanda	3
Silva, Renata Guglielmetti da	67
Soares, Romildo Ribeiro	101
Souza, João Marcelo de Castro e	101
Souza, Thaisa Accioly de	89

T

Takeda, Alice Michiyo	67, 101
Tramonte, Rafael Prandini	67
Tullio, Suelen Cristine de Morais Calado	25

U

Uieda, Virginia Sanches	79
-------------------------------	----

Y

Yoshida, Claudia Eiko	79
-----------------------------	----

ÍNDICE DE ASSUNTOS

A	
Alto Rio Paraná	67
Amostragem por distância	33
Área de proteção permanente	13
Área urbana	33
Aves	33
B	
Biodiversidade	67
C	
Cabreúva	79
Censos visuais	89
D	
Densidade	33
Diversidade de hábitat	79
Diversidade	41
E	
Ecosistemas lóticos	25
F	
Fatores ambientais	101
Fenologia	3
Florescimento	3
Floresta Estacional Semidecidual	57
Frugivoria	57
Frutos artificiais	57
I	
Ictiofauna	89
Invertebrados	67
J	
Jundiá	79
L	
Legislação ambiental	13
M	
Macroinvertebrados bentônicos	25
Macroinvertebrados	79
Mata Atlântica	41
N	
Nascentes	79
Nordeste do Brasil	89
Nordeste	101
O	
Ornitocoria	57
Outono	41
P	
Polinização	13
R	
Recifes rasos	89
Região litoral	67
Região marginal	67
Reserva legal	13
Resiliência	25
Rio Parnaíba	101
Rio Poti	101
S	
Sazonal	41
Serviços ecossistêmicos	13
Sincronismo	3
T	
Teia trófica	25
Z	
Zoobentos	67

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

A Revista *Bioikos* publica trabalhos científicos originais, artigos de revisão e comunicações científicas relacionados à área de Biodiversidade, que compreende os programas de Botânica, Ecologia e Meio Ambiente, Oceanografia Biológica e Zoologia.

PROCEDIMENTOS EDITORIAIS

1. Avaliação de manuscritos

Os manuscritos submetidos à Revista, que atenderem à política editorial e às instruções aos autores, são pré-selecionados pelos editores, que consideram o mérito científico da contribuição. O processo editorial só terá início se os manuscritos encaminhados obedecerem às condições das Instruções. Caso contrário, serão devolvidos para adequação às normas, inclusão de carta ou outros documentos, antes mesmo de serem submetidos à pré-análise da Comissão Editorial e à posterior avaliação de mérito do trabalho pelos revisores *ad hoc*.

Recomenda-se fortemente que o(s) autor(es) busque(m) assessoria linguística profissional (revisores e/ou tradutores certificados em língua portuguesa e inglesa) antes de submeter(em) originais que possam conter incorreções e/ou inadequações morfológicas, sintáticas, idiomáticas ou de estilo.

Originais identificados com incorreções e/ou inadequações morfológicas ou sintáticas são devolvidos antes mesmo de serem submetidos à avaliação quanto ao mérito do trabalho e à conveniência de sua publicação.

Aprovados nesta fase, os manuscritos são encaminhados aos revisores *ad hoc* selecionados pelos editores. Cada manuscrito é enviado para dois revisores de reconhecida competência na temática abordada. Em caso de desacordo, o original é enviado para uma terceira avaliação.

O processo de avaliação por pares é o sistema de *blind review*, em procedimento sigiloso quanto à identidade tanto dos autores quanto dos revisores. Por isso, os autores devem empregar todos os meios possíveis para evitar a identificação de autoria do manuscrito.

No caso da identificação de *conflito de interesse* por parte dos revisores, o Comitê Editorial encaminha o manuscrito a outro revisor *ad hoc*.

Os pareceres dos consultores comportam três possibilidades: a) aceitação integral; b) aceitação com reformulações; c) recusa integral. Em qualquer desses casos, o autor é comunicado.

A decisão final sobre a publicação ou não do manuscrito é sempre dos editores, aos quais é reservado o direito de efetuar os ajustes que julgarem necessários.

Manuscritos aceitos: manuscritos aceitos podem retornar aos autores para aprovação de eventuais alterações, no processo de editoração e normalização, de acordo com o estilo da revista.

Provas: são enviadas provas tipográficas aos autores para a correção de erros de impressão. As provas devem retornar ao Núcleo de Editoração na data estipulada. Outras mudanças no manuscrito original não são aceitas nesta fase.

2. Submissão de trabalhos

Os autores devem indicar a subárea temática, a saber: Botânica, Ecologia e Meio Ambiente, Oceanografia Biológica e Zoologia.

Além disso, os autores devem indicar, no momento da submissão, o nome de três revisores com as respectivas informações profissionais e de contato.

São aceitos trabalhos acompanhados de carta assinada por todos os autores (assinaturas originais ou eletrônicas), com descrição do tipo de trabalho, declaração de que o trabalho está sendo submetido apenas à *Bioikos* e de concordância com a cessão de direitos autorais. A carta deve indicar nome, endereço, números de telefone e *e-mail* do autor para o qual a correspondência deve ser enviada.

