



BIODIVERSIDADE

BIOIKOS

Volume 27 | Número 1 | JAN-JUN | 2013

ECOLOGIA E MEIO AMBIENTE

OCEANOGRAFIA
BIOLOGIA

ZOOLOGIA
BOTANICA

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 área 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

Anual: 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

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

Editores Associados / Associate Editors

Botânica

Prof. Dra. Kayna Agostini (Unimep - Piracicaba)

Ecologia e Meio Ambiente

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

Prof. Dra. Ana Lúcia Vendel (UFPA - João Pessoa)

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

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

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

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

Prof. Dra. Giovana Radomille Tofoli (USF - Bragança Paulista)

Prof. Dr. José Roberto Miranda (Embrapa - Campinas)

Prof. Dra. Maria José C. S. Moura (PUC-Campinas - Campinas)

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

Prof. 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)

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

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

Normalização e Revisão / Standardization and Review

Bibliotecárias / Librarianship

Andressa Mello Davanço

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.1 jan./jun. 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



Artigos | Articles

Ecologia e Meio Ambiente | Ecology and Environment

- 3 Fenologia da floração de espécies lenhosas em área em processo de restauração em Araras, São Paulo
Flowering phenology of woody species in a restoration area in Araras, São Paulo
| Jussara Fernanda Santos | Kayna Agostini | Roberta Cornélio Ferreira Nocelli
- 13 Vinte anos da Rio92: a conservação da biodiversidade e os serviços de polinização
Biodiversity conservation and pollination services 20 years after Rio92
| Valdir Lamim-Guedes
- 25 The influence of river flooding regime on food web and community structure of stream benthic invertebrates
A influência do regime de cheias sobre a estrutura de teias alimentares e da comunidade de invertebrados bentônicos
| Ana Carolina de Deus Bueno Krawczyk | Francielle Matozo | Suelen Cristine de Moraes Calado Tullio
- 33 Dominance of the Eared Dove (*Zenaida auriculata*) in a columbid assemblage in Northern Paraná, Southern Brazil
Dominância da pomba-de-bando (Zenaida auriculata) em uma comunidade de columbídeos no Norte do Paraná, Sul do Brasil
| Priscila Montes Fontoura

Zoologia | Zoology

- 41 Temporal analysis of communities of aquatic oligochaeta (Annelida: Clitellata: Oligochaeta) in anthropic lakes
Oligochaeta (Annelida, Clitellata) em ambientes lenticos: um registro da comunidade em diferentes lagos antrópicos
| Luci Fátima Pereira | Ana Carolina de Deus Bueno Krawczyk
- 47 Instruções aos autores | *Guide for Authors*

Fenologia da floração de espécies lenhosas em área em processo de restauração em Araras, São Paulo

Flowering phenology of woody species in a restoration area in Araras, São Paulo

Jussara Fernanda Santos¹

Kayna Agostini¹

Roberta Cornélio Ferreira Nocelli¹

RESUMO

Os principais objetivos da restauração florestal estão relacionados à conservação da fauna e da flora e suas respectivas interações, por isso o monitoramento e a avaliação de projetos de restauração tornam-se muito importantes. As principais formas de avaliação desses projetos utilizam padrões estruturais, mas padrões funcionais devem ser considerados. Informações fenológicas em projetos de restauração estão relacionadas a padrões funcionais, por isso o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento da fenofase de floração de 8 espécies lenhosas de uma área em processo de restauração com 3 anos de idade localizada no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos, São Paulo. Para isso, foram utilizados índices de atividade e de intensidade para fazer inferência sobre a ocorrência e a disponibilidade de recursos florais. Foram observados todos os indivíduos de 7 espécies plantadas e 18 indivíduos de uma espécie regenerante, em uma área de um hectare, no período entre janeiro e dezembro de 2011. O período de floração com maior sincronismo e intensidade entre as espécies plantadas foi de janeiro a março, na estação mais quente e úmida do ano. Nos meses mais frios e secos, a espécie *Solanum lycocarpum* foi importante para manutenção de flores na área. Conclui-se que ainda é necessária maior diversidade de espécies lenhosas com flores nesse período para ocorrer sequência na floração durante todo o ano, e assim disponibilizar recursos florais continuamente.

Palavras-chave: Fenologia. Florescimento. Sincronismo.

¹ Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências da Natureza, Matemática e Educação. Rod. Anhanguera, Km 174, 13600-970, Araras, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: K. AGOSTINI. E-mail: <kaynaagostini@gmail.com>.

ABSTRACT

*Forest restoration is aimed at conserving the fauna, flora, and their interactions. Therefore, restoration projects must be frequently controlled and evaluated. Structural patterns are used to evaluate these projects, but functional patterns must also be considered. Information about phenology is scarce and it is related to functional patterns, therefore the aim of this study was to verify the flowering phenology of eight woody species in an area that has been subjected to restoration for three years at Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos, São Paulo. Activity and intensity indices were used to infer the occurrence and availability of flowers. All individuals of seven planted species and 18 individuals of a regenerating species were observed from January to December 2011. Among the planted species, the flowering period with greater intensity and synchronization was from January to March, the warmest and wettest period of the year. In cold and dry months, *Solanum lycocarpum* was important for maintaining flowers in the area. We conclude that a greater diversity of woody species flowering throughout the year is necessary to provide floral resources for floral visitors continuously.*

Key words: Phenology. Flowering. Synchrony.

INTRODUÇÃO

As ações no campo da restauração ecológica estão voltadas a dar valorização à diversidade de espécies a serem introduzidas nas áreas para que mais rapidamente sejam atingidas a autonomia da comunidade e a recuperação de processos ecológicos (Brancalion et al., 2010).

O monitoramento de diferentes projetos de restauração florestal é necessário para que as ações sejam avaliadas e possam avançar em diferentes situações. São utilizadas várias metodologias de monitoramento e de avaliação, como, por exemplo, a avaliação do incremento da serrapilheira (Machado et al., 2008), a dinâmica da composição florística (Mello et al., 2007), a fauna de artrópodes (Longcore, 2003), a macrofauna edáfica (Damasceno, 2005) e as redes de interação entre animais e plantas (Fragoso, 2009).

Poucos monitoramentos de áreas restauradas utilizam estudos fenológicos (Arruda et al., 2008; Homen, 2011), assim como poucos trabalhos utilizam critérios fenológicos para a escolha das espécies para restauração (Knowles & Parrota, 1995; Zamith & Scarano, 2004).

A fenologia pode ser definida como o estudo da ocorrência de eventos biológicos repetitivos e das causas de sua ocorrência em relação aos fatores bióticos e abióticos, e da sua inter-relação entre as fases caracterizadas por esses eventos, dentro de uma mesma ou de várias espécies. A fenologia pode ser aplicada em vários estudos agrônômicos e silviculturais, e pode ser considerada uma boa ferramenta para caracterizar ecossistemas (Lieth, 1974).

Nos estudos sobre fenologia, os fatores bióticos e abióticos estão profundamente relacionados, e a dissociação entre eles é impossível (Van Schaik et al., 1993). Existem estudos fenológicos com o objetivo de examinar o comportamento das fenofases em relação a fatores ambientais, e eles se concentram nas mudanças fisiológicas imediatas apresentadas pelas plantas. Outros estudos têm o objetivo de documentar a fenologia das plantas a fim de gerar índices para avaliação da disponibilidade de recursos para os consumidores (Fournier, 1974; Van Schaik et al., 1993).

Existe uma grande diversidade de nomenclatura para classificação de padrões fenológicos das espécies vegetais, mas a mais utilizada é a de

Newstrom *et al.* (1994), que propuseram uma classificação baseada nos padrões de florescimento de plantas das florestas tropicais úmidas da Costa Rica.

Nas florestas tropicais, os estudos fenológicos que envolvem observação direta de plantas utilizam principalmente dois métodos de avaliação (Bencke & Morellato, 2002): um é qualitativo e define apenas a presença ou ausência da fenofase desejada, sendo chamado também de índice de atividade (Frankie *et al.*, 1974); o outro método é classificado como semiquantitativo, com a aplicação de categorias que estimam a intensidade do evento fenológico em cada indivíduo, sendo mais comum a utilização de cinco categorias de quantificação (0 a 4), com intervalo de 25% entre elas, e é chamado também de índice de intensidade ou índice de Fournier (Fournier, 1974).

Os principais trabalhos realizados no Brasil com esses métodos foram desenvolvidos em áreas naturais e utilizaram para análise dos dados ou o índice de atividade (Morellato & Leitão Filho, 1990), ou o percentual de intensidade de Fournier (Talora & Morellato, 2000).

Considerando a importância de estudos fenológicos para áreas em processo de restauração, este trabalho teve como objetivo identificar o padrão de floração de uma área em processo de restauração após o período de três anos de seu estabelecimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado em uma área localizada no *campus* da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), no Centro de Ciências Agrárias, em Araras (SP), entre as coordenadas 22°17'56" S e 47°22'53" 80" W. A cidade de Araras está localizada a 620m de altitude; o clima é classificado como clima tropical de altitude segundo Koeppen Geiger, caracterizado por ser mesotérmico com verões quentes e úmidos e invernos secos. A média anual da temperatura encontra-se em torno de 23°C; a média anual das temperaturas máximas, em torno de 28°C e, das

temperaturas mínimas, em torno de 18°C. Os meses mais quentes estão entre novembro e março, e os mais frios, entre maio e julho. No verão, há grande instabilidade, com grandes chuvas concentradas de outubro a março. Os meses de dezembro a fevereiro são responsáveis por cerca de 50% da precipitação anual, que é de 1.400mm a 1.500mm. Os meses mais chuvosos ocorrem de novembro a março, e os mais secos ocorrem em junho, julho e agosto, quando a precipitação pluviométrica fica em torno de 35mm.

O *campus* da UFSCar de Araras tem 226,50ha de extensão, com 69,61ha de área construída, 144,12ha de áreas agrícolas e apenas 12,77ha de remanescentes de vegetação nativa. Na tentativa de recuperar áreas naturais e aumentar o componente florestal do *campus*, a partir de março de 2009 iniciou-se um reflorestamento com plantio heterogêneo de mudas localizado em área de preservação permanente.

A metodologia utilizada nesse plantio foi proposta por pesquisadores do Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal (LERF) (Gandolfi *et al.*, 2009), com linhas plantadas com espécies de preenchimento e linhas com espécies de diversidade. Apesar de ser recomendável pelos pesquisadores do LERF a introdução somente de espécies nativas e de ocorrência na região, o presente reflorestamento utilizou também espécies nativas de outras regiões do Brasil e algumas espécies exóticas. Foram plantados 387 indivíduos divididos em 32 espécies arbóreas.

Coleta de dados e espécies observadas

As observações fenológicas foram realizadas mensalmente durante um ano, entre janeiro e dezembro de 2011, segundo metodologia de Talora & Morellato (2000), e foram utilizados dois métodos distintos de coleta e de análises de dados (Fournier, 1974; Frankie *et al.*, 1974).

O índice de atividade ou porcentagem de indivíduos é um método no qual é constatada a presença ou ausência da fenofase nos indivíduos das

espécies estudadas, não estimando intensidade ou quantidade do evento fenológico no indivíduo (Frankie et al., 1974). Esse método indica a porcentagem de indivíduos das espécies que estão manifestando determinado evento fenológico.

Já no percentual de intensidade, proposto por Fournier (1974), os valores são obtidos em campo através de uma escala intervalar semiquantitativa de cinco categorias (0 a 4) e intervalo de 25% entre cada categoria, o que permite estimar a porcentagem de intensidade da fenofase em cada indivíduo da espécie que apresenta a fenofase (0=ausência; 1=até 25% da copa com floração; 2=25% a 50% da copa com floração; 3=50% a 75% da copa com floração; 4=75% a 100% da copa com floração). Não foi feita distinção entre botões, flores abertas e flores com sinais de murcha: todos esses eventos foram considerados fenofase floração.

O índice de Fournier (1974) é calculado a partir da soma dos valores de intensidade obtidos para todos os indivíduos de cada espécie dividida pelo valor máximo possível (número de indivíduos multiplicado por quatro). O valor obtido que corresponde a uma proporção é multiplicado por 100, para transformá-lo em um valor percentual.

Foram feitas observações em 7 espécies plantadas, e todos os indivíduos com Diâmetro à Altura do Peito (DAP) igual ou superior a 5cm foram observados (Mantovani et al., 2003). Todos os indivíduos das espécies plantadas que se enquadravam nesse parâmetro foram observados, totalizando 187 indivíduos. As espécies plantadas estudadas foram *Bixa orellana* L. família Bixaceae (n=4), *Cordia abyssinica* R.Br família Boraginaceae (n=6), *Croton floribundus* Spreng família Euphorbiaceae (n=24), *Lafoensia pacari* Saint-Hilaire família Lythraceae (n=21), *Schinus molle* L (n=30) e *Schinus terebinthifolius* Raddi (n=29) ambas da família Anacardiaceae, e *Senna multijuga* Rich Fabaceae (n=62) família Fabaceae. Foi observada também uma espécie regenerante, *Solanum lycocarpum* St. Hil, da família Solanaceae (n=18), e os indivíduos da espécie que foram observados apresentaram altura maior ou igual a 1m, e diâmetro médio de 5cm.

RESULTADOS

Entre as 32 espécies utilizadas no plantio, 21,8% apresentaram a fenofase floração, juntamente com uma espécie lenhosa regenerante (Figura 1). A única espécie que apresentou floração durante todo o período do estudo foi *Solanum lycocarpum*. As espécies plantadas que apresentaram 2 períodos de floração foram *Bixa orellana*, *Senna multijuga* e *Schinus terebinthifolius*. A espécie *Schinus terebinthifolius* apresentou 8 meses de atividade, seguida de *Bixa orellana*, com 7, *Senna multijuga*, com 5, *Lafoensia pacari*, com 4, e as outras com 2 meses.

Os meses de janeiro, fevereiro, março e abril tiveram maior número de espécies com floração (n=5), seguidos por setembro, novembro e dezembro (n=4), agosto e outubro (n=3), maio (n=2) e junho e julho (n=1) (Figura 1).

O mês com maior número de indivíduos com floração foi janeiro, seguido de fevereiro, março e abril. Os meses de maio, junho e julho tiveram o menor número de indivíduos com flor. Nos meses de agosto e setembro, ocorreu um aumento de indivíduos em relação aos três meses anteriores, no entanto em outubro, novembro e dezembro, o número de indivíduos com a fenofase floração diminuiu novamente (Tabela 1).

A fenofase já estava ocorrendo antes do início da coleta de dados, pois as espécies com floração no mês de janeiro apresentaram muitos indivíduos com alta intensidade da fenofase, portanto provavelmente as observações tenham sido iniciadas no período de pico de floração dessas espécies (Figura 2). As espécies que apresentaram picos de atividade e de intensidade (considerando botões, flores abertas e em ponto de murcha) igual a 100% foram *Bixa orellana* e *Schinus terebinthifolius*, *Senna multijuga* e *Solanum lycocarpum* (Figura 2A, E, G e H). As espécies *Cordia abyssinica* e *Croton floribundus* apresentaram os menores índices, com 25% e 50% (Figura 2B e C).

Os picos de atividade e de intensidade coincidiram para maioria das espécies, com exceção

de *Solanum lycocarpum*, que teve picos de atividade no período de janeiro a junho com 100%, porém com intensidade máxima de 20%, chegando a 0% em junho. Essa espécie apresentou pico de intensidade com 43% entre julho e setembro quando a atividade era de 46% (Figura 2H).

Os meses com maior sincronismo e intensidade foram os quentes e úmidos, de janeiro a março, na estação do verão. Os valores chegaram a 60%, enquanto no inverno, entre os meses de junho e julho, apenas uma espécie apresentou atividade, embora a intensidade tenha sido muito baixa. No período posterior, entre os meses de agosto e dezembro, compreendido pela estação da prima-

vera, a atividade chegou ao máximo de 30% e a intensidade a 25% (Figura 3).

DISCUSSÃO

A área em processo de restauração apresentou espécies lenhosas em fase reprodutiva. A floração ocorreu sazonalmente e a maior quantidade de espécies em floração foi observada no verão entre os meses de janeiro e março. O período de maior sincronismo entre as espécies e entre os indivíduos de cada espécie correspondeu ao verão, e o número de indivíduos com flor no período de junho a

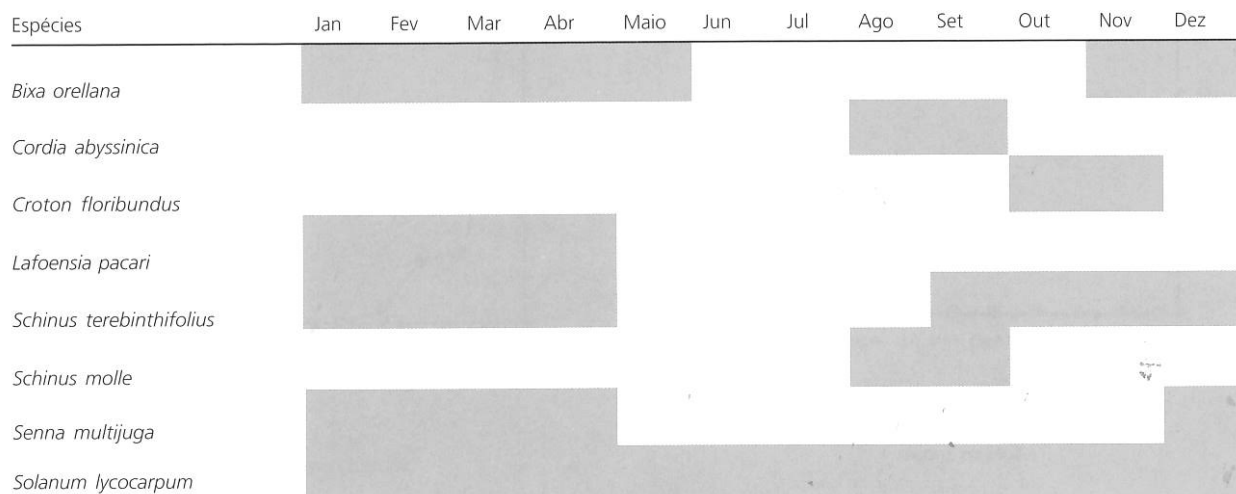


Figura 1. Período de janeiro a dezembro de 2011, indicando a fenofase floração das espécies lenhosas estudadas em uma área em processo de restauração do Centro de Ciências Agrárias, UFSCar, Araras (SP).