Caso haja utilização de figuras ou tabelas publicadas em outras fontes, deve-se anexar documento que ateste a permissão para seu uso.

Todos os artigos devem ser submetidos de forma eletrônica pela página do Portal de Periódicos Científicos da PUC-Campinas <<http://www.puc-campinas.edu.br/periodicocientifico>>, cujos passos são os seguintes:

a) Acessar o site <<http://www.puc-campinas.edu.br/periodicocientifico>>.

b) Escolher "Bioikos".

c) Clicar em "Acessar a Revista".

d) Já na página da Revista, entrar em "Acesso".

e) Se for o primeiro acesso, preencher os dados pessoais no item "Cadastro". Se já estiver cadastrado, basta preencher *login* e senha.

f) Para submeter trabalhos, siga as demais instruções do próprio sistema.

Manuscritos enviados por correio convencional, *fax*, *e-mail* ou qualquer outra forma de envio não serão apreciados pelos editores.

3. Estrutura do artigo

A Revista *Bioikos* publica artigos nas categorias originais, de revisão e de notas científicas, formatados com espaço 1,5 entrelinhas e fonte *Arial* tamanho 11. A publicação pode ser inglês (preferencialmente), em português ou espanhol e o texto deve ter de 15 a 20 laudas. As folhas devem ter numeração personalizada desde

a folha de rosto (que deve apresentar o número 1). O papel deve ser de tamanho A4, com formatação de margens superior e inferior (no mínimo 2,5cm), esquerda e direita (no mínimo 3,0cm).

Os artigos (originais, nota científica) devem ter, aproximadamente, trinta referências, exceto no caso de artigos de revisão, que podem apresentar em torno de cinquenta.

A página do título deve conter:

a. Título completo - deve ser conciso, evitando excesso de palavras, como "avaliação do...", "considerações acerca de...", "estudo exploratório...".

b. *Short title* com até quarenta caracteres (incluindo espaços), em português (ou espanhol, caso seja o idioma do artigo) e inglês.

c. Nomes de todos os autores por extenso, indicando a filiação institucional de cada um. Será aceita uma única titulação e filiação por autor. O(s) autor(es) deve(m), portanto, escolher entre suas titulações e filiações institucionais aquela que julgar(em) a mais importante. Serão aceitos no máximo 5 autores.

d. Todos os dados da titulação e da filiação devem ser apresentados por extenso, sem siglas.

e. Indicação dos endereços completos de as universidades às quais estão vinculados os autores.

f. Indicação de endereço para correspondência com o autor para a tramitação do original, incluindo fax, telefone e endereço eletrônico.

Observação: esta deverá ser a única parte do texto com a identificação dos autores.

Versão reformulada

A versão reformulada deverá ser encaminhada via *site* <<http://www.puc-campinas.edu.br/periodicocientifico>>.

O texto do artigo deve empregar fonte colorida (cor azul) para todas as alterações, juntamente com uma carta ao editor, reiterando o interesse em publicar nesta revista e informando quais alterações foram processadas no manuscrito. Se houver discordância quanto às recomendações dos revisores, o(s) autor(es) deve(m) apresentar argumentos que justifiquem sua posição. O título e o código do manuscrito devem ser especificados.

Resumo: todos os artigos submetidos em português ou espanhol devem ter resumo no idioma original e em inglês, com um mínimo de 150 palavras e máximo de 250 palavras. Os artigos submetidos em inglês devem vir acompanhados de resumo em português, além do *abstract* em inglês. Os resumos/abstracts devem destacar os objetivos, a metodologia, informação sobre o local, população e amostragem da pesquisa, resultados e conclusões mais relevantes, considerando os objetivos do trabalho. O resumo não deve conter citações, siglas e abreviaturas. Destacar no mínimo três e no máximo seis palavras-chave.

Texto: com exceção dos manuscritos apresentados como artigo de revisão e nota científica, os trabalhos devem seguir a estrutura formal para trabalhos científicos:

- **Introdução:** deve conter revisão da literatura atualizada e pertinente ao tema, adequada à apresentação do problema e que

destaque sua relevância. Não deve ser extensa, a não ser em manuscritos submetidos como artigo de revisão.

- **Material e Métodos:** deve conter descrição clara e sucinta do método empregado, acompanhada da correspondente referência bibliográfica, incluindo procedimentos adotados, universo e amostra; instrumentos de medida e, se aplicável, método de validação; tratamento estatístico. Em relação à análise estatística, os autores devem demonstrar que os procedimentos utilizados foram não somente apropriados para testar as hipóteses do estudo, mas também corretamente interpretados. Os níveis de significância estatística (ex. $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$) devem ser mencionados. Ao relatar experimentos com animais, indicar se as diretrizes de conselhos de pesquisa institucionais ou nacionais - ou se qualquer lei nacional relativa aos cuidados e ao uso de animais de laboratório - foram seguidas e fornecer o número do processo de aprovação do Comitê de Ética.

- **Resultados:** sempre que possível, os resultados devem ser apresentados em tabelas ou figuras, elaboradas de forma que sejam autoexplicativas e com análise estatística. Deve-se evitar repetir dados no texto. Tabelas, quadros e figuras devem ser limitados a cinco no conjunto e numerados consecutiva e independentemente com algarismos arábicos, de acordo com a ordem de menção dos dados; devem vir em folhas individuais e separadas, com indicação de sua localização no texto. É imprescindível a informação do local e ano do estudo. A cada um deve-se atribuir um título breve. Os quadros e tabelas devem ter as bordas laterais abertas. O(s) autor(es) responsabiliza(m)-se pela qualidade das figuras (desenhos, ilustrações, tabelas, quadros e gráficos), que devem permitir redução sem perda de definição para os tamanhos de uma ou duas colunas (7,6 e 16,2cm, respectivamente). Não é permitido o formato paisagem.

As figuras deverão ser enviadas em impressão de alta qualidade, em preto-e-branco e/ou diferentes tons de cinza e/ou hachuras. É necessário o envio dos gráficos, separadamente, em arquivos no formato WMF (*Windows Metafile*) e no formato do programa em que foram gerados (SPSS, Excel), acompanhados de seus parâmetros quantitativos, em forma de tabela e com nome de todas as variáveis. As imagens de satélite e fotografias devem ser submetidas em JPEG.

Figuras digitalizadas devem ter extensão JPEG e resolução mínima de 300 dpi, com tamanho mínimo de 16,2cm de largura.

A publicação de imagens coloridas, após avaliação da viabilidade técnica de sua reprodução, é custeada pelo(s) autor(es). A *Bioikos* providencia um orçamento dos custos envolvidos, que podem variar de acordo com o número de imagens, a distribuição em páginas diferentes e a publicação concomitante de material em cores por parte de outro(s) autor(es).

Uma vez apresentado ao(s) autor(es) o orçamento dos custos correspondentes ao material de seu interesse, este(s) deve(m) efetuar depósito bancário. As informações para o depósito são fornecidas oportunamente.

- **Discussão** (este tópico pode ser apresentado com o tópico Resultados): deve explorar adequada e objetivamente os resultados, discutidos à luz de outras observações já registradas na literatura.

- **Conclusão:** deve apresentar as conclusões relevantes, considerando os objetivos do trabalho, e indicar formas de continuidade do estudo. Não são aceitas citações bibliográficas nesta seção.

- **Agradecimentos:** pode existir uma seção de agradecimentos, em parágrafo não superior a três linhas, dirigidos a instituições ou indivíduos que tenham prestado efetiva colaboração para o trabalho.

- **Nome científico:** o nome científico completo de uma espécie deve ser mencionado nas legendas das ilustrações (figuras, tabelas e quadros), no *abstract*, resumo e introdução; posteriormente, o nome genérico deve ser abreviado.

- **Anexos:** devem ser incluídos apenas quando imprescindíveis à compreensão do texto. Cabe aos editores julgar a necessidade de sua publicação.

- **Abreviaturas e siglas:** devem ser utilizadas de forma padronizada, restringindo-se apenas àquelas usadas convencionalmente ou sancionadas pelo uso, acompanhadas do significado, por extenso, na primeira citação no texto. Não devem ser usadas no título e no resumo.

- **Referências:** devem ser relacionadas alfabeticamente, no final do texto, pelos sobrenomes dos autores e cronologicamente por autor. No caso de publicações com dois autores até o limite de seis, citam-se todos; acima de seis, citam-se os seis primeiros, seguido de *et al.* Os títulos dos periódicos devem ser referidos por extenso. Não são aceitas citações/referências de monografias de conclusão de curso de graduação, de resumos de trabalhos de congressos, simpósios, *workshops*, encontros, entre outros, bem como de textos não publicados (exemplos, aulas, entre outros). Citações de dissertações e teses devem ser evitadas ao máximo. Se um trabalho não publicado de autoria de um dos autores do manuscrito for citado (ou seja, um artigo *in press*), é necessário incluir a carta de aceitação da revista que publicará o referido artigo. Se dados não publicados obtidos por outros pesquisadores forem citados no manuscrito, é necessário incluir uma carta de autorização do uso dos mesmos por seus autores.

- **Citações no texto:** devem constar na lista de referências. Citar o sobrenome do autor, seguido do ano de publicação, como em Rocha (2008); se forem dois autores, o último sobrenome de ambos separados por &, como em Santos & Martins (2008); e se forem três ou mais autores, o sobrenome do primeiro autor seguido de *et al.* e do ano da publicação, como em Rafael *et al.* (2008). As citações devem ser separadas por ponto e vírgula e em ordem cronológica, como no exemplo: (Santos, 2003; Almeida *et al.*, 2004; Oliveira & Rocha, 2006). A exatidão e a adequação das referências a trabalhos que tenham sido consultados e mencionados no texto do artigo são de responsabilidade do autor.

Exemplos de referências

Periódico

Dois autores

Ferro, V.G. & Melo, A.S. (2011). Diversity of tiger moths in a Neotropical hotspot: determinants of species composition and identification of biogeographic units. *Journal of Insect Conservation*, 15(5):643-51.