Tabela 1. Número de indivíduos de espécies lenhosas em floração em uma área em processo de restauração do Centro de Ciências Agrárias da UFSCar, Araras (SP) em 2011.

Espécies	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<i>Bixa orellana</i>	4	4	4	3	2	0	0	0	0	0	2	4
<i>Croton floribundus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	8	0
<i>Cordia abyssinica</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0
<i>Lafoensia pacari</i>	14	9	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Schinus molle</i>	0	0	0	0	0	0	0	24	22	0	0	0
<i>Schinus terebinthifolius</i>	29	29	22	4	0	0	0	0	3	4	6	7
<i>Senna multijuga</i>	62	62	45	26	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Solanum lycocarpum</i>	18	18	18	18	18	10	10	10	10	9	4	2
Total	127	122	96	54	20	10	10	37	38	25	20	17

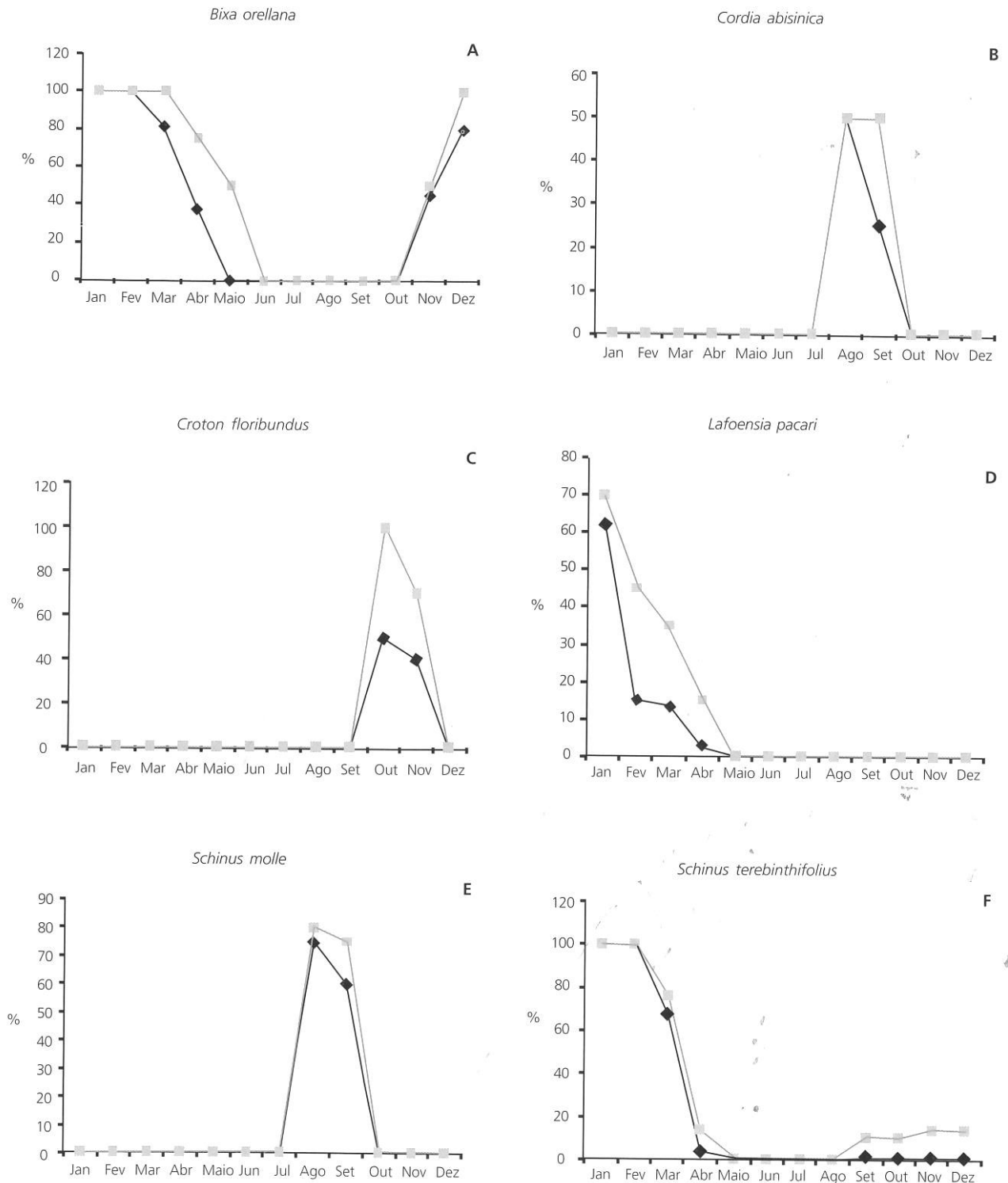


Figura 2. Atividade e intensidade da fenofase floração das espécies lenhosas. Índices de atividade (—■—) e de intensidade (—◆—) da fenofase floração obtidos mensalmente para cada espécie no período de janeiro a dezembro de 2011 na área em processo de restauração do Centro de Ciências Agrárias, UFSCar, Araras (SP).

Continua

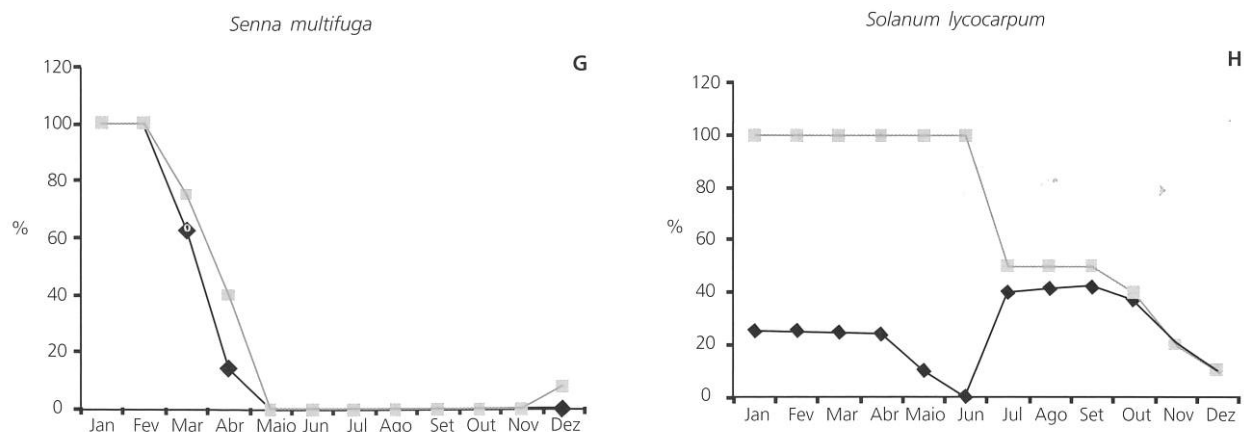


Figura 2. Atividade e intensidade da fenofase floração das espécies lenhosas. Índices de atividade (—■) e de intensidade (—◆) da fenofase floração obtidos mensalmente para cada espécie no período de janeiro a dezembro de 2011 na área em processo de restauração do Centro de Ciências Agrárias, UFSCar, Araras (SP). Conclusão

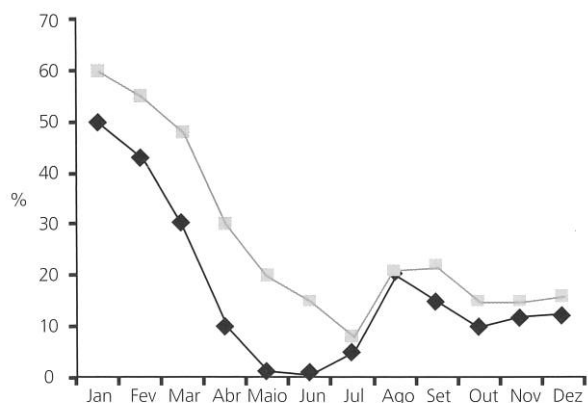


Figura 3. Atividade e intensidade da floração de todas as espécies. Índice de atividade (—■) e de intensidade (—◆) da fenofase floração obtida pela média dos valores mensais de todas as espécies lenhosas (n=8) observadas com floração no período de janeiro a dezembro de 2011 em uma área em processo de restauração do Centro de Ciências Agrárias, UFSCar, Araras (SP).

dezembro foi menor do que no período de janeiro a maio. As espécies com maior período de floração apresentaram também maior intensidade de florescimento durante o verão, enquanto as espécies com florescimento na primavera tiveram período de floração mais curto e menos intenso, além de, nesse período, *Bixa orellana* e *Schinus terebinthifolius* estarem na segunda floração no ano. Os picos de

atividade e de intensidade coincidiram para todas as espécies, e o período entre junho e dezembro apresentou menos indivíduos com flor e menor intensidade de floração. Segundo Benke & Morellato (2002), o pico de intensidade de determinada fenofase pode estar mais relacionado a fatores bióticos, tais como presença, atividade ou abundância de polinizadores e/ou dispersores, uma vez que guarda relação direta com a abundância do recurso. O pico de atividade, por sua vez, pode estar mais relacionado com características endógenas e com fatores abióticos que atuam sobre a fisiologia da planta, determinando ou restringindo o período de ocorrência das fenofases.

As espécies *Bixa orellana* e *Schinus terebinthifolius* apresentaram padrão subanual de floração, com mais de uma floração ao ano. *Schinus terebinthifolius* é uma espécie dioica, com alta plasticidade ecológica e capacidade de interação biótica; os indivíduos são dependentes basicamente de insetos para o transporte de pólen. As semelhanças entre suas flores, somadas à sincronia da fenofase reprodutiva, da antese e da oferta de néctar e pólen, em ambos os sexos, parecem favorecer seu sucesso reprodutivo através da atração dos visitantes florais até ambas as flores, o que lhe permite colonizar e ocupar diversos ambientes,

inclusive os profundamente alterados pelo homem (Carvalho, 1994; Lenzi & Orth, 2004). *Bixa orellana* é uma espécie que atualmente ocupa vários ecossistemas e é frequentemente utilizada na agricultura. A variabilidade genética dessa espécie, associada à polinização cruzada, influencia diretamente a produção com grãos de alta qualidade (Vilares et al., 1992).

As outras espécies estudadas apresentaram padrão anual de floração, com um período de floração ao ano segundo a classificação de Newstrom et al. (1994). Da mesma forma que o presente estudo, Wolowki & Freitas (2010) também constataram maior período de floração para *Senna multijuga*. Para uso em projetos de restauração, alguns autores a indicam como espécie secundária inicial e, também para, área de arborização urbana (Rodrigues et al., 2005; Moraes et al., 2006). Passos (1995) estudou a fenologia, a polinização e o sistema de reprodução de *Croton floribundus* em Campinas (SP) e, nessa ocasião, os indivíduos dessa espécie floresceram na estação úmida, entre outubro e dezembro. Para *Lafoensia pacari*, foi verificado, em áreas de Cerrado no Mato Grosso, que as fenofases são sazonais, mas no presente estudo a floração ocorreu nos meses de abril a agosto (Santos et al., 2009).

A espécie regenerante *Solanum lycocarpum* apresentou desajuste temporal entre os picos de atividade e de intensidade. A espécie apresentou intensidade de floração maior durante o inverno e a primavera, e maior atividade de janeiro a março. No período de menor atividade e intensidade na área, considerando todas as espécies estudadas, essa espécie apresentava pico de intensidade, salientando a importância de se usarem os dois métodos nos estudos de fenologia, e se fazer a distinção entre os dois índices utilizados (Benke & Morellato, 2002). A espécie *Solanum lycocarpum* possui características interessantes do ponto de vista da biologia reprodutiva, que provavelmente estão favorecendo sua ampla ocupação, tendo em vista que a planta floresce e frutifica durante todo o ano (Moura et al., 2010). Em áreas de cerrado, Oliveira-Filho & Oliveira (1988) a consideraram como invasora de áreas

devastadas pelo homem e em pastagens, com alta capacidade de ocupação de áreas descobertas.

Em estudos fenológicos desenvolvidos próximo à região estudada, porém com tipologias vegetais diferentes, o período de maior floração aconteceu na transição entre as épocas seca e úmida, de setembro a novembro, na primavera (Morellato & Leitão-Filho, 1990; 1992). Maiores índices fenológicos também foram registrados no período de setembro a novembro em áreas em processo de restauração, onde foram utilizadas diferentes espécies nos plantios (Homen, 2011).

As espécies avaliadas neste estudo são diferentes das espécies observadas nos estudos citados acima, e também têm características biológicas diferentes, o que pode explicar a diferença nos resultados. No verão, ocorrem as espécies com maior intensidade de florescimento; essas espécies apresentam maior período de floração, enquanto as espécies com florescimento na primavera tiveram período de floração mais curto e menos intenso. Conhecer a biologia das espécies introduzidas é essencial para prever alguns eventos, como floração e disponibilidade de recursos para visitantes florais (Gandolfi et al., 2009).

CONCLUSÃO

Conclui-se que estudos fenológicos são importantes como ferramentas de avaliação de projetos de restauração, assim como são importantes no auxílio da escolha das espécies em áreas a serem restauradas. Nos meses mais frios e secos, a espécie *Solanum lycocarpum* foi importante para manutenção de flores na área, mas ainda é necessária maior diversidade de espécies lenhosas com flores nesse período para ocorrer sequência na floração durante todo o ano, e assim disponibilizar recursos florais continuamente. As características almejadas quanto à disponibilidade de recursos florais o ano todo poderão ser alcançadas com o passar dos anos, quando novas espécies apresentarem fase reprodutiva, pois a área ainda está no início do processo de restauração.

REFERÊNCIAS

- Arruda, R.; Florencio, C.; Figueiredo, R.A. & Lima, M. (2009). Composição e fenologia de espécies herbáceas nativas em reflorestamento heterogêneo. *Revista Floresta*, 39(3):525-33.
- Bencke, C.S.C. & Morellato, L.P.C. (2002). Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 25(2):237-48.
- Brancalion, P.H.; Rodrigues, R.R.; Gandolfi, S.; Kageyama, P.Y.; Nave, A.G.; Gandara, F.B., et al. (2010). Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. *Revista Árvore*, 34(3):455-70.
- Carvalho, P.E.R. (1994). *Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira*. Brasília: Embrapa.
- Damasceno, A.C.F. (2005). *Macrofauna edáfica, regeneração natural de espécies arbóreas, lianas e epífitas em florestas em processo de restauração com diferentes idades no Pontal do Paranapanema*. Dissertação em Recursos Florestais, Universidade de São Paulo.
- Fragoso, F.P. (2009). *A entomofauna visitante floral de espécies arbóreas da floresta da USP-RP, área de restauração de Mata Estacional Semidecídua*. Dissertação em Entomologia, Universidade de São Paulo.
- Frankie, G.N.; Baker, H. & Opler, P.A. (1974). Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology*, 62:881-913.
- Fournier, L.A. (1974). Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas em árvores. *Turrialba*, 24(4):422-23.
- Gandolfi, S.; Belloto, A. & Rodrigues, R.R. (2009). Inserção do conceito de grupos funcionais na restauração, baseada no conhecimento da biologia das espécies In: Rodrigues, R.R.; Brancalion, P.H.S. & Isernhagen, I. *Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal*. São Paulo: LERF.
- Homen, M.N.G. (2011). *Padrões fenológicos em ecossistemas em processo de restauração e em fragmento florestal vizinho*. Dissertação em Ciência Florestal, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu.
- Knowles, O.H. & Parrotta, J.A. (1995). Amazonian forest restoration: An innovative system for native species selection based on phenological data and field performance indices. *Commonwealth Forestry Review*, 74(3):230-43.
- Lenzi, M. & Orth, A. I. (2004). Fenologia reprodutiva, morfologia e biologia floral de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), em restinga da Ilha de Santa Catarina, Brasil. *Revista Biotemas*, 17(2):67-89.
- Lieth, H. (1974). Purpose of a phenology book. In: Lieth, H. *Phenology and seasonality modeling*. Berlin: Springer.
- Longcore, T. (2003). Terrestrial arthropods as indicators of ecological restoration success in coastal sage scrub. (California, USA). *Restoration Ecology*, 11(4):397-409.
- Machado, M.R.; Pinã-Rodrigues, F.C.M. & Pereira, M.G. (2008). Produção de serrapilheira como indicador de recuperação em plantio adensado de revegetação. *Revista Árvore*, 32(1):143-51.
- Mantovani, M.; Ruschel, A.R.; Reis, M.S.; Puchalski, A. & Nodari, R.O. (2003). Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária a Floresta Atlântica. *Revista Árvore*, 27(4):451-58.
- Mello, A.C.G.; Miranda, D.L.C. & Duringan, G. (2007). Cobertura de copas como indicador de desenvolvimento estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no médio vale do Paranapanema, SP, Brasil. *Revista Árvore*, 31(2):321-8.
- Moraes, L.F.D., Assumpção, J.M.; Pereira, T.S. & Luchiari, C. (2006). *Manual técnico para a restauração de áreas degradadas no estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- Morellato, L.P.C. & Leitão-Filho, H.F. (1990). Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. *Revista Brasileira de Biologia*, 50(1):163-73.
- Morellato, L.P.C. & Leitão-Filho, H.F. (1992). Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In: Morellato, L.P.C. *História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil*. Campinas: Unicamp.
- Moura, T.M.; Xavier, G.C. & Chaves, L.J. (2010). Correlação entre floração, frutificação e variáveis ambientais em *Solanum lycocarpum*. A. St. Hil, Solanaceae. *Bioscience Journal*, 26(3):457-62.
- Newstrom, L.E.; Frankie, G.W.; Baker, H.G. & Colwell, R.K. (1994). Diversity of long-term flowering patterns. In: McDade, L.A.; Bawa, K.S.; Hespeneide, H.E. & Hartshorn, G.S. *La selva: Ecology and natural history of a neotropical rain forest*. Chicago: University Chicago.
- Oliveira-Filho, A.T. & Oliveira, L.C.A. (1988) Biologia floral de uma população de *Solanum lycocarpum* em Lavras, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, 11(112):23-32.
- Passos, L. C. (1995). *Fenologia, polinização e reprodução de duas espécies de Croton* (Euphorbiaceae) em mata semidecídua*. Campinas: Unicamp.
- Rodrigues, R.S.; Flores, A.S.; Miotto, S.T.S. & Baptista, L.R.M. (2005). O gênero *Senna* (Leguminosae, Caesalpinioideae) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, 19(1):1-16.
- Santos, L.W.; Coelho, M.F.B. & Pirani, F.R. (2009). Phenology of *Lafoensia pacari* A. St.-Hil. (Lythraceae) in Barra do Garças, Mato Grosso State, Brazil. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 11(1):12-7.

Talora, D.C. & Morellato, L.P.C. (2000). Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 23(1):13-26.

Van Schaik, C.P.; Terborgh, J.W. & Wright, S.J. (1993). The phenology of tropical forest: Adaptive significance and consequences of consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 24:353-77.

Vilares, A.S.; São José, A.R.; Rebouças, T.N.H. & Souza, I.V.B. (1992). Estudo da biologia floral de urucuzeiro (*Bixa orellana* L.). *Revista Brasileira de Corantes Naturais*, 1(1):101-5.

Wolowski, M. & Freitas, L. (2010). Sistema reprodutivo e polinização de *Senna multijuga* (Fabaceae) em Mata Atlântica Montana. *Rodriguésia*, 61(2):167-79.

Zamith, L.R. & Scarano, F.R. (2004). Produção de mudas de espécies das Restingas do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, 18(1):161-76.

Recebido em: 6/11/2012

Versão final em: 28/6/2013

Aprovado em: 6/8/2013

Vinte anos da Rio92: a conservação da biodiversidade e os serviços de polinização

Biodiversity conservation and pollination services 20 years after Rio92

Valdir Lamim-Guedes¹

RESUMO

Foi realizada, no Rio de Janeiro, em junho de 1992, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Rio92). O objetivo principal da Convenção sobre Diversidade Biológica, aprovada na Rio92, é a conservação da diversidade biológica ou biodiversidade. Em 2010, na Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica (COP10, Nagoya, Japão), houve aprovação de um protocolo com metas e mecanismos com foco no cumprimento dos objetivos da Convenção sobre Diversidade Biológica. No Brasil, o novo código florestal, com a redução das Áreas de Proteção Permanente e de Reserva Legal, coloca em risco a aplicação da Convenção sobre Diversidade Biológica e a manutenção dos serviços ecossistêmicos, inclusive a polinização. Diversas culturas agrícolas, como o café e o maracujá, têm a produção aumentada com atitudes de conservação de fragmentos florestais, manejo de polinizadores e outras iniciativas. Nesse cenário, a conservação e o uso sustentável da biodiversidade para alimentação e agricultura têm papel crítico por permitir uma maior sustentabilidade ambiental.

Palavras-chave: Área de proteção permanente. Legislação ambiental. Polinização. Reserva legal. Serviços ecossistêmicos.

ABSTRACT

The United Nations Conference on Environment and Development (Rio92) was held in Rio de Janeiro in June 1992. The main objective of the Convention on

¹ Universidade Estadual de Campinas, Programa de Pós-Graduação em Jornalismo Científico. Cidade Universitária Zeferino Vaz, Prédio V da Reitoria, Piso 3 LabJor, 13083-970, Campinas, SP, Brasil. E-mail: <dirguedes@yahoo.com.br>.

Biological Diversity, adopted at the Rio 92 conference, is the conservation of biological diversity or biodiversity. A Protocol with targets and mechanisms to meet the aims of the Convention on Biological Diversity was created at the Conference of the Parties of Convention on Biological Diversity (COP10, Nagoya, Japan) In 2010. The new Brazilian forest code, which proposes the reduction of Permanent Protection Areas and Legal Reserves, hinders the implementation of the Convention on Biological Diversity and the maintenance of ecosystem services, including pollination. The production of several crops, such as coffee and passion fruit increases by conserving forest fragments and pollinator management. In this scenario, the conservation and sustainable use of biodiversity for food and agriculture plays a critical role, promoting greater environmental sustainability.

Key words: Permanent Protection Area. Environmental legislation. Pollination. Legal Reserve. Ecosystem Services.

INTRODUÇÃO

Vinte anos da Rio92 e a Convenção sobre Diversidade Biológica

Nas últimas décadas, um dos grandes desafios da comunidade científica envolvida com a biologia da conservação é demonstrar que a perda de habitats, de interações ecológicas e de espécies gera um prejuízo (presente e futuro) que supera em muito os lucros advindos da exploração de recursos naturais e da produção agrícola. A sustentabilidade ambiental, conceito associado ao desenvolvimento sustentável, envolve a utilização racional dos recursos naturais no longo prazo, ou seja, a utilização dos recursos naturais de forma a permitir a reposição dos recursos renováveis e a utilização de forma parcimoniosa e eficiente daqueles não renováveis. A sustentabilidade ambiental é caracterizada pela manutenção da capacidade do ambiente de prover os serviços ecossistêmicos ou ambientais e os recursos necessários ao desenvolvimento das sociedades humanas de forma permanente (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2004).

A busca pela sustentabilidade ambiental tem levado ao estabelecimento de acordos internacionais, como as convenções no âmbito da Organização das Nações Unidas e legislação nacional, como o Código Florestal Brasileiro, que serão destacados neste texto. Esses dispositivos em conjunto permitem um manejo

da paisagem de forma a proporcionar o fornecimento de serviços ecossistêmicos, entre os quais está a polinização, essencial para a conservação da biodiversidade assim como para a produtividade agrícola de diversas espécies de interesse econômico e alimentar, como o café e o maracujá.

Há vinte anos, ocorreu a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNMAD), realizada de 3 a 14 de junho de 1992, na cidade do Rio de Janeiro (RJ). Essa conferência ficou internacionalmente conhecida como Rio92 ou Eco92 e foi a maior reunião até então realizada em todo mundo para discutir a questão ambiental. A Rio92 e as Conferências das Nações Unidas seguintes discutiram os problemas globais que afetam a humanidade, inclusive a extinção de espécies biológicas, e pactuaram uma série de propostas para enfrentá-los (Convenções sobre Mudanças Climáticas, Convenção sobre Diversidade Biológica, Convenção de Combate à Desertificação, Agenda 21, Declaração sobre Florestas, Declaração de Durban, entre outras).

Diversidade biológica ou biodiversidade foi definida no texto da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) como a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e dulcícolas, assim como os complexos ecológicos de que fazem parte; e abrange ainda a diversidade dentro de espécies e entre elas, e, principalmente, dos variados ecossistemas (Brasil, 2000). A CDB foi aprovada na Rio92 e também pelo Congresso

Brasileiro em 1994. Ela é um marco para a proteção da natureza, e representa a evolução em direção a uma visão mais abrangente dos recursos naturais. Também deu soberania aos países sobre os recursos biológicos presentes em seus territórios, alterando a lógica que prevalecia: a de ser a biodiversidade um bem da humanidade (União Internacional para Conservação da Natureza, 2011). O Brasil, ao assinar a CDB e a Agenda 21, na Rio92, comprometeu-se a implementar uma série de ações em favor da conservação e da utilização sustentável da biodiversidade brasileira.

Os objetivos da CDB são a conservação da diversidade biológica, a utilização sustentável de seus componentes e a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos, mediante, inclusive, o acesso adequado aos recursos genéticos e a transferência adequada de tecnologias pertinentes, levando-se em conta todos os direitos sobre tais recursos e tecnologias, e mediante financiamento adequado (Brasil, 2000).

Várias metas foram aprovadas na 6ª Conferência das Partes (COP) da CDB, realizada em 2002, em Haia, Holanda. Essa foi uma forma de alcançar resultados concretos, com as partes se comprometendo a "atingir até 2010 uma redução significativa da taxa atual de perda de biodiversidade em níveis global, regional e nacional, como uma contribuição para a diminuição da pobreza e para o benefício de toda a vida na Terra" (União Internacional para Conservação da Natureza, 2011, p.4).

A Convenção sobre Diversidade Biológica é uma Convenção-Quadro, que fornece as diretrizes gerais, mas não estabelece objetivos, metas e mecanismos específicos. Após longo processo de negociações multilaterais, apenas na 10ª COP da CDB, em Nagoya, Japão, em 29 de outubro de 2010 - o chamado "Ano Internacional da Biodiversidade", instituído pela Organização das Nações Unidas (ONU) -, houve a aprovação de um protocolo. Esse desfecho foi surpreendente porque superou um impasse que parecia intransponível até as vésperas do encontro. Desde a Conferência Rio92, as

negociações sobre a proteção à biodiversidade giram em torno de uma trinca de objetivos: a conservação, o uso sustentável da biodiversidade e a chamada repartição de benefícios. Contudo, essa COP10 apresentou um resultado negativo: todos os países falharam no cumprimento de metas estipuladas, em 2002, para o ano de 2010. O Secretário Geral das Nações Unidas, Ban Ki-Moon, definiu essa situação como um fracasso coletivo que deveria ser rapidamente corrigido para o bem de toda a humanidade (União Internacional para Conservação da Natureza, 2011). O desafio agora é fazer com que esse protocolo possa ser mais detalhado e que efetivamente entre em vigor, inclusive com a criação de legislação nos países - sobretudo nos países pobres -, que assegure a execução do Protocolo de Nagoya.

Segundo o brasileiro Bráulio Ferreira de Souza Dias, atual secretário-executivo da CDB, a percepção que se tem hoje, nessa trajetória de 20 anos, é um tanto dividida:

Tem gente que avalia, com toda a consciência, que a CDB é uma das convenções ambientais mais bem-sucedidas sob vários aspectos. Por exemplo: ela tem cobertura praticamente universal. Nós temos 192 países-membros e uma região econômica, que é a Comunidade Europeia, e ela teve sucesso em negociar e construir uma agenda internacional da biodiversidade estabelecida por consenso. ... A gente conseguiu depois de muitos anos negociar metas quantitativas. ... A COP10, em Nagoya, foi uma culminação do período inicial de normatização. Conseguimos fechar a negociação do Protocolo de Nagoya e também o plano estratégico para essa década até 2020 com 20 metas globais. Havíamos também, em 2008, na Alemanha, negociado a estratégia para mobilizar recursos financeiros para a implementação da convenção. Então os principais elementos para o avanço da agenda da biodiversidade foram dados (Marques, 2012).

Apesar da defasagem entre as decisões tomadas na CDB e o resultados práticos nos países,

a situação não é exclusiva dessa convenção. Existem, entretanto, avanços e vontade política, uma situação um pouco divergente em relação a outra convenção assinada na Rio92, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (CQNUMC).

Após muitos anos de negociações internacionais, foi acordado, em 23 de abril de 2012, o desenho final da *Intergovernmental Platform on Biodiversity & Ecosystem Services* (IPBES, Plataforma Intergovernamental sobre Serviços de Ecossistemas e da Biodiversidade), com sede em Bonn, Alemanha. O IPBES pretende enfrentar a perda acelerada da biodiversidade mundial e a degradação dos ecossistemas, fazendo a ponte entre a ciência exata, imparcial e atualizada, e os decisores políticos. Com a criação do IPBES, avalia Bráulio Dias, os cientistas vão contar com um mecanismo mais eficiente para uma participação mais coordenada (Marques, 2012). O IPBES vai trabalhar em associação com a CDB, fornecendo relatórios e treinamento de técnicos, principalmente de países pobres, contribuindo para o alcance dos objetivos da CDB.

Para fazer um balanço da implementação da CDB, foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (RIO+20), que mobilizou a comunidade científica e foi palco de discussões que revelaram avanços sem precedentes no conhecimento sobre os limites do planeta - conceito indispensável para determinar uma agenda dedicada à sustentabilidade global.

O documento final da Rio+20, intitulado "O Futuro que Queremos", reconhece a importância da biodiversidade, tem um capítulo sobre o assunto e muitas referências a todo momento sobre suas questões. Acerca da aparente falta de sucesso da Rio+20, Bráulio Dias afirma que essa conferência tinha como principal objetivo chamar a atenção do mundo para uma maior cooperação numa agenda, e não necessariamente construir novos instrumentos regulatórios, como foi o caso da Rio92 (Marques, 2012).

Várias críticas foram feitas em relação ao rascunho zero e ao acordo final, como, por exemplo, que esses documentos não reconhecem que o

equilíbrio do pilar ambiental é condição *sine qua non* para os outros dois pilares da sustentabilidade: o social e o econômico. Além disso, as críticas alegam que os documentos são genéricos e abordam superficialmente temas como biodiversidade e mudanças climáticas, o que dificulta novos compromissos dos países (Joly *et al.*, 2012).

Apesar dos esforços, a perda de espécies continua em ritmo alarmante, com consequências para além da simples redução na riqueza de espécies, uma vez que "o pior tipo de extinção é a extinção de interações ecológicas" (Janzen, 1974). Na década de 1970, Daniel H. Janzen, um dos grandes ecólogos tropicais, chamou a atenção para um problema de conservação muito mais sutil do que a extinção de espécies: a perda de interações bióticas em áreas tropicais sujeitas a perturbações de origem antrópica (Jordano *et al.*, 2006). Desde então, e, particularmente, a partir da década de 1990, a comunidade científica passou a investigar como as várias interações bióticas que ocorrem em ambientes tropicais são afetadas pela degradação ambiental. Além disso, passou a ser reconhecida a importância da biodiversidade na manutenção e no fornecimento de serviços ambientais, como é o caso da polinização.

Assim, a biologia da conservação deixou de enfocar apenas a preservação de áreas naturais e de animais chamativos, e passou a discutir a conservação da integridade das interações entre espécies. A definição abrangente de biodiversidade adotada na CDB é consequência também do reconhecimento da importância das interações ecológicas. Uma das grandes fronteiras dessa área de estudo é prever as consequências da alteração nas interações bióticas para as populações que interagem. As interações animal-planta, planta-planta e animal-animal são importantes para a produção de certos serviços à humanidade, além de serem críticas para a manutenção da integridade das comunidades em que ocorrem (Jordano *et al.*, 2006). A polinização por agentes bióticos, por exemplo, tanto de plantas nativas como em sistemas agrofloretais e de agricultura intensiva, é essencial para a produção de alimentos (De Marco Jr & Coelho, 2004).

O manejo da paisagem e a legislação ambiental brasileira

As áreas protegidas não podem conservar a biodiversidade por si só, particularmente em paisagens dominadas por áreas antropizadas, em que há uma pressão intensa sobre os ambientes naturais por recursos alimentares, madeira e fibras (Jose, 2012). Segundo Tim Benton, professor na Universidade de Leeds (Reino Unido), "no nível da paisagem, podemos gerenciar não apenas a terra agriculturável, mas também gerenciar as terras não agrícolas que são fundamentais para o funcionamento da atividade agrícola, porque mantêm os polinizadores, os inimigos naturais, os microclimas e assim por diante" (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, 2012). Nesse sentido, é essencial que existam mecanismos previstos na legislação do país que permitam um manejo da paisagem de forma a favorecer a conservação da biodiversidade e a manutenção dos serviços ecossistêmicos. Esse é o pano de fundo para alcançar os objetivos da CDB em nível nacional e subnacional (estados e municípios).

Após três anos em trâmite no Senado Nacional, e as vésperas da Rio+20, foi aprovada a Lei Federal nº 12.651, o novo código florestal brasileiro, sancionado com vetos da Presidenta Dilma Rousseff. Por causa dos vetos, foi editada a Medida Provisória nº 571, transformada em outubro de 2012 (Lei nº 12.727), que também recebeu vetos que deverão ser novamente votados no senado. A principal alteração na Legislação foi a redução das áreas destinadas à conservação da vegetação nativa nas propriedades privadas, isto é, a redução das Áreas de Proteção Permanente (APP) e as Reservas Legais (RL). As alterações na legislação não condizem com a posição de destaque que o Brasil teve na Rio92 e nas COP da CDB. Nesses eventos, o país sempre teve um papel de negociador, apresentando metas e resultados. No caso da COP10, o Protocolo de Nagoya foi aprovado, entre outros motivos, devido a uma posição pró-ativa brasileira. Como destacado por Zucco *et al.* (2011), em carta à revista *Nature*, as alterações no código florestal não levaram em consideração a opinião dos cientistas. Contudo, é

importante ressaltar que as exigências previstas em lei têm que ser encaradas como uma ação básica, para não dizer que é o mínimo a ser feito, a fim de se conservarem a biodiversidade e a funcionalidade ecossistêmica.

A valorização da floresta, dos campos e da imensa biodiversidade do nosso território permitirá criar oportunidades para gerar riqueza de forma sustentável (social, econômica e ambiental). De acordo com essa perspectiva, é evidente que o Brasil não terá ganhos econômicos com as alterações no Código Florestal. As normas aprovadas implicarão significativas perdas de áreas com vegetação natural ainda existentes nos biomas brasileiros e comprometerão compromissos assumidos pelo Brasil em acordos internacionais de redução de emissões de carbono para a atmosfera e de proteção à biodiversidade, respectivamente a CQNUMC e a CDB e seus protocolos. Além disso, a grande degradação ambiental incentivada pelo novo código colocará em risco a própria produção agrícola e o bem-estar da população no futuro (Lamim-Guedes, 2012).

Martinelli *et al.* (2010), em resposta aos principais argumentos políticos envolvidos com o agronegócio, argumentam que não há falta de área já convertida para a expansão agrícola brasileira, portanto não é verdadeira a dicotomia entre a preservação da vegetação natural e a produção agropecuária. Essa afirmação é essencial quando se trata das alterações do código florestal. Nesse sentido, deve-se demonstrar que investimentos na conservação de fragmentos de vegetação nativas em áreas dominadas por agropecuária podem gerar benefício duplo, preservando a biodiversidade e contribuindo para a produção agrícola (Ricketts *et al.*, 2004). A averbação das áreas de RL deve ser feita de forma a favorecer a conectividade entre remanescentes de vegetação nativa, pois assim seria possível criar uma rede de corredores de vegetação nativa que interligasse RL e APP e permitisse a manutenção dos serviços ecossistêmicos.