Mais de dois autores

Trindade-Filho, J.; Sobral, F.L.; Cianciaruso, M.V. & Loyola, R.D. (2012). Using indicator groups to represent bird phylogenetic and functional diversity. *Biological Conservation*, 146(1):155-62.

Livro

Odum, E.P. & Barrett, G.W. (2011). *Fundamentos de ecologia*. São Paulo: Cengage Learning.

Capítulo de Livro

Loyola, R.D.; Brito, S.L & Ferreira, R.L. (2006). Ecosystem disturbances and diversity increase: implications for invertebrate conservation. In: Hawksworth, D.L. & Bull, A.T. (Org.). *Arthropod diversity and conservation*. New York: Springer. v. 1.

Dissertações e Teses

Sazima, C. (2006). *Associações alimentares em peixes recifais, com destaque em espécies nucleares e seguidoras*. Tese em Ciências Biológicas (Zoologia), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro.

Trabalhos apresentados em congressos e similares

Agostini, K.; Sazima, M. & Galetto, L. (2010). Ecologia do néctar de duas espécies de *Mucuna* (Leguminosae, Faboideae) com diferentes polinizadores especializados (Apresentação Oral). *Anais do XVIII Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo*, 2010, São Paulo.

Material eletrônico

Deverá informar: disponível em: <<http://www...>>. (acesso: 4 jun. 2012).

LISTA DE CHECKAGEM

- Declaração de responsabilidade e transferência de direitos autorais assinada por cada autor.
- Indicar a subárea do artigo para a qual está submetendo o manuscrito (Botânica; Ecologia e Meio Ambiente; Oceanografia Biológica ou Zoologia).
- Indicar o nome de três revisores com as respectivas informações profissionais e de contato.
- Verificar se o texto, incluindo resumos, tabelas e referências, está reproduzido com letra Arial, tamanho 11 e espaçamento entrelinhas 1,5, e com formatação de margens superior e inferior (no mínimo 2,5cm), esquerda e direita (no mínimo 3cm).
- Verificar se estão completas as informações de legendas das figuras e tabelas.
- Preparar página de rosto com as informações solicitadas.
- Incluir nomes de agências financiadoras e número do processo.
- Indicar se o artigo é baseado em tese/dissertação, colocando o título, o nome da instituição, o ano de defesa e o número de páginas.
- Incluir título do manuscrito, em português e inglês.
- Incluir título abreviado (*short title*) com até quarenta caracteres, para fins de legenda em todas as páginas.
- Incluir resumos com no mínimo 150 e no máximo 250 palavras nos dois idiomas, português e inglês, ou em espanhol, nos casos em que se aplique, com palavras-chave.
- Verificar se as referências estão normalizadas segundo estilo adotado pela revista, ordenadas alfabeticamente, e se todas estão citadas no texto.

- Incluir permissão de editores para reprodução de figuras ou tabelas publicadas.

- Incluir parecer do Comitê de Ética da instituição.

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE E TRANSFERÊNCIA DE DIREITOS AUTORAIS

Cada autor deve ler e assinar os documentos Declaração de Responsabilidade (1) e Transferência de Direitos Autorais (2), nos quais devem constar:

- Título do manuscrito;

- Nome por extenso dos autores (na mesma ordem em que aparecem no manuscrito);

- Autor responsável pelas negociações.

1. Declaração de responsabilidade: todas as pessoas relacionadas como autoras devem assinar declarações de responsabilidade nos termos abaixo:

- “Certifico que participei da concepção do trabalho para tornar pública minha responsabilidade pelo seu conteúdo, que não

omiti quaisquer ligações ou acordos de financiamento entre os autores e companhias que possam ter interesse na publicação deste artigo”;

- “Certifico que o manuscrito é original e que o trabalho, em parte ou na íntegra, ou qualquer outro trabalho com conteúdo substancialmente similar de minha autoria não foi enviado a outra revista e não o será enquanto sua publicação estiver sendo considerada pela *Bioikos*, quer seja no formato impresso ou no eletrônico”.

2. Transferência de direitos autorais:

- “Declaro que, em caso de aceitação do artigo, a *Bioikos* passa a ter os direitos autorais a ele referentes, que se tornarão propriedade exclusiva da revista, e fica vedada qualquer reprodução, total ou parcial, em qualquer outra parte ou meio de divulgação, impressa ou eletrônica, sem que a prévia e necessária autorização seja solicitada e, se obtida, farei constar o competente agradecimento à revista”.

Assinatura do(s) autores(s) Data ____/ ____/ ____

Bioikos

Núcleo de Editoração SBI - *Campus II*

Av. John Boyd Dunlop, s/n., Prédio de Odontologia, Jd. Ipaussurama, 13060-904, Campinas, SP, Brasil.

Fone/Fax: +55-19-3343-6875

E-mail: sbi.ne_biomed@puc-campinas.edu.br

Web: <http://www.puc-campinas.edu.br/periodicocientifico>

GUIDE FOR AUTHORS

The journal *Bioikos* publishes original scientific studies, review articles and scientific communications related to the area of Biodiversity which includes the programs of Botany, Ecology and Environment, Biological Oceanography and Zoology.