Serviços ecossistêmicos

Os serviços dos ecossistemas são entendidos como condições e processos através dos quais os

ecossistemas naturais e as espécies que os compõem sustentam a vida humana (Daily, 1997). Eles mantêm a biodiversidade e a produção de produtos como madeira, fibras, alimentos e fármacos (Daily, 1997), uma vez que o bem-estar de todas as populações humanas do mundo depende diretamente dos serviços fornecidos pelos ecossistemas (The Economics of Ecosystem and Biodiversity, 2010).

A atuação humana foi a principal causa da degradação ambiental, que, nos últimos 50 anos, chegou a cerca de 60% dos serviços ecossistêmicos da Terra (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). O estudo "Economia dos Ecossistemas e Biodiversidade" (*The Economics of Ecosystem and Biodiversity*), produzido pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma), apontou o valor econômico de plantas, animais, florestas e ecossistemas e avaliou os custos da perda da biodiversidade entre R\$3,6 e R\$8,2 trilhões por ano.

Há a necessidade de medidas urgentes dos tomadores de decisão para reverter o estágio atual de degradação ambiental. Para estancar esse quadro nacional, por exemplo, as APP e RL deveriam ser consideradas como parte fundamental do planejamento agrícola conservacionista das propriedades (Silva *et al.*, 2011), sobretudo porque promovem a conservação da biodiversidade.

A biodiversidade, para a alimentação e a agricultura, inclui os componentes da diversidade biológica, que são essenciais para a alimentação humana e para melhorias na qualidade de vida, como a variedade de ecossistemas, animais, plantas e microrganismos, no nível genético, específico, e de ecossistemas necessários para sustentar a vida humana, assim como manter funções-chaves dos ecossistemas (Food and Agriculture Organization, 2011a).

A seguir, destaca-se a importância de áreas com vegetação nativa para a produção agrícola e a conservação da biodiversidade, que, nesse caso, parte considerável é formada por visitantes florais responsáveis pelo importante serviço ecossistêmico que é a polinização. Ressalta-se que essas áreas são essenciais para que sejam alcançados os objetivos previstos pela CDB.

Polinização

Entre os principais serviços ecossistêmicos para a população humana está a polinização. Dados da *Food and Agriculture Organization* (FAO) confirmam que 33% da alimentação humana dependem em algum grau de plantas cultivadas polinizadas, muitas vezes, por abelhas (Klein *et al.*, 2007). A maioria das angiospermas depende da transferência de grãos de pólen entre indivíduos diferentes para que ocorra a reprodução (Committee on the Status of Pollinators in North America, 2007), por exemplo. Bawa (1990) estimou que entre 98% e 99% das espécies de angiospermas na floresta tropical úmida de terras baixas são polinizadas por animais polinizadores, a maioria insetos (borboletas, coleópteros, mariposas, moscas, vespas, abelhas). Além desses, pássaros também são polinizadores da vegetação tropical (na região neotropical, basicamente beija-flores), bem como morcegos e alguns outros mamíferos não voadores (Bawa, 1990). No geral, as abelhas são os agentes polinizadores mais importantes, polinizando cerca de 16% das espécies de angiospermas em todo o mundo (Buchmann & Nabhan, 1996).

A polinização é considerada um serviço ecossistêmico regulatório, sendo importante para a produção de alimentos (flores bem polinizadas produzem frutos de melhor qualidade, maior peso e sementes em maior número), de biocombustíveis e, principalmente, para a manutenção da biodiversidade em áreas naturais, um serviço de difícil valoração (Imperatriz-Fonseca & Nunes-Silva, 2010).

Nas últimas décadas, já se aceita que a conservação da biodiversidade é muito importante para a produção de alimentos. Raramente, no entanto, a diversidade de fauna e sua inerente necessidade de habitats naturais, são adequadamente ligadas à produtividade ou à estabilidade da produção global de alimentos (Nabhan & Buchmann, 1997). Uma dessas ligações são os serviços de polinização providos para plantas cultivadas por animais, manejados ou silvestres, que requerem áreas para forrageamento e sítios para nidificação adjacentes às áreas cultivadas (Nabhan & Buchmann, 1997). Entre todos os serviços

ambientais prestados pelas APP e RL, a polinização é certamente o mais tangível e o mais importante, relacionado ao sucesso da produção e da produtividade agrícola de várias culturas (Silva *et al.*, 2011).

Globalmente, a CDB reconheceu a importância dos polinizadores com o estabelecimento da Iniciativa Internacional para a Conservação e Uso Sustentável de Polinizadores, conhecida como Iniciativa Internacional de Polinizadores, no ano de 2000, facilitada e coordenada pela FAO.

A diminuição da disponibilidade de polinizadores para as plantas que deles necessitam pode causar limitações na quantidade de frutos, qualidade dos frutos e número de sementes, tornando-se um dos maiores problemas quando se trata de produção agrícola (De Marco JR. & Coelho, 2004). Tem sido documentada a redução do número de visitas de polinizadores, na formação de frutos e/ou sementes em populações vegetais, devido ao declínio de populações de polinizadores, problema registrado em várias regiões do mundo e que gera preocupação internacional (Kearns *et al.*, 1998) pelas suas causas, com destaque para a destruição ou alteração do ambiente, uso de pesticidas, parasitas, doenças e a introdução de espécies exóticas que têm colocado em risco muitas espécies polinizadoras (Buchmann & Nabhan, 1996; Kearns *et al.*, 1998).

Projeções realizadas apontam que a apicultura está crescendo em ritmo mais lento do que a necessidade dos serviços ecossistêmicos manejáveis que ela presta. Isso se tornar mais sério com o aumento do consumo mundial de produtos agrícolas que dependem de polinizadores (Aizen *et al.*, 2008).

O crescimento da população e do consumo tem aumentado a demanda de terras agriculturáveis e recursos naturais sem precedentes. A solução para o dilema entre a produção de produtos agrícolas e a redução de sua pegada ecológica baseia-se no aumento da eficiência, mudanças de dieta e redução do desperdício de alimentos (Foley *et al.*, 2011). Parte do "aumento de eficiência" está diretamente relacionada ao fornecimento de serviços de polinização adequados, facilitados pela diversidade

de fauna, assim como a áreas naturais próximas às plantações (Nabhan & Buchmann, 1997). Em algumas culturas agrícolas, abelhas *Bombus*, Megachilidae e outras espécies nativas são polinizadores mais eficientes que a *Apis mellifera* L. (Apidae) - espécie amplamente utilizada em manejo de polinizadores -, (Committee on the Status of Pollinators in North America, 2007), como é o caso do tomate, com a utilização de abelhas mandaçaia (*Melipona quadrifasciata* Lepeletier, Meliponini: Apidae) em estufas com tomates no Brasil (Del Sarto *et al.*, 2005).

Nos últimos anos, evidências de que a produção agrícola decresce com o aumento da fragmentação da vegetação nativa têm sido apresentadas, com os serviços de polinização diminuindo conforme se distancia da borda da plantação que está em contato com remanescente florestal (Carvalho *et al.*, 2011). Mesmo em espécies de interesse agrícola, que são relativamente independentes dos polinizadores, há um aumento na produção com a presença deles: um exemplo é o café (*Coffea arabica* L., Rubiaceae), como o encontrado em cafezais da Costa Rica por Ricketts *et al.* (2004), e no Panamá, por Roubik (2002). Para outras culturas agrícolas, que dependem completamente de agentes bióticos para a produção de sementes e frutos, a produção pode diminuir ou até mesmo ser inexistente, como é o caso do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims, Passifloraceae).

O caso do café

O comércio de café em grão cru (sem torrar) no ano de 2009 movimentou 4,643 bilhões de dólares no Brasil (Food and Agriculture Organization, 2011b), o que representa uma grande importância econômica no País. O café produz mais sementes via autopolinização, sendo a ação do vento e de insetos agentes polinizadores iguais e de pequeno impacto na produção das plantas (Free, 1993). Contudo, nos últimos anos, estudos têm demonstrado que o café apresenta uma dependência maior dos polinizadores, basicamente abelhas, do que o

encontrado anteriormente. É relatado aumento de 50%, 27% e 20% na produção de café com a presença de polinizadores (Roubik, 2002; Klein *et al.*, 2003; Ricketts *et al.*, 2004, respectivamente). Esses três estudos mostram a importância de abelhas nativas para o aumento da produção cafeeira. Somado a isso, Roubik (2002) apresenta dados preocupantes: as plantações de café na Costa do Marfim, Gana, Quênia, Camarões e Indonésia, que aumentaram de 2 a 5 vezes, tiveram quedas na produtividade de 20% a 50%, entre outras razões, pelo declínio de polinizadores. Somada a isso, a retenção dos frutos é aparentemente aumentada pelo grau de polinização cruzada (Free, 1993), embora *C. arabica* seja autocompatível.

Badilla & Ramirez (1991), estudando o efeito de instalação de colmeias de *A. mellifera* em cafezais na Costa Rica, obtiveram 15,85% mais bagas em ramos descobertos, assim como bagas maiores e mais pesadas. Os dados obtidos por esses autores mostram a importância do manejo de colmeias de *A. mellifera* na época da florada para se conseguirem melhores safras de café - principalmente se o número de insetos polinizadores nas imediações for pequeno.

Segundo Karanja *et al.* (2010), a riqueza de recursos florais fornecidos por espécies nativas impacta positivamente a riqueza de abelhas nas áreas de plantio convencional e orgânico de café; muitas espécies de abelhas foram observadas visitando plantas de café e de outras espécies na vegetação que cerca os cafezais. Nas áreas com manejo orgânico, a riqueza de espécies de abelhas e de plantas é significativamente maior que nas áreas com manejo convencional. Como apontado neste estudo, a diversidade de plantas próxima aos cafezais fornece recursos que permitem a sobrevivência das abelhas ao longo do ano, mesmo nos períodos em que o café não está florescendo.

O caso do maracujá

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá-amarelo. Em 2010, foram R\$792 milhões advindos dessa cultura agrícola (IBGE, 2012). Contudo, a produtividade de 14,83t/ha, observada

em 2010, é considerada baixa. De acordo com Ruggiero (2006), a produtividade potencial da cultura no país é de 40t/ha a 45t/ha.

A baixa produtividade é atribuída à carência de polinizadores naturais da cultura, já que a frutificação do maracujá-amarelo é inteiramente dependente da polinização cruzada em virtude da autoincompatibilidade (Bruckner *et al.*, 1995), ou seja, uma total dependência dos agentes polinizadores, no caso, principalmente, das espécies do gênero *Xylocopa*, conhecidas como mamangavas (I. Sazima & M. Sazima, 1989). *A. mellifera* e abelhas *Trigona* sp. são pilhadoras de recursos das flores (Siqueira *et al.*, 2009).

Estudos sobre a polinização do maracujá-amarelo na região de Juazeiro, Pernambuco, concluíram que existe na região um *deficit* no serviço de polinização, isto é, ocorre limitação polínica porque as populações das abelhas *Xylocopa* não são suficientes para realizar a polinização das plantações de maracujá da Região (Viana *et al.*, 2006; Siqueira *et al.*, 2009) em decorrência, provavelmente, de diversos fatores: diminuição da população de *Xylocopa*, aumento do número de plantação de maracujá na região, aumento da competição com outras abelhas na flor do maracujá, diminuição da vegetação nativa do entorno dos lotes, ausência de espécies silvestres nos plantios que funcionem como fonte de alimento e uso de defensivos agrícolas (Freitas & Oliveira-Filho, 2003; Viana *et al.*, 2006). Todos esses fatores podem interferir direta ou indiretamente nas populações de *Xylocopa* sp. da região e contribuir para os resultados encontrados.

Em Juazeiro, como em outras regiões do País, os produtores contratam mão de obra para realizar a polinização manual, com um consequente encarecimento do custo de produção. Uma opção diferente para assegurar a produção pode ser a promoção do aumento da população de abelhas *Xylocopa* para garantir uma polinização natural adequada. Nesse sentido, Viana *et al.* (2006) propõem proteger as áreas naturais de caatinga no entorno das plantações, oferecer locais alternativos para nidificação das abelhas ou criar as abelhas de modo racional.

No caso da introdução de caixas com ninhos de *Xylocopa*, Freitas e Oliveira-Filho (2003) obtiveram um aumento da população dessas abelhas e, conseqüentemente, um aumento no número de visitas às flores de maracujá em até 505%, nos horários de maior frequência. Um dado apresentado por esses autores, que comprova a eficiência da polinização biótica, é que 25% das flores de maracujá deram origem a frutos quando não receberam nenhum tratamento experimental. Já ao receber uma visita de *Xylocopa*, 68% das flores deram origem a frutos (Freitas & Oliveira-Filho, 2003).

Sustentabilidade ambiental no meio rural e serviços ambientais

Práticas de uso da terra, como a agrofloresta, ao fazer parte de uma paisagem multifuncional, têm um importante papel em conservar e até mesmo aumentar a biodiversidade em áreas agrícolas em regiões tropicais e temperadas (Jose, 2012).

O uso adequado das terras é o primeiro passo para preservação e conservação dos recursos naturais e para a sustentabilidade da agricultura; ele deve, portanto, ser planejado de acordo com sua aptidão, capacidade de sustentação e produtividade econômica, de tal forma que o potencial de uso dos recursos naturais seja otimizado, ao mesmo tempo em que sua disponibilidade seja garantida para as gerações futuras (Silva *et al.*, 2011).

Sistemas de produção agrícola baseados nos princípios agroecológicos promovem uma alta diversidade (genética, taxonômica, estrutural, de recursos) dentro do sistema de culturas, que conduz à alta diversidade da biota associada. Esse aumento de biodiversidade conduz à polinização e ao controle de pragas mais efetivos, a uma ciclagem de nutrientes mais adequada, minimiza riscos e estabiliza a produtividade (Altieri & Nicholls, 2003). Os Sistemas Agroflorestais (SAF) fazem parte das diretrizes centrais de desenvolvimento rural sustentável, pois podem ser implantados em áreas alteradas por atividades agrícolas malsucedidas, contribuindo para a redução do desmatamento de novas áreas de floresta (Sociedade Brasileira de Sistemas

Agroflorestais, 2009). Os SAF podem auxiliar na conservação dos solos, das microbacias e áreas florestais. A produção agroflorestal é intrinsecamente conservacionista e gera um impacto positivo nas características funcionais do ecossistema a partir dos serviços ecossistêmicos prestados.

Bardhan *et al.* (2012) concluíram que quintais agroflorestais em Bangladesh são ferramentas importantes para a conservação da diversidade de espécies de árvores, particularmente em paisagens onde a mata nativa é muito fragmentada e representa apenas uma pequena fração da área total. A criação e a manutenção dos quintais agroflorestais podem ser parte das estratégias de conservação da biodiversidade (Bardhan *et al.*, 2012).

É importante ressaltar que a produção em SAF, apesar de reduzir os impactos das queimadas, dos agrotóxicos e do desmatamento, não é uma solução integral para a proteção da biodiversidade, para a redução nas emissões de gases causadores de efeito estufa, para a regulação do clima, para a manutenção do ciclo hidrológico e para a proteção do solo. Em escala regional, é necessário um sistema integrado de reservas florestais, tanto públicas (parques e reservas biológicas) como particulares (APP, RL e Reservas Particulares do Patrimônio Natural - RPPN), para assegurar a manutenção dos ecossistemas no longo prazo.

Segundo Tim Benton, em entrevista à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp):

é preciso atingir um equilíbrio entre o uso da terra para produção e o uso para a conservação da biodiversidade. Paisagens diferentes têm vocações para diferentes esquemas agroambientais. A agricultura sustentável precisa ser gerenciada de forma sistêmica, na escala da paisagem, não apenas com foco isolado nas fazendas, nem só em escala nacional (Fapesp, 2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas últimas décadas, cresceu a percepção da interconexão entre esses vários níveis de diversidade

biológica, o que torna o desafio da proteção da biodiversidade ainda maior e mais complexo. Essa situação foi reconhecida pela CDB, sobretudo ao se considerar o papel essencial da biodiversidade na manutenção de serviços ambientais. O protocolo de Nagoya traz ferramentas para a efetivação dos objetivos da CDB, mas falta agora um maior compromisso dos países para combater a crise de perda de biodiversidade.

O reconhecimento das estreitas relações entre a composição da flora e da fauna e também do fato de que a diversidade biológica tem distribuição espacial muito heterogênea traz consigo um alerta sobre os riscos potenciais de reduções do conjunto da vegetação nativa presente nas APP e RL, resultado das alterações no código florestal. Com isso, a efetivação dos compromissos do Brasil, como país que ratificou a CDB, fica seriamente comprometida.

A conservação e o uso sustentável da biodiversidade para alimentação e agricultura têm um crítico papel contra a fome, pela promessa de sustentabilidade ambiental, com aumento na produção de alimentos (Food and Agriculture Organization, 2011a). Nesse sentido, é um problema real a redução nas populações de polinizadores e a consequente perda da qualidade nos serviços de polinização, o que acarreta uma redução na produção de diversas culturas, como o café e o maracujá-amarelo. A proteção da biodiversidade na paisagem, a partir de um manejo que permita a manutenção de um mosaico com áreas naturais e agroecossistemas, permite a manutenção de serviços adequados de polinização.

As ações empreitadas pela ONU, incluindo a CDB, no pós Rio92, reúnem um grande número de esforços para conter a perda de biodiversidade e de serviços ambientais, e, de forma geral, minimizar os impactos humanos sobre o planeta. Com isso, espera-se assegurar a manutenção da qualidade de vida, inclusive com uma maior segurança alimentar.

REFERÊNCIAS

- Aizen, M.A.; Garibaldi, L.A.; Cunningham, S.A. & Klein, A.M. (2008). Long-term global trends in crop yield and production reveal no current pollination shortage but increasing pollinator dependency. *Current Biology*, 18(20):1572-5.
- Altieri, M.A. & Nicholls, C.I. (2003). Agroecologia: resgatando a agricultura orgânica a partir de um modelo industrial de produção e distribuição. *Ciência & Ambiente*, 14(27):141-52.
- Badilla, F. & Ramírez, B. (1991). Polinización de café por *Apis mellifera* L. y otros insectos en Costa Rica. *Turrialba*, 41(3):285-8.
- Bardhan, S.; Jose, S.; Biswas, S.; Kabir, K. & Rogers, W. (2012). Homegarden agroforestry systems: An intermediary for biodiversity conservation in Bangladesh. *Agroforest Systems*, 85(1):29-34.
- Bawa, K.S. (1990). Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 21:399-422.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. (2000). *A Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Bruckner, C.H.; Casali, V.W.D. & Moraes, C.F. (1995). Self-incompatibility in Passion Fruit (*Passiflora edulis* Sims). *Acta Horticulturae*, 370(7):45-58.
- Buchmann, S.L. & Nablan, G.P. (1996). *The forgotten pollinators*. Washington: Island Press.
- Carvalho, L.G.; Veldtman, R.; Skenkute, A.G.; Tesfay, G.B.; Pirk, C.W.W. Donaldson, J.S., et al. (2011). Natural and within-farmland biodiversity enhances crop productivity. *Ecology Letters*, 14(3):251-9.
- Committee on the Status of Pollinators in North America, National Research Council. (2007). *Status on the Pollinators in North America*. Washington: The National Academy of Sciences Press.
- Daily, G. C. (1997). *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems*. Washington: Island Press.
- De Marco JR., P. & Coelho, F.M. (2004). Services performed by the ecosystem: Forest remnants influence agricultural cultures' pollination and production. *Biodiversity and Conservation*, 13(7):1245-55.
- Del Sarto, M.C.L.; Peruquetti, R.C. & Campos, L.A.O. (2005). Evaluation of the Neotropical stingless Bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. *Journal of Economic Entomology*, 98(2):260-6.
- Foley, J. A.; Ramankutty, N.; Brauman, K. A.; Cassidy, E. S.; Gerber, J. S.; Johnston, M., et al. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478:337-42.
- Food and Agriculture Organization. (2011a). *Biodiversity for a world without hunger*. Available <<http://www.fao.org/biodiversity/en/>>. (cited: 5 Nov. 2012).
- Food and Agriculture Organization. (2011b). FAOSTAT. Available <<http://faostat.fao.org/>>. (cited: 5 Oct. 2012).

- Free, J.B. (1993). *Insect pollination of crops*. 2nd ed. London: Academic Press.
- Freitas, B.M. & Oliveira-Filho, J.H. (2003). Nichos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). *Ciência Rural*, 33(6):1135-9.
- Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo. (2012). Sustentabilidade agrícola requer abordagem sistêmica. São Paulo: Fapesp. Disponível em: <<http://agencia.fapesp.br/15743>>. (acesso: 5 jun. 2012).
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2004). *Vocabulário básico de recursos naturais e meio ambiente*. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2012). Sidra: Sistema IBGE de Recuperação Automática. *Produção Agrícola Municipal*. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. (acesso: 5 out. 2012).
- Imperatriz-Fonseca, V.L. & Nunes-Silva, P. (2010). As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. *Biota Neotropical*, 10(4):59-62.
- Janzen, D.H. (1974). The deflowering of Central America. *Natural History*, 83(1):49-53.
- Jordano, P.; Galetti, M.; Pizo, M.A. & Silva, W.R. (2006). Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. In: Rocha, C.F.D.; Bergallo, H.G.; Alves, M.A.S. & Sluys, M.V. *Biologia da conservação: essências*. São Carlos: Rima.
- Joly, C.A.; Berlinck, R.G.S.; Bolzani, V.S.; Haddad, C.F.B.; Oliveira, M.C.; Van Sluys, M. A., et al. (2012). Main conclusions of the joint Fapesp Programs BIOTA-BIOEN-Climate Change Workshop: Science and Policy for a Greener Economy in the context of RIO+20. *Biota Neotropical*, 12(2):19-21.
- Jose, S. (2012). Agroforestry for conserving and enhancing biodiversity. *Agroforest Systems*, 85(1):1-8.
- Karanja, R.H.N.; Njoroge, G.N.; Gikungu, M.W. & Newton, L.E. (2010). Bee interactions with wild flora around organic and conventional coffee farms in Kiambu district, central Kenya. *Journal of Pollination Ecology*, 2(2):7-12.
- Kearns, C.; Inouye, D. & Waser, N. (1998). Endangered mutualisms: The conservation of plant-pollinator interactions. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 29:83-112.
- Klein, A.; Vaissière, B.E.; Cane, J.H.; Steffan-Dewenter, I.; Cunningham, S.A.; Kremen, C., et al. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1608):303-13.
- Klein, A.M.; Steffan-Dewenter, I. & Tscharntke, T. (2003). Bee pollination and fruit set of *Coffea arabica* and *C. canphora* (Rubiaceae). *American Journal of Botany*, 90(1):153-7.
- Lamim-Guedes, V. (2012). Colher o fruto sem plantar a árvore. *Ciência Hoje*, 292:60-1.
- Marques, F. (2012). Entrevista - Bráulio Ferreira de Souza Dias: a voz dos megadiversos. *Pesquisa Fapesp*, 198:26-31.
- Martinelli, L.A.; Joly, C.; Nobre, C.A. & Sparovek, G. (2010). A falsa dicotomia entre a preservação da vegetação natural e a produção agropecuária. *Biota Neotropica*, 10(4):323-30.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Washington: Island Press.
- Nabhan, G.P. & Buchmann, S.L. (1997). Services provided by pollinators. In: Daily, G.C. *Nature's Services: Societal dependence on natural ecosystems*. Washington: Island Press.
- Ricketts, T.H.; Daily, G.C.; Ehrlich, P.R. & Michener, C.D. (2004). Economic value of tropical forest to coffee production. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(34):12579-82.
- Roubik, D.W. (2002). The value of bees to the coffee harvest. *Nature*, 417:708.
- Ruggiero, C.S. (2006). Situação da cultura do maracujazeiro no Brasil. *Informe Agropecuário*, 21(206):5-9.
- Sazima, I. & Sazima, M. (1989). Mamangavas e irapuás (Hymenoptera, Apoidea): visitas, interações e consequências para polinização do maracujá (Passifloraceae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 1(1):109-18.
- Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais. (2009). O que é sistema agroflorestal? Disponível em: <<http://www.sbsaf.org.br>>. (acesso: 5 out. 2012).
- Silva, J.A.A.; Nobre, A.D.; Manzatto, C.V.; Joly, C.A.; Rodrigues, R.R.; Skorupa, L.A., et al. (2011). *O código florestal e a ciência: contribuições para o debate*. São Paulo: SBPC.
- Siqueira, K.M.M.; Piedade-Kill, L.H.; Martins, C.F.; Lemos, I.B.; Monteiro, S.P. & Feitoza, E.A. (2009). Ecologia da polinização do maracujá-amarelo, na região do Vale do Submédio São Francisco. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31(1):1-12.
- The Economics of Ecosystems and Biodiversity. (2010). *TEEB for local and regional policy makers*. Malta: Progress Press.
- União Internacional para a Conservação da Natureza. (2011). *Biodiversidade brasileira: análise de situação e oportunidade*. Brasília: UICN.
- Viana, B.F.; Almeida, A.M.R.; Piovesan, J.C. & Silva, F.O. (2006). *Manual do produtor: maracujá-amarelo e seus polinizadores na região do Vale do Médio São Francisco*. Salvador: UFBA.
- Zucco, C.A.; Oliveira-Santos, L.G.R. & Fernandez, F.A.S. (2011). Protect Brazil's land to avert disasters. *Nature*, 470:335.

Recebido em 6/2/2013
 Versão final em: 27/6/2013
 Aprovado em: 19/8/2013

The influence of river flooding regime on food web and community structure of stream benthic invertebrates

A influência do regime de cheias sobre a estrutura de teias alimentares e da comunidade de invertebrados bentônicos

Ana Carolina de Deus Bueno Krawczyk¹

Francielle Matozo¹

Suelen Cristine de Morais Calado Tullio²

ABSTRACT

Benthic invertebrates are a key link between primary producers and higher trophic levels in aquatic systems. Feeding interactions between species in food webs may provide information about biodiversity and the organization of aquatic ecosystems in different seasonal periods. We evaluated the influence of seasonal variation on the structure of food webs in the *Rio Claro* Mallet, *Paraná*, Southern Brazil. Two samplings were performed in the dry (October and November 2010) and wet (December 2010 and February 2011) seasons in three sites along the river. We conducted food web modeling and also calculated measures of benthic community structure regarding seasonal periods. Our results suggest that the invertebrate community changes depending on flooding. However, particular trophic groups may be more resilient after disturbances.

Key words: Benthic macroinvertebrates. Food webs. Lotic ecosystems. Resilience.

RESUMO

Os invertebrados bentônicos representam um elo entre os produtores primários e os níveis tróficos superiores, que é constituído por intrínsecas relações

¹ Universidade Estadual do Paraná, Departamento de Ciências Biológicas. Campus FAFIUV, Praça Coronel Amazonas, s/n., 84600-000, União da Vitória, PR, Brasil. Correspondence to/Correspondência para: A.C.D.B. KRAWCZYK. E-mail: <bueno_acd@yahoo.com.br>.

² East Carolina University, Department of Biology, Interdisciplinary Doctoral Program in Biological Sciences. Greenville, North Carolina, United States.

alimentares nos sistemas aquáticos. A compreensão dessas interações entre as espécies nas teias tróficas é de extrema importância, pois as elas podem fornecer informações sobre a biodiversidade e a organização dos ecossistemas hídricos em diferentes períodos sazonais. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da escala temporal na estrutura das teias tróficas do Rio Claro (Mallet, Paraná, Brasil). Duas amostragens foram realizadas no período seco (outubro de 2010 e novembro de 2010) e no período chuvoso (dezembro de 2010 e Fevereiro de 2011) em três pontos amostrais ao longo do gradiente longitudinal do Rio Claro. A modelagem da teia trófica e os atributos da comunidade bentônica foram avaliados entre os períodos sazonais. Os resultados sugerem que o Rio Claro sofre alteração na fauna de invertebrados durante os períodos de cheia, entretanto particulares grupos tróficos podem demonstrar o mecanismo de resiliência quando sujeitos a perturbações.

Palavras-chave: Macroinvertebrados bentônicos. Teia trófica. Ecossistemas lóticos. Resiliência.

INTRODUCTION

Benthic invertebrate communities are a key element to understand the structure and function of freshwater ecosystems, since they are a link between insects, fish, and insectivorous birds in trophic chains. Furthermore, benthic invertebrates may favor the colonization of other organisms, since they reduce the particle size of allochthonous and autochthonous organic matter (Merrit & Cummins, 1996a, Carvalho & Uieda, 2004). Macroinvertebrates are widely distributed in aquatic systems. Their distribution is influenced by resource availability, morphometric, physical, and chemical conditions of the habitat (Abilio *et al.*, 2007). They are usually classified into four functional feeding groups depending on the mechanism of food acquisition Cummins (1992): (i) collectors, which feed on small particles of organic matter from the surface, water column, and sediment (Fine Particulate Organic Matter - FPOM); (ii) shredders, which encompass detritivore organisms feeding on Coarse Particulate Organic Matter (CPOM) (allochthonous material, such as leaves and woody detritus); (iii) scrapers, which feed on autochthonous detritus and periphyton by means of adapted mouthparts, and (iv) predators, those that feed on live prey or its corporal fluids.

Previous studies pointed out that this classification is advantageous for ecological assessments in lotic ecosystems. For example, by (i) minimizing the dualism of the niche concept, since

species may be classified according to both their function in communities and the environmental conditions that allow their coexistence, (ii) providing an approach independent of their taxonomic relationship, and (iii) allowing the realization of comparative studies in aquatic communities using the guild concept, since the assessment of all interactions among species is often not feasible (Root, 1967).

However, ecological studies also need to consider natural disturbances, such as flooding, which may alter aquatic trophic chains. The main water chemistry variables associated with those events are temperature and hydric flow, which influence the establishment, physiology, and behavior of organisms (Lampert & Sommer, 2007). Thus, changes on benthic communities associated with natural events along the river may be a result of physical and chemical alterations, including food availability in the water column or in the sediment (Vannote *et al.*, 1980). Therefore, we evaluated the influence of seasonal variations in aquatic food webs on a stretch of the *Rio Claro*, Mallet, *Paraná*, Southern Brazil.

MATERIAL AND METHODS

Study sites

This study was conducted in a stretch of the *Rio Claro*, Mallet, Southern *Paraná*, Southern Brazil (Figura 1) (Maack, 1981). The river rises in the *Serra*

da Esperança, which is covered by secondary forest. We sampled benthic invertebrates in three transects along the river: i) site 1 (PT1) (25° 55' 00.70" S, and 50° 52' 16.20" W; 808 a.s.l.) is upstream from the other sites, surrounded by crops and secondary forest, ii) site 2 (PT2) (25° 55' 28.62" S and 50° 51' 15.32" W; 801 a.s.l.), surrounded by urban area, and iii) site 3 (PT3) (25° 58' 02.53" S and 50° 49' 07.36" W; 806 a.s.l.), is downstream from the other sites, surrounded by preserved forest. The geographic distance between PT1 and PT2 is 5.21km, while the PT2 and PT3 is 11.24km distant from each other. Distance from PT1 to PT3 is about 15km.

Water chemistry

Water temperature was measured with a thermometer and discharge was calculated according to the floating methodology, based on current velocity and depth variables (Palhares *et al.*, 2007), both during the two sampling periods.

Sampling design

Macroinvertebrates were sampled from the substrate in rapids using a Surber sampler (250µm mesh; 900cm²). Samples were taken on the left, right, and center of the sampling site, with a minimum distance of 1m between samples, during the dry (October and November 2010) and wet season (December 2010 and February 2011). Samples were fixed with 80% ethanol in the field. Specimens were identified under a stereomicroscope and optical microscope to the family level and further separated into trophic species; except for chironomids, which were identified to the subfamily level (Trivinho-Strixino & Strixino, 1995; Merrit & Cummins, 1996a; 1996b; Costa *et al.*, 2004; Mugnai *et al.*, 2010).

Data analysis

Trophic species were classified into six functional feeding groups Merrit & Cummins (1996a; b): (i) biofilm of microorganisms; (ii) scrapers that are feed on algae and periphyton on the substrate;

(iii) shredders that feed on CPOM; (iv) filter-collectors that feed on FPOM suspended in the water column; (v) gather-collectors that feed on FPOM from the sediment; and (vi) predators, which feed on other macroinvertebrates. It is noteworthy that we assigned functional feeding groups to trophic species, not biological species.

Those feeding groups were used to represent food webs from the two sampling periods by using a binary matrix, in which the columns are food resources and rows are consumers. The matrix was built with the software Pajek®, version 1.28 (Batagelj & Mrvar, 1998).

The two food webs were compared using nine descriptors Calado (2011): proportion of basal species, proportion of intermediate species, proportion of top species, density of links, connectance, proportion of omnivorous, maximum length of the web, minimum length of web, and number of trophic compartments.



Figure 1. Study area in the Rio Claro, Paraná, Southern Brazil. PT1 = site 1 (25° 55' 00.70" S, and 50° 52' 16.20" W), PT2 = site 2 (25° 55' 28.62" S and 50° 51' 15.32" W), and PT3 = site 3 (25° 58' 02.53" S and 50° 49' 07.36" W), where PT1 and PT2 are upper reaches from and PT3 is a lower reach from in Rio Claro.

Fonte: Own authorship.

Descriptors of the macroinvertebrate community structure were calculated, namely: trophic species richness (S); Margalef's richness index (d), which is given by $S - 1/\ln N$, where N is the total number of organisms; Shannon-Wiener diversity index (H), which was calculated based on community biomass in relation to taxonomic richness; Pielou equitability (J'), and Dominance (Dm) (Begon *et al.*, 2007). An Analysis of Variance (Anova) was performed to test for differences in these indexes between the two sampling periods, as well as the variability among abiotic factors (Gotelli & Ellison, 2004). Data were tested for normality and homogeneity of variance using Shapiro-Wilk's test prior to analysis. Analyses were conducted in the software Past®, version 2.17 (Hammer *et al.*, 2007).

RESULTS

Water temperature varied from 18°C to 21°C throughout the sampling period, but this difference was not significant ($F=0.41$; $DF=5.97$; $p=0.67$). Discharge increased along sampling periods, varying from 1.44l/s to 5.01l/s in the dry season, while in the wet period it varied from 8.23l/s to 21.21l/s. Variation in discharge between sampling periods was not significant ($F=0.58$; $DF=5.73$; $p=0.59$).

We found 1,818 specimens from 27 taxa, belonging to six trophic groups. From this, 1,684 specimens were sampled in the dry season and 134 in the wet season. The most abundant taxa throughout the study were: Chironomidae (Insecta: Diptera) (68.4%), Simuliidae (Insecta: Diptera) (30.1%), Elmidae (Insecta: Coleoptera) (21.6%), and Hydropsychidae (Insecta: Trichoptera) (14.2%).

Filter-collector ($n=671$) was the most abundant trophic group in the dry season, due to the occurrence of Hydropsychidae (Insecta: Trichoptera) and Simuliidae (Insecta: Diptera). Collectors comprised 571 specimens, from Baetidae (Insecta: Ephemeroptera), Chironominae (Insecta: Diptera: Chironomidae), Hydrophilidae (Insecta: Coleoptera), Leptophlebiidae (Insecta: Ephemeroptera), and

Orthocladiinae (Insecta: Diptera: Chironominae) during the dry season. Collectors ($n=67$) were the most abundant trophic group during the wet season, which was represented by Baetidae, Chironominae, Hydrophilidae, Leptophlebiidae, and Orthocladiinae. Elmidae ($n=22$) was the only gather-collector found in the wet season (Figure 2). The occurrence of others trophic groups also varied between seasons (Table 1).

There was no significant difference in the descriptors of community structure between seasons ($F=0.10$; $DF=11.06$; $p=0.99$). PT1 was the most diverse site in the dry season (Table 2), although there was no significant difference among descriptors of community structure for sites in this period ($F=0.04$; $DF=5.85$; $p=0.96$). PT3 was the most diverse and equitable site in the wet season, while PT2 was the less diverse (Table 2). There was no difference among sampling sites in the wet season ($F=0.09$; $DF=5.62$; $p=0.91$).