EDITORIAL PROCEDURES

1. Manuscript assessment

The manuscripts submitted to the journal in conformation to its editorial policy and instructions to the authors will first be assessed by the editors, who will decide upon the scientific merit of the contribution. The editorial process will only begin if the manuscripts conform to the instructions. Otherwise, they will be returned to the authors for amendment and inclusion of letter or other documents, before they are sent to the Editorial Committee, and later, to the *ad hoc* referees for merit assessment.

The author(s) are strongly recommended to have their manuscripts reviewed by professional linguists (reviewers and/or certified translators of Portuguese and English) before submitting texts that may contain mistakes and/or morphological, syntactic, idiomatic or stylistic errors.

Manuscripts with mistakes and/or morphological or syntactic errors will be returned before they are submitted to assessment of their merit and convenience of publication.

The manuscripts that are approved in this phase will be sent to *ad hoc* referees selected by the editors. Each manuscript is sent to two referees of known competence in the manuscript theme. If the two referees disagree, the manuscript will be sent to a third referee.

The journal uses the double blind review process, that is, both the authors and the referees remain mutually anonymous. Therefore, the authors are asked to do whatever possible to avoid their identification in the body of the manuscript.

If any of the referees report a conflict of interest, the Editorial Committee will send the manuscript to another *ad hoc* referee.

The referees can give one of the following three opinions: a) full approval; b) conditional approval; and c) full refusal. The author(s) will always be informed of the result.

The final decision regarding the publication of the study will be made by the editors who also have the right to make the changes they see fit.

Accepted manuscripts: accepted manuscripts may return to the authors for approval of changes made during the editing and normalizing process, according to the journal's style.

Proofs: proofs are sent to the authors for correction of typing mistakes. The proofs must be returned to the Publishing Center within

the stipulated deadline. Other changes to the manuscript will not be accepted at this time.

2. Manuscript submission

Authors should indicate the subarea of the article to which the manuscript is being submitted Botany, Ecology and Environment, Biological Oceanography or Zoology.

When authors submit a manuscript, they should also indicate the name of three referees with their respective professional and contact information.

Manuscripts must be accompanied by a letter signed by all authors (original or electronic signatures) describing the type of work, declaration that the manuscript is only being submitted to *Bioikos* and transferring the copyrights. The letter should also contain the full name, address, telephone numbers and e-mails of the corresponding author.

If the manuscript contains figures or tables published elsewhere, a document authorizing their use is required.

All articles must be submitted in electronic format at the Portal of Scientific Journals of PUC-Campinas at <<http://www.puc-campinas.edu.br/periodicocientifico>>, through the following steps:

- a) Access the site <<http://www.puc-campinas.edu.br/periodicocientifico>>
- b) Choose "*Bioikos*".
- c) Click on "Access the Journal".
- d) Once on the Journal's page, click on "Access."
- e) If this is your first visit, fill out your personal data in the item "Form". If you have already joined, just provide your login and password.
- f) To submit works, follow the instructions provided by the system.

Manuscripts sent by regular mail, fax, e-mail or other means will not be assessed by the editors.

3. Article structure

The *Bioikos* journal publishes original articles, reviews and scientific notes. Please use a line spacing of 1.5 and Arial font size 11. Publication may be in English (preferably), Portuguese or Spanish, and the text should have 15 to 20 pages. The pages should be numbered individually starting on the title page, which should be numbered 1. Paper size should be A4; the upper and lower margins should be of at least 2.5cm and the lateral margins should be of at least 3.0cm.

The articles (original, scientific note) should have approximately 30 references, and reviews may have approximately 50 references.

The title page should contain:

a. Full title – should be concise, avoiding excess words such as “assessment of...”, “considerations about...”, or “exploratory study...”.

b. Short title with up to forty characters (including spaces), in Portuguese (or Spanish if the article is in Spanish) and in English.

c. Full names of all authors, indicating the institutional affiliation of each one. Only one title and affiliation will be accepted per author. Therefore, the author(s) should choose among their titles and institutional affiliations the ones that they deem most important. No more than five authors will be accepted.

d. All title and affiliation data must be written in full, no abbreviations or acronyms are accepted.

e. Full address of the universities the authors have ties with.

f. Full address, including telephone and fax numbers and e-mail, of the corresponding author for exchanging mail regarding the manuscript.

Observation: this should be the only part of the text that identifies the authors.

Reformulated version

The reformulated version must be submitted through the site <<http://www.puc-campinas.edu.br/periodocientifico>>.

All changes made to the manuscript should be in blue font. A letter must accompany the reformulated manuscript where the authors reiterate their interest in publishing their manuscript in *Bioikos* and inform what changes were made to the manuscript. If the referees disagree about something, the author(s) should present arguments that justify their position. The letter must also contain the title and code of the manuscript.

Abstract: all articles submitted in Portuguese or Spanish should have an abstract in the respective language and one in English. Abstracts should have a minimum of 150 and a maximum of 250 words. The articles submitted in English should include an abstract in Portuguese, in addition to the abstract in English. The abstracts should highlight the objectives, methodology, information about location, population and sampling, results and most relevant conclusions considering the objectives of the study and suggestions for other studies on the theme. The abstract should not contain citations, abbreviations or acronyms. Include a minimum of three and a maximum of six keywords.

Text: except for reviews and scientific notes, the manuscripts should follow the formal structure for scientific articles:

- **Introduction:** should include a review of the current literature pertinent to the theme and to the problem at hand. It should also emphasize the study's relevance and not be extensive, except in reviews.

- **Material and Methods:** should contain a clear and succinct description of the method used along with the corresponding literature references, including the procedures used, universe, sample, measurement instruments and, if applicable, validation method and statistical treatment. Regarding the statistical analysis, the authors should demonstrate that the procedures used were not only appropriate for testing the hypotheses of the study but also for

interpreting them correctly. The statistical significance levels should also be mentioned, for example, $p < 0.05$; $p < 0.01$; $p < 0.001$. If the experiment includes animals, indicate if the national or international research committee guidelines or national laws regarding the use and care of laboratory animals were followed. Also provide the protocol number of the approval given by the Research Ethics Committee.

- **Results:** whenever possible the results should be presented in tables or figures, be self-explanatory and include statistical analysis. Avoid repeating data in the text. Tables, charts and figures should total no more than five in all and be numbered with Arabic numbers consecutively and independently, according to the order in which the data are mentioned. They should be presented in separate and individual pages and the body of the manuscript should indicate their location, for example, with the phrase “insert Table 3 here.” The title of tables, figures and charts should be short and must include the location and year of the study. Charts and tables should have open sides. The author(s) are responsible for image quality (drawings, illustrations, tables, charts and graphs) which should allow resizing to one or two columns (7.6 and 16.2cm, respectively) without loss of definition. The landscape shape is not accepted.

Figures should be sent in high quality print, in black and white and/or shades of grey and/or hatching. The **graphs** must be sent separately in the format wmf (Windows metafile) and in the format of the software in which they were created (SPSS, Excel) followed by their quantitative parameters in a table containing the full name of all variables. **Satellite images** and **photographs** should be submitted in the jpeg format.

Digital figures should also be in the format jpeg and have a minimum resolution of 300 dpi and a minimum width of 16.2cm.

The publication of color images after assessment of the technical viability of their reproduction is paid by the author(s). *Bioikos* will provide a quote upon request. The cost will depend on the number of images, their distribution on different pages and the request of publication of color material by other author(s).

Once the author(s) agree with the quote, they should make a wire transfer of the respective amount. The bank information will be provided when needed.

- **Discussion (this topic may be presented with the topic Results):** should explore the results appropriately and objectively and discuss them in the light of other observations already published in the literature.

- **Conclusion:** should present the relevant conclusions considering the objectives of the work and indicate ways in which future studies can further investigate the theme. This section may not contain bibliographical citations.

- **Acknowledgments:** a paragraph no longer than three lines can be added to acknowledge the help provided by individuals and institutions who effectively collaborated with the study.

- **Scientific name:** the full scientific name of a species should be mentioned in the legends of illustrations (figures, tables and charts), in the abstract and introduction. Further in the text the generic name should be abbreviated.

- **Attachments:** should be included only when absolutely necessary for the understanding of the manuscript. The editors will decide if they have to be published.

- **Abbreviations and acronyms:** should be used in a standardized fashion and be restricted to those used conventionally or sanctioned by use, followed by their full meaning the first time they are mentioned in the text. They may not be used in the title or abstract.

- **References:** should be listed alphabetically at the end of the text, ordered according to the last name of the first author, or year of publication if the author(s) is/are the same for more than one article. For publications with two to six authors, all authors should be cited. For publications with more than six authors, the first six should be cited followed by the expression *et al.* The titles of the journals should be written in full. Citations/references to undergraduate course monographs, summaries of congress works, symposiums, workshops, meetings, classes and unpublished works, among others, will not be accepted. Citations of dissertations and theses should be avoided at all costs. If an unpublished in-press study of one of the authors of the manuscript is mentioned, the author must provide the letter of acceptance of the article by the journal that will publish it. If unpublished data from other authors are cited in the manuscript, please include a letter from the respective authors authorizing the use of their data.

- **Citations in the text:** should be listed in the references. Cite the last name of the author followed by the year of publication, such as in Rocha (2008); if the reference contains two authors, cite the last name of both joined by &, such as in Santos & Martins (2008); if the reference has three or more authors, cite the name of the first author followed by the expression *et al.* and the year of publication, as in Rafael *et al.* (2008). Multiple citations should be separated by a semicolon and be in chronological order, as in: (Santos, 2003; Almeida *et al.*, 2004; Oliveira & Rocha, 2006). The author(s) are responsible for the accuracy and appropriateness of the references to studies that have been consulted and mentioned in the manuscript.

Examples of references

Journal

Two authors

Ferro, V.G. & Melo, A.S. (2011). Diversity of tiger moths in a Neotropical hotspot: determinants of species composition and identification of biogeographic units. *Journal of Insect Conservation*, 15(5):643-51.