The food web from the dry season had higher trophic species richness (dry season=1.679; wet season=1.32), which contributed to its higher number of links among individuals (dry season=7.126; wet season=2.116) (Figure 3A and Figure 3B). Such result may be explained by the increased discharge due to high precipitation in the wet season. This favors the carrying of organisms and reduces their establishment.

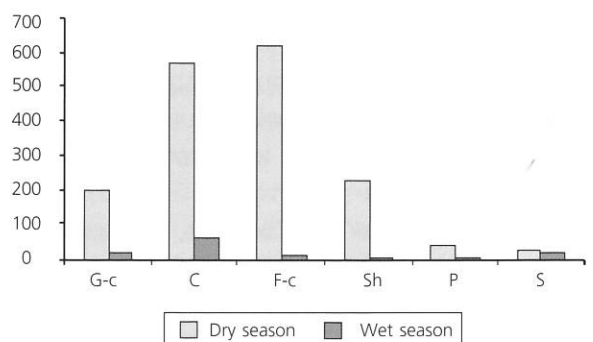


Figure 2. The most abundant trophic groups during the dry (October/2010 and November/2010) and wet (December/2010 and February/2011) seasons in the *Rio Claro*, Paraná, Southern Brazil.

Note: G-c: Gather-collector, C: Collector, F-c: Filter-collector; Sh: Shredder; P: Predator; S: Scrapper.

Connectance and density of links in the dry season (0.002 and 5.955 respectively) were lower than in the wet season (0.122 and 16.030 respectively). Thus, the season with higher density of links was not the same with higher trophic species richness. Conversely, the number of trophic levels, maximum and minimum lengths of the web were the same for the two sampling periods.

DISCUSSION

Our results showed the influence of seasonality on the community and food web structures of aquatic macroinvertebrates. For example, a higher abundance of macroinvertebrates was found in the dry season, which may be related to lower water volume, providing resources and opportunities for colonization of individuals along the river. Conversely, the increased water volume and current velocity in

the wet season may have detached organisms from the substrate.

The occurrence of specific trophic species in both sampling periods was a key component of the interaction dynamics of the food web. This can be explained by the fact that some macroinvertebrates show particular adaptations to resist environmental fluctuations (Vannote *et al.*, 1980). This factor could have been relevant in both seasonal periods in our study, since food webs had similar number of trophic levels and length, which can be the result of the plasticity to natural disturbances of organisms.

Despite the apparent high tolerance to disturbances, some food web descriptors differed between seasons. For example, trophic species richness was lower, but connectance was higher during the wet season. Thus, the wet season food web was unstable, since if one organism gone extinct, that can drive the exclusion of other individuals dependent on this interaction (Motta & Uieda, 2005;

Table 1. Total abundance of trophic groups in three sampling sites during the dry and wet seasons in the *Rio Claro, Paraná, Southern Brazil*.

Trophic groups	Dry season				Wet season			
	PT1	PT2	PT3	Total	PT1	PT2	PT3	Total
Gather-collectors	32	133	34	199	2	4	16	22
Collectors	74	398	99	571	26	17	24	67
Filter-collectors	28	285	304	617	6	2	2	10
Shredders	27	158	41	226	1	1	5	7
Predators	5	30	2	37	2	4	2	8
Scrapers	1	3	25	29	3	1	14	18

Note: (Dry season: October/2010 and November/2010; Wet season: December/2010 and February/2011).

Table 2. Macroinvertebrate community diversity metrics in the three sampling sites during the dry and wet seasons in the *Rio Claro, Paraná, Southern Brazil*.

Community's attributes	Dry season			Wet season		
	PT1	PT2	PT3	PT1	PT2	PT3
S	20	19	12	11	9	13
Dm	0.16	0.17	0.19	0.32	0.31	0.18
H	2.23	2.03	1.73	1.66	1.58	1.98
J'	0.74	0.69	0.69	0.69	0.72	0.77
d	3.70	2.60	1.76	2.71	2.37	2.87

Note: S: Species richness; Dm: Dominance; H: Shannon-Wiener diversity; J': Pielou equitability; d: Margalef's richness index. Dry season: October/2010 and November/2010; Wet season: December/2010 and February/2011.

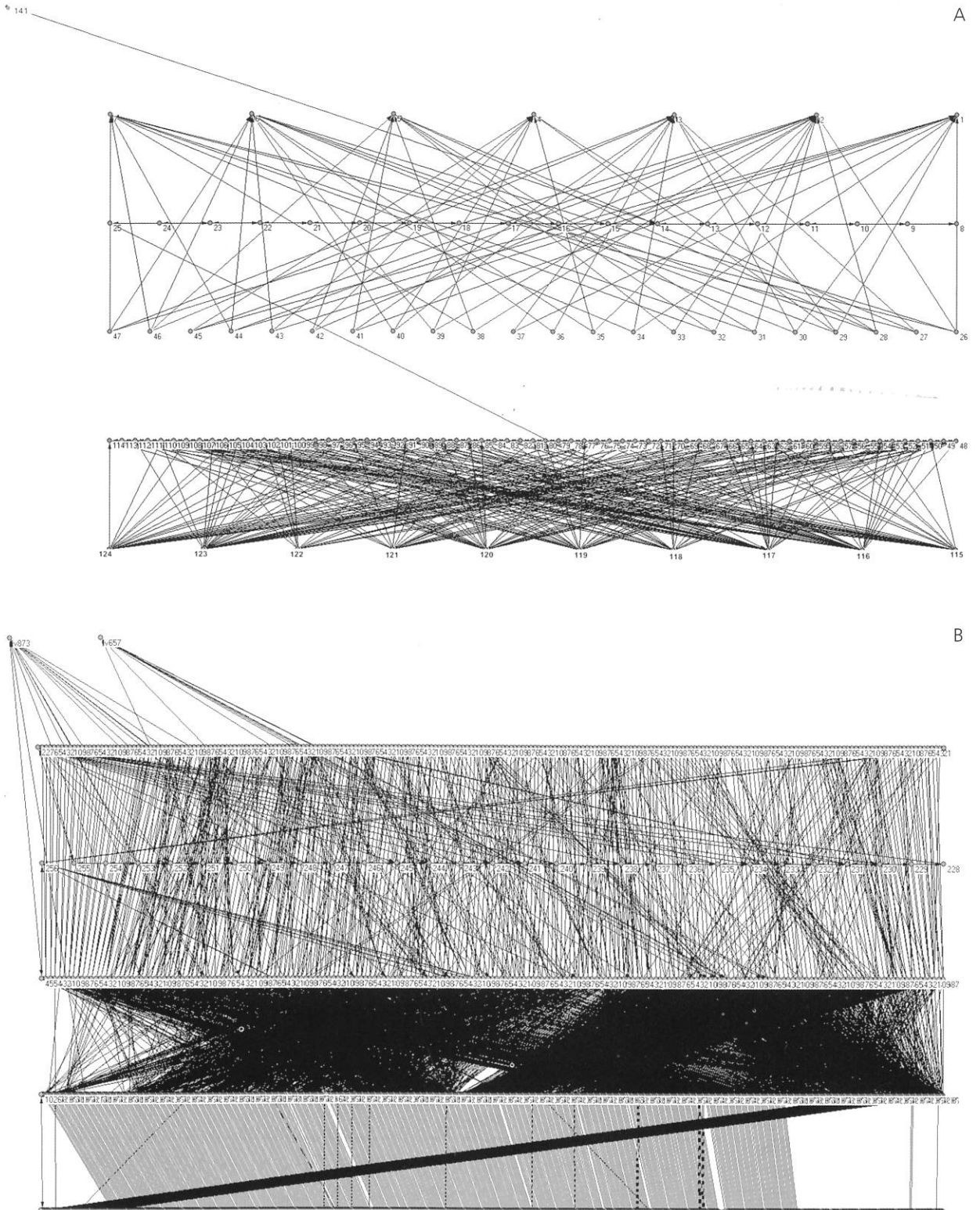


Figure 3. Food webs for both dry (a) and wet (b) seasons in Rio Claro, Paraná, Brazil (Dry season: October/2010 and November/2010; Wet season: December/2010 and February/2011). Source: Own authorship.

Rezende *et al.*, 2008). Therefore, higher connectance can be associated with lower complexity in food webs as a result of low trophic species richness.

The difference between seasonal periods in composition of trophic groups may also be related to two factors: i) the structure of aquatic communities is a result of biotic interactions, which is associated with environmental variations in spatial and temporal scales (Uieda & Motta, 2007), and ii) the community may be comprised of opportunistic species, which may survive and increase their populations when conditions are favorable between catastrophic floods and droughts. The River Continuum Concept also corroborates this idea, showing that communities can be placed between those two extremes involving deterministic and stochastic processes.

Although the occurrence of many organisms can be reduced during the wet season, it may also facilitate the exchange of nutrients to floodplains, and consequently increase their biomass (Junk *et al.*, 1989). Those mechanisms could compensate the deficit of habitat and stable conditions available for organismal establishment caused by natural disturbance during wet periods (Junk *et al.*, 1989; Effenberger *et al.*, 2008). Therefore, we suggest that some relevant properties of the food web of the *Rio Claro* are resilient to flooding events, since conditions and resources are likely to be provided to the establishment of biota during the increase of the hydric flow.

In conclusion, studies have pointed out that the biological integrity of aquatic systems is related to functional redundancy and environmental factors, such as magnitude and intensity of disturbances (Silva-Filho, 2004).

REFERENCES

- Abílio, F.; Ruffo, T.; Souza, A.; Florentino, H.; Oliveira Júnior, E. Meireles, B., *et al.* (2007). Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos da caatinga. *Oecologia Brasiliensis*, 11(3):397-409.
- Batagelj, V. & Mrvar, A. (1998). Pajek: Program for large network analysis. *Connections*, 21(2):47-57.
- Begon, M., Townsend, C.R. & Harper, J.L. (2007). *Ecologia de indivíduos a ecossistemas*. Porto Alegre: Artmed.
- Calado, S.C.M. (2011). *Teia trófica dos macroinvertebrados em dois trechos do rio Sambaqui, Morretes - PR*. Dissertação em Ecologia e Conservação. Universidade Federal do Paraná.
- Carvalho, E.M. & Uieda, V.S. (2004). Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho da serra de Itatinga, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(2):287-93.
- Costa, J.M.; De Souza, L.O.I. & Oldrini, B.B. (2004). Chave para identificação das famílias e gêneros das larvas conhecidas de odonata do Brasil: comentários e registros bibliográficos (Insecta, Odonata). *Publicações Avulsas do Museu Nacional*, 99:1-44.
- Cummins, K.W. (1992). Invertebrates. In: Calow, P. & Petts, G.E. *The rivers handbook: Hydrological and ecological principles*. Oxford: Blackwell Science. v.2.
- Effenberger, M.; Engel, J.; Diehl, S. & Matthaei, C.D. (2008). Disturbance history influences the distribution of stream invertebrates by altering microhabitat parameters: A field experiment. *Freshwater Biology*, 53(5):996-1011.
- Gotelli, N.J. & Ellison, A.M. (2004). *A primer of ecological statistics*. Massachusetts: Sinauer Associates.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. Ryan, P.D. (2007). PAST: Palaeontological Statistics: Software package for education and data analysis. *Palaentologia Electronica*, 4(1):1-9.
- Junk, W.J.; Bayley, P.B. & Sparks, R.E. (1989). The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian Journal of Fishers and Aquatic*, 106:110-27.
- Lampert, W. & Sommer, U. (2007). *Limnoecology: The ecology of lakes and streams*. New York: Oxford University Press.
- Maack, R. (1981). *Geografia física do estado do Paraná*. Curitiba: Gravatex.
- Merrit, R.W. & Cummins, K.W. (1996a). Trophic relations of macroinvertebrates. In: Hauer, F.R. & Lamberti, G.A. *Methods in stream ecology*. San Diego: Academic Press.
- Merrit, R.W. & Cummins, K.W. (1996b). *An introduction to the aquatic insects of North America*. 3rd ed. Dubuque: Company. Kendall/Hunt Publishing.
- Motta, R.L. & Uieda, V.S. (2005). Food web structure in a tropical stream ecosystem. *Austral Ecology*, 30(1):58-73.
- Mugnai, R.; Nessimian, J.L. & Baptista, D.F. (2010). *Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Technical Books.
- Palhares, J. C.; Ramos, C.; Klein, J. B.; Lima, J. M.; Muller, S. & Cestonaro, T. (2007). *Medição da vazão em rios pelo*

método do flutuador. Embrapa: Concórdia. (Comunicado Técnico, nº 455).

Rezende, C.F.; Caramaschi, E.M.P. & Mazzoni, R. (2008). Fluxo de energia em comunidades aquáticas, ênfase em ecossistemas lóticos. *Oecologia Brasiliensis*, 12(4): 626-39.

Root, R.B. (1967). The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecological Monographs*, 37(4):317-50.

Silva-Filho, M.I. (2004). *Perturbação hidrológica, estabilidade e diversidade de macroinvertebrados em uma zona úmida (lagoas intermitentes) do semi-árido brasileiro*. São Carlos, SP. Tese em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos.

Trivinho-Strixino, S. & Strixino, G. (1995). *Larvas de Chironomidae (Diptera) do estado de São Paulo: guia de identificação e diagnose dos gêneros*. São Carlos: Editora da Universidade de São Carlos.

Uieda, V.S. & Motta, R.L. (2007). Trophic organization and food web structure of southeastern Brazilian streams: A review. *Acta Limnologica Brasiliensis*, 19(1):15-30.

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(1):130-7.

Received on: 1/4/2013

Final version on: 9/9/2013

Approved on: 2/10/2013

Dominance of the Eared Dove (*Zenaida auriculata*) in a columbid assemblage in Northern *Paraná*, Southern Brazil

Dominância da pomba-de-bando (Zenaida auriculata) em uma comunidade de columbídeos no Norte do Paraná, Sul do Brasil

Priscila Montes Fontoura¹

ABSTRACT

I analyzed the density, abundance, and habitat use by columbids in an urban area in Northern *Paraná*, Brazil, from October 2011 to February 2012, using distance sampling along line transects. I found seven columbid species, including *Leptotila rufaxilla* and *L. verreauxi*. These two species are known to inhabit forest environments and had rarely been recorded before in urban areas. *Columbina talpacoti*, *C. picui*, *Columba livia*, and *Patagioenas picazuro* were common, whereas *Zenaida auriculata* had high population density. The abundance of *Z. auriculata* increased, whereas that of other species decreased constantly along the study period. This result was confirmed by the dominance index, which indicated that *Z. auriculata* tends to be the dominant species in this urban area.

Key words: Bird. Density. Distance sampling. Urban area.

RESUMO

Estudou-se a família Columbidae no Norte do Paraná, com a finalidade de explorar os dados de densidade e de abundância e o tipo de contato apresentado por essas espécies em ambiente urbano. Este estudo foi conduzido no período de outubro de 2011 a fevereiro de 2012 e incluiu amostragem por distância em transecções lineares. Os resultados registraram sete espécies de columbídeos na

¹ Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. Caixa Postal 6001, 86051-970, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: <primontes@yahoo.com.br>.

cidade de Apucarana, incluindo registros de Leptotila rufaxilla e Leptotila verreauxi, embora essas espécies, relacionadas a ambientes florestais, raramente tenham sido observadas. Columbina talpacoti, Columbina picui, Columba livia e Patagioenas picazuro foram consideradas espécies comuns, mas Zenaida auriculata apresentou uma elevada densidade populacional na região de estudo. Isso foi ratificado pela alta abundância de uma espécie estudada (Z. auriculata) e o decréscimo rápido registrado para as outras espécies. Além disso, o Índice de Dominância indicou que, na comunidade de Columbidae da área urbana em questão, um único táxon tende a dominar, Z. auriculata.

Palavras-chave: Aves. Densidade. Amostragem por distância. Área urbana.

INTRODUCTION

The growth of human population and the conversion of natural environments into urban areas have threatened birds worldwide. Some authors consider that urbanization can negatively affect bird richness locally, although some species might be able to adapt and even benefit from human presence (Leveau & Leveau, 2005; Chace & Walsh, 2006). Previous studies also showed a decrease in native bird species richness and an increase of nonnative species richness toward urban centers (McKinney, 2002). As a result, other studies have suggested that urbanization causes homogenization of bird communities in urban areas (Jokimäki *et al.*, 1996; Clergeau *et al.*, 2001), promoting the dominance of a few species (Bezzel, 1985; Clergeau *et al.*, 2001).

Birds recognize their environment by using characteristics of the vegetation or of the habitat in general (Hildén, 1965; Jokimäki & Suhonen, 1998). This should contribute to the permanence of some birds along urban gradients. Particularly, the presence of columbids in urban areas has been notable in many cities in Brazil.

The Columbidae family includes pigeons and doves, with 309 species distributed worldwide, except for the Arctic and Antarctic (Baptista *et al.*, 1997). Brazil is home of 23 species, some of which inhabit forests, but most live in grassy areas (Sick, 1997). Columbids are one of the most successful families of birds in the world, occupying a wide range of habitats, from forests to open areas. Furthermore, some doves may benefit considerably from human presence, and have increased both in range and in density.

Birds are useful models to understand how urbanization affects biodiversity (White *et al.*, 2005), and columbids may persist in áreas modified by human actions. Therefore, I studied how urbanization affected the density, abundance, and habitat use of columbids in the urban environment in *Apucarana*, Northern *Paraná*, Southern Brazil.

METHODS

Study area

This study was conducted in *Apucarana*, Northern *Paraná*, Southern Brazil (51°27'39" W; 23°33'03" S; 860m a.s.l.) from October 2011 to February 2012. The city was founded in 1944 and the original vegetation was composed of semi-deciduous seasonal forest, which was devastated by logging and agricultural expansion. Currently, the city has a population of about 122,000 people (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2011) distributed in an area of 558km² (IBGE, 2002). The climate is mesothermal humid, with mean annual temperature of 20.6°C, varying between 23°C in the summer and 17°C in the winter. Average rainfall in July and August (winter) is 65.5mm, and from October to March (spring and summer), the average is greater than 140mm (Graça *et al.*, 2011).