More than two authors

Trindade-Filho, J.; Sobral, F.L.; Cianciaruso, M.V. & Loyola, R.D. (2012). Using indicator groups to represent bird phylogenetic and functional diversity. *Biological Conservation*, 146(1):155-62.

Book

Odum, E.P. & Barrett, G.W. (2011). *Fundamentos de ecologia*. São Paulo: Cengage Learning.

Book chapter

Loyola, R.D.; Brito, S.L. & Ferreira, R.L. (2006). Ecosystem disturbances and diversity increase: implications for invertebrate conservation. In: Hawksworth, D.L. & Bull, A.T. (Org.). *Arthropod diversity and conservation*. New York: Springer. v. 1.

Dissertations and Theses

Sazima, C. (2006). *Associações alimentares em peixes recifais, com destaque em espécies nucleares e seguidoras*. Tese em Ciências

Biológicas (Zoologia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro.

Works presented in congresses and the like

Agostini, K.; Sazima, M. & Galetto, L. (2010). Ecologia do néctar de duas espécies de *Mucuna* (Leguminosae, Faboideae) com diferentes polinizadores especializados (Apresentação. Oral). *Anais do XVIII Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo*, 2010, São Paulo.

Electronic material

Should inform source: available at: <<http://www...>>. (accessed: 2012 June 4).

CHECKLIST

- Declaration of responsibility and transfer of copyrights signed by each author;
- Indicate the subarea of the article to which the manuscript is being submitted: Botany; Ecology and Environment; Biological Oceanography or Zoology;
- Indicate the name of three referees and their respective professional and contact information;
- Check if the text, abstracts, tables and references have been written with Arial font size 11 and have a line spacing of 1.5. Check if the upper and lower margins are of at least 2.5cm and the side margins are of at least 3cm;
- Check if the information in legends and tables is complete;
- Prepare a cover page with the requested information;
- Include the names of sponsors and process numbers;
- Indicate if the article is based on a thesis or dissertation and include the title, institution name, year of defense and number of pages;
- Include the manuscript title in Portuguese and English;
- Include a short title with up to forty characters which will be used on the footnote of all pages;
- Include abstracts with at least 150 words and at most 250 words in English, and Portuguese or Spanish and the respective keywords;
- Check if the references are written in agreement with the style used by the journal, ordered alphabetically and if they are all cited in the text;
- Include the permission of editors for the reproduction of figures and tables published elsewhere;
- Include the opinion of the Research Ethics Committee of the institution.

DECLARATION OF RESPONSIBILITY AND TRANSFER OF COPYRIGHTS

Each author should read and sign the documents Declaration of Responsibility (1) and Transfer of Copyrights (2) which should contain:

- The title of the manuscript;
- The full name of all authors in the same order in which they appear in the manuscript;
- The corresponding author.

1. Declaration of responsibility: all authors must sign declarations of responsibility in the terms below:

- "I certify that I participated in the conception of the work and make public my responsibility for its content, and that I did not omit any financial relationships or agreements among the authors and companies that may benefit from the publication of this article".

- "I certify that the manuscript is original and the work, in part or in full, or any other work with substantially similar content of my

authorship was not sent to another journal and will not be sent to another journal while its publication is being considered by *Bioikos*, whether in print or electronic format".

2. Transfer of copyrights:

- "I declare that if the article is accepted for publication by the journal *Bioikos*, that the journal *Bioikos* will be the exclusive owner of its copyrights and any partial or full reproduction of the article anywhere else, in print or in electronic format, is forbidden unless previously authorized in writing by the abovementioned journal; if the authorization is granted, a statement will be added to the new article thanking the abovementioned journal".

Signature of the author(s) Date ____/____/____

Bioikos

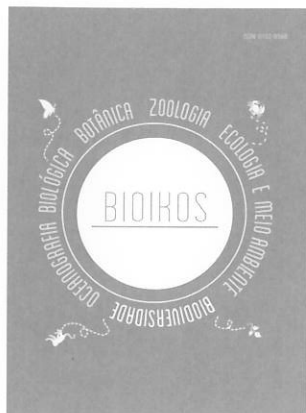
Núcleo de Editoração SBI - *Campus II*

Av. John Boyd Dunlop, s/n., Prédio de Odontologia, Jd. Ipaussurama, 13060-904, Campinas, SP, Brasil.

Fone/Fax: +55-19-3343-6875

E-mail: sbi.ne_biomed@puc-campinas.edu.br

Website: <http://www.puc-campinas.edu.br/periodicocientifico>



Prezado leitor,

É com satisfação que vimos convidá-lo **ASSINAR ou RENOVAR** a revista *BIOIKOS*, a melhor forma de ter contato com os trabalhos desenvolvidos por pesquisadores da área através de uma publicação nacional, indexada pela ASFA - Aquatic Sciences & Fisheries Abstracts, Base de Dados Periódica (Índice de Revistas Latinoamericano em Ciências), BVS-Vet, Lista Qualis: B-3.

Esperamos contar com sua presença entre nossos assinantes regulares.

Preencha o canhoto abaixo.