Bird sampling methods

Four 1-Km transects were established in streets with trees and little vehicle, traffic to reduce noise that could hinder bird sampling. Two transects were

in downtown and two in the southern part of the city. Transects were 300m apart from each other in each part of the city.

Samplings began 30 minutes after sunrise, walking along two transects for approximately 1 hour each day, with 10 sampling points per transect. A total of 40 hours of observation were conducted throughout 20 days. Each transect was walked twice a month. The starting point of the transect route was inverted on half the sampling days, to avoid the influence of daytime.

Transect walks were conducted with a constant speed and slow steps, so that all records, whether visual or aural, were noted (Bibby *et al.*, 1992). Furthermore, the observer measured the perpendicular distance to birds in relation to the transect. The radius of observation was 50m, to avoid urban construction obstructions. Distances were estimated from the point of first record and constrained to a single count for each individual. In addition, the observer recorded the type of record for each individual (visual, aural, or both). Nomenclature followed the *Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos* (2011).

Data analysis

The Density (D), Number (N) of individuals, and Probability (P) of detection of each species were based on a detection function $g(x)$ estimated from perpendicular distance, using Distance, version 6.0, release 2 (Thomas *et al.*, 2009). Models were entered in a model selection procedure, with the best model having the minimum Akaike's Information Criterion (AIC). All birds were detected (data filter AIC value $g(0)=1$) in the standard distance sampling to provide reliable estimates of density. Data were modeled in key function half-normal, followed by cosine parameter adjustments. At least 5% of the distances were truncated to facilitate modeling by reducing density bias or improving precision (Buckland *et al.*, 1993). These analyses considered only species with 40 or more records (Burnham *et al.*, 1980).

A species abundance distribution model was built, with Log-transformed species abundance. Then,

a geometric model was adjusted with a simple linear regression. The geometric model is derived from the formula $n_i = n_1 k^{i-1}$, where n_i is the count of the i most abundant taxon, n_1 is the next most abundant taxon, and k is a constant. Dominance was addressed using the dominance (D) index and the Simpson (1-D) evenness indices.

In addition, the Kruskal-Wallis test, with a Mann-Whitney *U post-hoc* test was used to compare the medians and determine whether there were differences between the types of record for each species.

RESULTS

I found seven columbid species in the study area. The average population D was 1,253ind/km² for *Zenaida auriculata* (Des Murs, 1847), while the densities of other species ranged from 20ind/km² to 36ind/km² (Table 1). The abundance (N) was estimated as 125 individuals for *Z. auriculata*. The estimated number of individuals for *Columbina talpacoti* (Temminck, 1811), *Columba livia* Gmelin, 1789, *Columbina picui* (Temminck, 1813), and *Patagioenas picazuro* (Temminck, 1813) were between 2 and 4. The Probability (P) of detection ranged from 41% to 52%, with higher values for *C. livia* (52%), *P. picazuro* (52%), and *C. picui* (50%).

I could only determine the monthly population density for *Z. auriculata*, due to the minimum number of records required, which varied from 887ind/km² in October to 1725ind/km² in February (Table 2). The probability of detection varied from 39% in January to 53% in December.

The dominance index was 0.796 and the Simpson index was 0.204 ($n=7$). The species abundance distribution model (Figure 1) indicated that the most abundant species was *Z. auriculata* and the least abundant was as *Leptotila rufaxilla* (Richard & Bernard, 1792).

There were differences between types of records for *C. talpacoti* (KW=8.76; DF=8; $p=0.014$), *C. livia* (KW=13.29; DF=8; $p=0.009$), *Z. auriculata*

Table 1. Density, Abundance, and Probability of detection estimated for columbids in Northern Paraná, Brazil, 2011-2012. Data were averaged from five months of distance sampling.

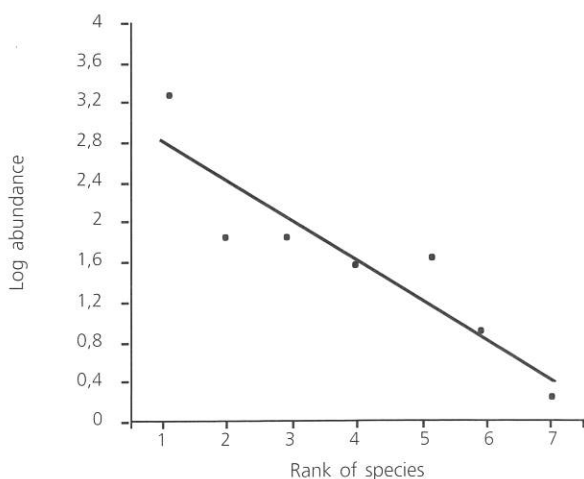
Species	D (ind/km ²)	D CV*	N	p	P CV**
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1811) Ruddy Ground Dove	36	0.15	4	0.41	0.05
<i>Columbina picui</i> (Temminck, 1813) Picui Ground Dove	20	0.1	2	0.5	0.1
<i>Columba livia</i> Gmelin, 1789 Rock Dove	31	0.16	3	0.52	0.16
<i>Patagioenas picazuro</i> (Temminck, 1813) Picazuro Pigeon	25	0.19	2	0.52	0.19
<i>Zenaida auriculata</i> (Des Murs, 1847) Eared Dove	1,253	0.04	125	0.42	0.04

Note: *D CV indicates Coefficients of Variation of Density. **P CV indicates Coefficient of variation of Probability of Detection. D: Density; N: Number; P: Probability.

Table 2. Monthly Density and Probability of detection for *Zenaida auriculata* in Northern Paraná, Brazil, 2011-2012.

Months	D (ind/km ²)	D CV*	p	P CV**
October	887	0.06	0.40	0.06
November	1045	0.07	0.43	0.07
December	1202	0.05	0.53	0.04
January	1646	0.05	0.39	0.05
February	1725	0.07	0.41	0.07

Note: *D CV indicates Coefficients of Variation of Density. **P CV indicates Coefficient of Variation of Probability of detection. D: Density; P: Probability.

**Figure 1.** Species abundance distribution of columbid species in Apucarana (PR), Brazil, from October 2011 to February 2012.

Note: The slope of the line follows the abundance and number of species plotted, according to a descending sequence from the most abundant *Zenaida auriculata* to the least abundant species *Leptotila rufaxilla*. The geometric model ($k=0.583$, $p<0.001$).

($KW=12.52$; $DF=8$; $p=0.002$), and *Leptotila verreauxi* Bonaparte, 1855 ($KW=9.91$; $DF=8$; $p=0.049$). *C. talpacoti* was more likely to be recorded by visual ($MW=2$; $DF=8$; $p=0.032$) or both ($MW=0$; $DF=8$; $p=0.008$) than aural alone. The same was observed for *C. livia*, with higher likelihood of being recorded by aural record ($MW=0$; $DF=8$; $p=0.008$), or both ($MW=0$; $DF=8$; $p=0.008$), and for *Z. auriculata* (aural record: $MW=0$; $DF=8$; $p=0.008$; and both: $MW=0$; $DF=8$; $p=0.008$). *L. verreauxi* was more likely to be recorded by aural record or both ($MW=2.5$; $DF=8$; $p=0.048$) than visually ($MW=2.5$; $DF=8$; $p=0.048$). The type of record did not differ for other species, such as *C. picui* ($KW=3.91$; $DF=8$; $p=0.149$), *P. picazuro* ($KW=103$; $DF=8$; $p=0.605$), and *L. rufaxilla* ($KW=4.31$; $DF=8$; $p=0.472$).

DISCUSSION

Zenaida auriculata was the dominant species in the columbid assemblages. Some species well adapted to urban ecosystems were common, but few records were obtained for *L. verreauxi* and *L. rufaxilla*, which are forest dwelling species.

The density and abundance of *Z. auriculata* were significantly higher than for other columbids (Table 1). High populations of this species have already been observed in Argentina, Colombia, Uruguay, Bolivia, and Southeast Brazil (Bucher &

Ranvaud, 2006). The factors that contribute to the increased population of *Z. auriculata* are the availability of seeds, areas for colonial breeding and water.

Columbina picui was common and occurred throughout all study period. This species also seems to be common year round in another city Londrina (PR) (Westcott *et al.*, 2002). *Patagioenas picazuro* was common too. This species inhabits gallery forest and Caatinga, but its range has expanded due to deforestation (Sick, 1997) and has also occupied urban areas (Baptista *et al.* 1997). The non-native *C. livia* was commonly found in the crevices of residential roofs along transects. This can be explained by the fact that this species is the ancestor of feral pigeons. Feral pigeons were domesticated in the past and then returned to a wild state, in which they frequently use slits of rock faces for nesting (Baptista *et al.* 1997). *C. talpacoti* seems to adapt easily to live in the city (Sick, 1997). Although it is a native species of open areas, it is the most abundant bird in large cities, such as *Rio de Janeiro*.

Members of the genus *Leptotila* have been recorded in urban areas. *Leptotila verreauxi* and *L. rufaxilla* were only observed in one transect near a small forest fragment. These species are typically found in forests and forest edges (Baptista *et al.* 1997), which might explain why they were only noted in this area. A previous study (Lopes & Anjos, 2006) found 10 columbid species during 1 year near the study area, including *Columbina squammata* (Lesson, 1831), *Patagioenas cayennensis* (Bonnaterre, 1792), and *Geotrygon montana* (Linnaeus, 1758) that were not found in this study. The area sampled by those authors is a mosaic of buildings, with many trees, grasses, and a 10 ha forest fragment. This mixed environment might have contributed to the greater diversity of columbids.

Avian abundance and diversity in urban ecosystems varies along the seasons and even from year to year (Savard, 1978; Savard *et al.*, 2000). The density of *Zenaida auriculata* increased in December, coinciding with the summer (Figure 2). A previous study recorded breeding peaks from February

to May and from August to November for this species in Southeastern Brazil (Menezes *et al.*, 1998; Ranvaud *et al.*, 2001). In this study, many individuals were recorded collecting nest materials in all months, but mainly in November, and juveniles were recorded in December and January.

The abundance of *Z. auriculata* was very high, whereas the abundance of others is decreasing rapidly and constantly (Figure 1). The results for the dominance index also indicate that this tends to be the dominant species in the assemblage. Moreover, the Simpson index is closer to zero than one, which indicates both low diversity and evenness. A similar result was found in Mexico City, where bird communities were dominated by a few generalist species in urban areas, with intense anthropogenic disturbances (Ortega-Álvarez & MacGregor-Fors, 2009), and in La Paz, where the urban community was dominated by a few species, such as *Z. auriculata* (Villegas & Garitano-Zavala, 2010).

Z. auriculata, *C. talpacoti*, and *C. livia* were most often recorded by visual record. Vocalizations of Brazilian columbids are limited to territorial calls (Sick, 1997), but wild male pigeons often vocalize to call a missing female, and *C. livia* has mating calls. The two *Leptotila* species were only recorded using aural records, although the result for *L. rufaxilla* was not significant. *C. picui* and *P. picazuro* were recorded frequently by all types of record.

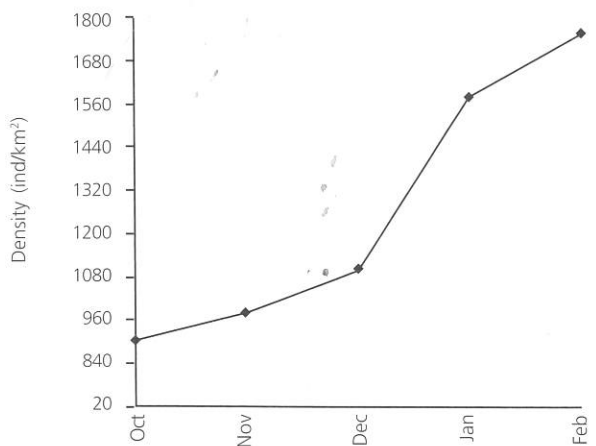


Figure 2. Monthly density changes in *Zenaida auriculata* in an urban area of Apucarana (PR), Brazil, October 2011 to February 2012.

Despite some columbids being well adapted to urban environments, my results show that species from this family, which are originally from forest environments, are restricted to areas within the city with tree. Areas with small forest remnants were scarce in the studied area, being increasingly converted into urban and agricultural areas. This process can promote the dominance of species such as *Z. auriculata*, which throughout the years has increased its population in Northern Paraná. The large supply of food from wastage of grain production, specifically from plantations and crop transportation, the availability of sites for shelter and reproduction, and the capacity of this species to colonize new areas, gives *Z. auriculata* advantages that make it an opportunistic species, increasing its population.

Studies investigating the consequences of increased populations of *Z. auriculata* and how to control it are necessary for this region. In addition, maintaining remnants of natural vegetation in and around urban areas, as well as planting a varied flora are also important for the conservation of biodiversity, and preventing species loss in urban ecosystems.

ACKNOWLEDGEMENTS

I thank Evelyn Bispo da Silva for helping with the samplings. Luiz dos Anjos provided helpful comments, and João Marques da Silva and Andrea Larissa Boesing provided statistical advice.

REFERENCES

- Baptista, L.F.; Trail, P.W. & Horblit, H.M. (1997). Family Columbidae (pigeons and doves). In: del Hoyo, J.; Elliott, A. & Sargatal, J. *Handbook of the birds of the world. Sandgrouse to Cuckoos*. Barcelona: Lynx Edicions. v.4.
- Bezzel, E. (1985). Birdlife in intensively used rural and urban environments. *Ornis Fennica*, 62(2):90-5.
- Bibby, C.J.; Burgess, N.D. & Hill, D.A.I. (1992). *Bird census techniques*. San Diego: Academic Press.
- Bucher, E.H. & Ranvaud, R.D. (2006). Eared dove outbreaks in South America: Patterns and characteristics. *Acta Zoologica Sinica*, 52(Suppl. 1):564-7.
- Buckland, S.T.; Anderson, D.R.; Burnham, K.P. & Laake, J.L. (1993). *Distance sampling: Estimating abundance of biological populations*. London: Chapman and Hall.
- Burnham, K.P.; Anderson, D.R. & Laake, J.L. (1980). Estimating density from line transect sampling of biological populations. *Wildlife Monographs*, 72:3-202.
- Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. (2011). *Listas das aves do Brasil*. 10ª ed. Disponível em: <<http://www.cbro.org.br>>. (acesso: 22 jun. 2012).
- Chace, J.F. & Walsh, J.J. (2006). Urban effects on native avifauna: A review. *Landscape and Urban Planning*, 74(1):46-69.
- Clergeau, P.; Jokimäki, J. & Savard, J.L. (2001). Are urban bird communities influenced by the bird diversity of adjacent landscapes? *Journal of Applied Ecology*, 38(5):1122-34.
- Graça, C.H.; Martins, V.M.S.; Terassi, P.M.B.; Silveira, H. & Stivari, S.M.S. (2011). Caracterização climática como auxílio no planejamento agrícola para o Município de Apucarana - PR. Disponível em: <<http://www.sitecanal8.com/meteorologia/index.php/publicacoes/76-artigos>>. (acesso: 3 set. 2013).
- Hildén, O. (1965). Habitat selection of birds: A review. *Annales Zoologici Fennici*, 2:53-75.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2002). *Área territorial oficial*. Resolução da Presidência do IBGE de nº5 (R.PR-5/02). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtm>. (acesso: 23 maio 2012).
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2011). *Estimativas de população para 1º de julho de 2011*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2011/estimativa_pop.shtm>. (acesso: 23 maio 2012).
- Jokimäki, J.; Suhonen, J.; Inki, K. & Jokinen, S. (1996). Biogeographical comparison of winter bird assemblages in urban environments in Finland. *Journal of Biogeography*, 23(3):379-86.
- Jokimäki, J. & Suhonen, J. (1998). Distribution and habitat selection of wintering birds in urban environments. *Landscape and Urban Planning*, 39(4):253-63.
- Leveau, C.M. & Leveau, L.M. (2005). Avian community to urbanization in the pampean region, Argentina. *Ornitologia Neotropical*, 16(4):503-10.
- Lopes, E.V. & Anjos, L. (2006). A composição da avifauna do campus da Universidade Estadual de Londrina, norte do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(1):145-56.
- Mckinney, M.L. (2002). Urbanization, Biodiversity, and Conservation. *BioScience*, 52(10):883-90.
- Menezes, L.N.; Ranvaud, R.D. & Bucher, E.H. (1998). Breeding synchronization in Eared Dove Zenaida

auriculata colonies in South-Eastern Brazil. *Proceedings of the 22th International Ornithological Congress*, 69:227.

Ortega-Álvarez, R. & MacGregor-Fors, I. (2009). Living in the big city: Effects of urban land-use on bird community structure diversity, and composition. *Landscape and Urban Planning*, 90(3-4):189-95.

Ranvaud, R.; Freitas, K.C.; Bucher, E.H.; Dias, H.S.; Avanzo, V.C. & Alberts, C.C. (2001). Diet of Eared Doves (*Zenaida auriculata*, Aves, Columbidae) in a sugar-cane colony in South-eastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 61(4):651-60.

Savard, J.L. (1978). *Birds in metropolitan Toronto: Distribution, relationships with habitat features and nesting sites*. Thesis Department of Zoology, University of Toronto.

Savard, J.L.; Clergeau, P. & Mennechez, G. (2000). Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning*, 48(3-4):131-42.

Sick, H. (1997). *Ornitologia brasileira*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.

Thomas, L.; Laake, J.L.; Rexstad, E.; Strindberg, S., Marques, F.F.C.; Buckland, S.T., et al. (2009). *Distance 6.0*. Release 2. Research Unit for Wildlife Population Assessment. St. Andrews (UK): University of St. Andrews. Available from: <<http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance>>. (cited 13 Oct. 2011).

Villegas, M. & Garitano-Zavala, A. (2010). Bird community responses to different urban conditions in La Paz, Bolivia. *Urban Ecosystems*, 13(3):375-91.

Westcott, P.W.; Mariño, H.F. & Anjos, L. (2002). *Observando aves em Londrina: Norte do Paraná - Brasil*. Londrina: EDUEL.