ASSINATURA RENOVAÇÃO

<input type="checkbox"/> Volume 25 (1 e 2) (2011)	↔	Pessoas Físicas	R\$ 40,00	<input type="checkbox"/>	↔	Institucional	R\$120,00	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Volume 26 (1 e 2) (2012)	↔	Pessoas Físicas	R\$ 40,00	<input type="checkbox"/>	↔	Institucional	R\$120,00	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Volume 27 (1 e 2) (2013)	↔	Pessoas Físicas	R\$ 40,00	<input type="checkbox"/>	↔	Institucional	R\$120,00	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Volume 28 (1 e 2) (2014)	↔	Pessoas Físicas	R\$ 40,00	<input type="checkbox"/>	↔	Institucional	R\$120,00	<input type="checkbox"/>

Nome: _____

Endereço: _____ Bairro _____

CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____ Telefone: _____

CNPJ/CPE: _____ E-mail: _____

Assinatura: _____ Data: ____/____/____

FORMAS DE PAGAMENTO

Boleto Bancário

Solicitar via e-mail: sbi.assinaturane@puc-campinas.edu.br

Obs. Favor indicar melhor data para o pagamento e em nome de quem o boleto deverá ser emitido.

Razão Social: *Sociedade Campineira de Educação e Instrução*. CNPJ: 46.020.301/0001-88

Revista *Bioikos* - Núcleo de Editoração - Prédio de Odontologia - Campus II

Av. John Boyd Dunlop, s/n. - J. Ipaussurama - 13060-904 - Campinas - SP. Fone/Fax: (19) 3343-6875

E-mail: sbi.assinaturane@puc-campinas.edu.br - Home Page: www.puc-campinas.edu.br/periodicocientifico

Pontifícia Universidade Católica de Campinas

(Sociedade Campineira de Educação e Instrução)

Arcebispo: Dom Airton José dos Santos

Reitora: Profa. Dra. Angela de Mendonça Engelbrecht

Vice-Reitor: Prof. Dr. Eduard Prancic

Pró-Reitor de Graduação: Prof. Dr. Germano Rigacci Júnior

Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação: Profa. Dra. Vera Engler Cury

Pró-Reitora de Extensão e Assuntos Comunitários: Profa. Dra. Vera Engler Cury

Pró-Reitor de Administração: Prof. Dr. Ricardo Pannain

Diretora do Centro de Ciências da Vida: Profa. Dra. Miralva Aparecida de Jesus Silva

Diretor-Adjunto do Centro de Ciências da Vida: Prof. Dr. José Gonzaga Teixeira de Camargo

Diretor da Faculdade de Ciências Biológicas: Prof. Dr. Edmilson Ricardo Gonçalves

Bioikos

Com capa impressa no papel supremo 250g/m² e miolo no papel couchê fosco 90g/m²

Capa / Cover

Agência Ideia Original

Editoração eletrônica / DTP

Toque Final

Impressão / Printing

Gráfica e Editora E-Color

Tiragem / Edition

800

Distribuição / Distribution

Sistema de Bibliotecas e Informação da PUC-Campinas - Serviço de Publicação, Divulgação e Intercâmbio



SUMÁRIO | CONTENTS
ISSN 0102-9568

Artigos | Articles

Botânica | Botany

- 57 Efeitos da coloração e da distribuição de frutos artificiais nas taxas de consumo por aves em um fragmento florestal
The effects of color and distribution of artificial fruits on their consumption rates by birds in a forest fragment
| Albert Gallon de Aguiar | Arthur Ângelo Bispo

Ecologia e Meio Ambiente | Ecology and Environment

- 67 The influence of shoreline availability on the density and richness of Chironomid larvae in Neotropical floodplain lakes
Influência da disponibilidade de margem sobre a densidade e a riqueza de larvas de Chironomidae em lagoas de inundação neotropical
| Flávio Henrique Ragonha | Gisele Daiane Pinha | Camila Gentilin Bilia | Renata Guglielmetti da Silva | Rafael Prandini Tramonte | Alice Michiyo Takeda
- 79 Índices bióticos mono e multimétricos de avaliação da qualidade da água em riachos de Mata Atlântica
Mono and multimetric biotic indices for the evaluation of water quality in Atlantic Forest streams
| Claudia Eiko Yoshida | Virgínia Sanches Uieda

Oceanografia Biológica | Biological Oceanography

- 89 Diversidade de peixes recifais na praia de Barra de Tabatinga, Rio Grande do Norte
Diversity of reef fishes in the Barra de Tabatinga, Rio Grande do Norte
| Thaisa Accioly de Souza | Liana de Figueiredo Mendes | Ronaldo Angelini

Zoologia | Zoology

- 101 Primeiros estudos de Chironomidae (Diptera) do estado do Piauí (Brasil)
On the Chironomidae (Diptera) of the state of Piauí, Northern Brazil
| Romildo Ribeiro Soares | Victor de Jesus Silva Meireles | Leomá Albuquerque Matos | João Marcelo De Castro e Souza | Gisele Daiane Pinha | Danielle Katharine Petsch | Alice Michiyo Takeda