White, J.G.; Antos, M.J.; Fitzsimons, J.A. & Palmer, G.C. (2005). Non-uniform bird assemblages in urban environments: The influence of streetscape vegetation. *Landscape and Urban Planning*, 71(2-3):123-35.

Received on: 23/1/13

Final version on: 4/7/13

Approved on: 6/8/13

Temporal analysis of communities of aquatic oligochaeta (Annelida: Clitellata: Oligochaeta) in anthropic lakes

Oligochaeta (Annelida, Clitellata) em ambientes lênticos: um registro da comunidade em diferentes lagos antrópicos

Luci Fátima Pereira¹

Ana Carolina de Deus Bueno Krawczyk¹

ABSTRACT

Oligochaetes are important components of energy flow in freshwater ecosystems. Even though of ecological significance, few studies are available about this group. Therefore, this study analyzed the diversity of Oligochaeta in three anthropic lakes and investigated their distribution over a seasonal cycle in a forest fragment at *Porto União, Santa Catarina, Brazil*. Sediment samples were obtained using an Ekman-Birge (15x15cm) grab in October (spring) and January 2011 (summer), March (autumn), and July (winter) 2012. We collected 305 individuals, belonging to 4 species, and 5 genera from the Tubificinae and Naidinae families. The highest density was in autumn, a period with greater climatic stability. *Limnodrilus hoffmeisteri* (Claparede, 1862) was the most abundant species, present in all sampling periods. Our results increase the knowledge on oligochaeta in Southern Brazil and provide the first record limnic oligochaetes to *Porto União, Santa Catarina*.

Key words: Atlantic Forest. Autumn. Diversity. Seasonality.

RESUMO

Os oligoquetas apresentam grande importância no fornecimento de energia em ecossistemas dulcícolas. Apesar de sua relevância ecológica, poucos estudos têm

¹ Universidade Estadual do Paraná, Departamento de Ciências Biológicas, Curso de Ciências Biológicas. Campus FAFIUV, Praça Coronel Amazonas, s/n., Caixa Postal: 291, 84600-000, União da Vitória, PR, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: L.F. PEREIRA. E-mail: <lucifp8@hotmail.com>.

*sido feitos sobre o grupo. Este estudo objetivou analisar a diversidade e distribuição do táxon Oligochaeta ao longo de um ciclo sazonal, em três lagos antrópicos, num fragmento de Mata Atlântica no município de Porto União, Santa Catarina. Amostras do sedimento foram retiradas com uma draga do tipo Ekman-Birge (15x15cm) em outubro de 2011 (primavera) e janeiro (verão), março (outono) e julho (inverno) de 2012. Foram coletados 305 indivíduos representantes das subfamílias Tubificinae e Naidinae, e foram identificados quatro espécies e cinco gêneros. Houve maior densidade de organismos no outono, período com maior estabilidade climática. Entre as espécies, *Limnodrilus hoffmeisteri* (Claparede, 1862) teve maior abundância e esteve presente em todas as estações. Os resultados obtidos no presente estudo aumentam o conhecimento de espécies de oligoquetas encontradas no sul do Brasil e fornecem o primeiro registro de espécies de oligoquetas límnicos em ambientes lênticos da Região de Porto União, Santa Catarina.*

Palavras-chave: Mata Atlântica. Outono. Diversidade. Sazonal.

INTRODUCTION

Sand extraction usually creates lakes in large holes dug on the ground, which after the end of activities are drained by the catchment area and form waters mirrors (Lelles *et al.*, 2005). Oligochaetes inhabit all types of freshwater habitats, but they are most abundant in sediments (Suriani-Affonso *et al.*, 2011) of the littoral zone of lakes (Rupert & Barnes, 2006). They are also important components in the flow of energy and organic matter in freshwater ecosystems (Kasprzak, 1984). Oligochaetes are generally the most abundant taxon in freshwater environments (Corbi, 2001; Baturina, 2010; Cortelezzi *et al.*, 2012; Krawczyk *et al.*, 2013). However, they are commonly identified to the class or family levels, due to difficulty in visualizing diagnostic morphological characters.

Despite its significance on the dynamics of aquatic ecosystems, there are still knowledge gaps about limnic oligochaetes in Brazil (Gorni & Alves, 2008) and other regions (Rocha, 2003). Furthermore, their distribution and habitat use is poorly known compared to other benthic macroinvertebrates (Alves *et al.*, 2006). Gathering more information about limnic oligochaetes is essential, since there are several groups that could be used for bioprospection. Furthermore, basic knowledge about habitat use and temporal occurrence are essential to set up conservation strategies (Rocha, 2003).

There are known about 70 species of aquatic oligochaetes in Brazil (Righi, 2002), and studies focusing on this group in Southern Brazil have been conducted mainly in *Paraná* State (Fujita, 2005; Behrend *et al.*, 2009; Behrend, 2010; Ragonha *et al.*, 2010). Here, we analyzed oligochaete diversity and distribution over a seasonal cycle in three anthropic lakes from *Porto União, Santa Catarina*, Southern Brazil, providing the first records of genera of limnic oligochaete to this region.

MATERIAL AND METHODS

Our sampling points were three anthropic lakes in a forest fragment in *Porto União*, Northern *Santa Catarina* State. The climate of the region is classified as *Cfb* (Humid Subtropical Climat) according to the Köppen system.

The three lakes originated from sand extraction for recreation and army training. Lake 1 (L1; 26°15'32.6" S; 51°03'57.4" W) is about 73 years old. The age of Lake 2 (L2; 26°15'33.4" S; 51°03'56.7" W) is uncertain. Lake 3 (L3; 26°15'44.0" S; 51°04'03.0" W) is about 23 years old (Figure 1).

Oligochaetes were sampled in October and January 2011, and March and July 2012. Sediment samples were obtained in lake's margin using an Ekman-Birge grab (15x15cm), with three replicates for each sampling point. Samples were fixed in 10%

formaldehyde in the field and washed in mesh sieve 0.05 mm in the laboratory. Specimen sorting was performed using light plastic trays and individuals were preserved in 70% ethanol.

Specimens were mounted on optical microscopy slides with Lactophenol Ammans (Brinkhurst & Marchese, 1991); identification followed Righi (1984) and Brinkhurst & Marchese (1991). Specimens are housed in the Zoology laboratory collection of the *Universidade Estadual do Paraná* (Unespar), campus *Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de União da Vitória* (FAFIUV).

We categorized the percentage of macrophyte cover on the water surface of sampling sites into

bins, as follows: between 1 and 20% was given score of 1; between 21 and 40% score 2; between 41 and 70% score 3; and between 71 and 100% score 4. The surrounding vegetation was also categorized as follows: 1 for shrub with predominance of grass, 2 for shrubs that allow little shading, and 3 for intact vegetation (Krawczyk *et al.*, 2013).

RESULTS AND DISCUSSION

Although water mirrors are characteristic of altered environments, the vegetation allows macroinvertebrate colonization (Moletta *et al.*,



Figure 1. Map of the study area in Northern *Santa Catarina*. L1-L3 are the sampled lakes. Dotted area are grasslands, dark gray represent forest area, and light gray represents built area. *Porto União* (SC), Brazil, 2011-2012.

2005). The lakes we sampled had macrophytes year-round, with greater proportion in autumn. L1 had macrophytes between 0%-10%, L2 had 41%-50% of water surface covered by macrophytes (mainly in autumn), and L3 had macrophytes between 21%-30%. Complex vegetation (grass, shrubs, and trees) was observed only in L3 (50%), the others lakes had only grass and trees (Table 1).

We sampled 305 specimens belonging to Naidinae and Tubificinae (Erséus *et al.*, 2008). Tubificinae is cosmopolitan (Martin, 1996), occurring in various types of lakes, and was represented by two genera (*Limnodrilus* sp. and *Branchiura* sp). Naidinae was represented by three genera (*Dero* sp., *Slavina* sp., and *Pristina* sp.).

Seasonality promotes complex changes in lakes, such as stagnation and circulation of water (Collado & Schmelz, 2001). Water circulation occurs in the autumn and spring and may renovate mineral nutrients, which causes an increase in primary

production in spring (Müller, 1994). This could explain the occurrence of Naidinae in the autumn and spring, since there were macrophytes during these periods (Alves & Gorni, 2007). Tubificinae was also very common in autumn, which could be explained by the great flush of organic matter, since members of this subfamily consume fine organic matter (Alves *et al.*, 2008) (Table 2).

Naidinae species is a key element in energy transfer in higher trophic levels (Armendáriz, 2007). *Slavina appendiculata* (d'Udekem, 1855) occurred only in spring in L3, with a frequency of 23.1%. Individuals of this species occur on leaves in the littoral of lentic systems (Verdonschot, 2001), and seem to be intolerant to environmental disturbance (Cortelezzi *et al.*, 2012).

Members of the genus *Dero* (Oken, 1815) occurred only in autumn. *Dero (Dero) digitata* (Müller, 1773) was recorded only in L2 during the autumn, with low frequency (0.10%). It is common in sites

Table 1. Descriptive characteristics of the three sampled Lakes (L1, L2, and L3). *Porto União* (SC), Brazil, 2011-2012.

	MF	RV	Depth (m)	Area (Km ²)
L1	Absent (10%) 1	Tree and grass (15%) 1	1.81	4.922
L2	All water surface (50%) 3	Trees (25%) 2	1.43	2.808
L3	Near the margins (30%) 2	Tree, bushes, and grass (50%) 3	1.80	1.235

Note: MF: Macrophytes; RV: Riparian Vegetation.

Table 2. Relative abundance of oligochaetes in the three sampled lakes during sampling periods. There was no specimens during summer and winter in L3. *Porto União* (SC), Brazil, 2011-2012.

Taxa	Spring			Summer		Autumm			Winter	
	L1	L2	L3	L1	L2	L1	L2	L3	L1	L2
Naididae										
Tubificinae										
<i>Tubificinae</i> juvenil	0.73	0.06	0.54	0.75	1	0.49	0.80	0.5	0.06	0.36
<i>Limnodrilus</i> sp.		0.11				0.01	0.01	0.22	0.19	0.11
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	0.27	0.44		0.25		0.11	0.03	0.11	0.56	0.35
<i>Branchiura</i> sp.							0.01			
<i>Branchiura sowerbyi</i>		0.39				0.01	0.07		0.19	0.17
Naidinae										
<i>Pristina</i> sp.						0.24		0.06		
<i>Slavina</i> sp.			0.23			0.03				
<i>Slavina appendiculata</i>			0.23							
<i>Dero</i> sp.						0.10	0.07	0.11		
<i>Dero (Dero) digitata</i>							0.01			

rich in nutrients and low dissolved oxygen (Cortelezzi *et al.*, 2012) and a cosmopolitan species (Righi, 1984; Pamplin *et al.*, 2005).

Periphyton is a key factor influencing Naidinae species distribution (Alves *et al.*, 2006; 2008), especially *Pristina* sp. (Ehrenberg, 1828), which uses it as food resource (Bingham & Miller, 1989). The autumn coincides with an increasing load of tree leaves and macrophytes in the littoral zone, providing a substrate for periphyton and bacteria establishment (Müller, 1994). We found *Pristina* sp. only in autumn in L1 and L3, with frequency of 23.94% and 5.56%, respectively.

Tubificidae species are commonly found in fine sediments, in which they play an important role in resource distribution (Lazim *et al.*, 1989). Immatures of Tubificinae were recorded in all seasons, with high frequency (summer=80.0%, autumn=65.8%, spring=38.1% and winter=29.4%).

Branchiura sowerbyi (Beddard, 1892) had frequency of 17.5% in winter, 16.7% in spring, and 4.2% in autumn. This species is cosmopolitan, have gill filaments in the posterior segments, and can reach large body sizes, inhabiting mainly organically enriched freshwater environments in tropical and temperate regions (Lobo & Alves, 2011).

L. hoffmeisteri (Claparede, 1862) is common in several habitats, reaching high densities in organically polluted waters bodies (Dornfeld *et al.*, 2006; Cortelezzi *et al.*, 2012). It can withstand environmental changes, such as low dissolved oxygen and high levels of organic matter (Dornfeld *et al.*, 2006). Thus, it seems to be well adapted to both preserved and polluted environments (Gorni & Alves, 2008). This species occurred in all sampling points and had a frequency of 39.7% in the winter, 26.2% in the spring, 20.0% in the summer, and 6.8% in the fall.

The Tubificinae was the most abundant group throughout sampling periods. Under organic stress, oligochaetes can exclude other benthic invertebrates (Qi, 1987). The exclusion or extinction of many benthic invertebrates can compromise the functioning of whole aquatic ecosystems (Pamplin *et al.*, 2006).

CONCLUSIONS

Our results expand the knowledge on oligochaete species from Southern Brazil, with the first record of limnic oligochaetes in lakes for *Porto União*. This study demonstrates the great importance of inventories, given the lack of information about this group in *Santa Catarina*.

ACKNOWLEDGEMENTS

The *Fundação Araucária* provided a fellowship to Luci Fátima Pereira. We also would like to thank Roberto da Gama Alves (*Universidade Federal de Juiz de Fora*) for specimen identification assistance.

REFERENCES

- Alves, R.G.; Marchese, M.R. & Escarpinati, S.C. (2006). Oligochaeta (Annelida Clitellata) in lotic environments in the State of São Paulo, Brazil. *Brazil Ilheringia*, 94(4):431-5.
- Alves, R.G. & Gorni, G.R. (2007). Naididae species (Oligochaeta) associated with submersed aquatic macrophytes in two reservoirs (São Paulo, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 19(4):407-13.
- Alves, R.G.; Marchese, M.R. & Martins, R.T. (2008). Oligochaeta (Annelida Clitellata) of lotic environments at Parque Estadual Intervales (São Paulo, Brazil). *Biota Neotropica*, 8(1):69-72.
- Armendáriz, L.C. (2007). Efectos de la temperatura sobre el crecimiento individual y formación de zooides em *Stylaria lacustris* (Linnaeus, 1767) (Oligochaeta, Naididae). *Biota Neotropica*, 7(2):77-81.
- Baturina, M. (2010). Distribution and diversity of aquatic Oligochaeta in small streams of middle taiga. *Turkish Journal Zoology*, 36(1):75-84.
- Behrend, R.D.L.; Fernandes, S.E.P.; Fujita, D.S. & Takeda, A.M. (2009). Eight years of monitoring aquatic Oligochaeta from the Baía and Ivinhema Rivers. *Brazilian Journal Biology*, 69(2):559-71.
- Behrend, R. (2010). *Riqueza e composição de Oligochaeta (Annelida) do rio Iguaçú: efeitos dos fatores ambientais e dos impactos antropogênicos*. Dissertação em Ciências Ambientais. Universidade Estadual de Maringá.
- Bingham, C.R. & Miller, A.C. (1989). Colonization of a man-made gravel bar by Oligochaeta. *Hydrobiologia*, 180(1):229-34.

- Brinkhurst, R.O. & Marchese, M.R. (1991). *Guia para la identificación de oligoquetos acuáticos continentales de Sud y Centroamérica*. 2ª ed. Santo Tomé: Colección Climax, nº 6.
- Collado, R. & Schmelz, R.M. (2001). Oligochaete distribution patterns in two German hardwater lakes of different trophic state. *Limnologia*, 31(4):317-28.
- Corbi, J.J. (2001). *Distribuição espacial e batimétrica dos macroinvertebrados bentônicos da represa do Ribeirão das Anhumas (América Brasileira SP)*. Dissertação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos.
- Cortezzi, A.; Armendáriz, L.C.; van Oosterom, M.V.L.; Cepeda, R. & Capítulo, A.R. (2012). Different levels of taxonomic resolution in bioassessment: A case study of oligochaeta in lowland streams. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 23(4):1-14.
- Dornfeld, C.B.; Alves, R.G.; Leite, M.A. & Espíndola, E.L.G. (2006). Oligochaeta in eutrophic reservoir: The case of Salto Grande reservoir and their main affluent (Americana, São Paulo, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 18(2):189-97.
- Erséus, C.; Wetzel, M.J. & Gustavsson, L. (2008). ICNZ rules a farewell to Tubificidae (Annelida, Clitellata). *Zootaxa*, 1744:66-8.
- Fujita, D. (2005). *Oligochaeta aquáticos em diferentes ambientes da planície aluvial do alto rio Paraná*. Dissertação em Ciências Ambientais. Universidade Estadual de Maringá.
- Gorni, G.R. & Alves, R.G. (2008). Oligochaeta (Annelida: Clitellata) em córregos de baixa ordem do Parque Estadual de Campos do Jordão (São Paulo - Brasil). *Biota Neotropica*, 8(4):161-5.
- Kasprzak, K. (1984). The oligochaetes (Annelida, Oligochaeta) in a lake and a canal in the agricultural landscape of Poland. *Hydrobiologia*, 115(1):171-4.
- Krawczyk, A.C.D.B.; Baldan, L.T.; Aranha, J.M.R.; Menezes, M. & Almeida, C.V. (2013). The invertebrate's community in adjacent Alto Iguaçu's anthropic lakes of different environmental factors. *Biota Neotropica*, 13(1):21-34.
- Lazim, M.N.; Learner, M.A & Cooper, S. (1989). The importance of worm identity and life history in determining the vertical distribution of tubificids (Oligochaeta) in a riverine mud. *Hydrobiologia*, 178:81-92.
- Lelles, C.L.; Silva, Griffith, J.J. & Martins, S.V. (2005). Perfil ambiental qualitativo na extração de areia em curso d'água. *Revista Árvore*. 29(3):439-44.
- Lobo, H. & Alves, R.G. (2011). Reproductive cycle of *Branchiura sowerbyi* (Oligochaeta: Naididae: Tubificinae) cultivated under laboratory conditions. *Zoologia*, 28(4):427-31.
- Martin, P. (1996). Oligochaeta and Aphanoneura in ancient lakes: A review. *Hydrobiologia*, 334:63-72.
- Moletta, I.M.; Nucci, J.C. & Kröker, R. (2005). Carta de hemerobia de uma área de extração de areia no bairro Umbará, Curitiba PR, Brasil. *XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*. Universidade de São Paulo.
- Müller, U. (1994). Seasonal development of epiphytic algae on *Phragmites australis* (CAV.) TRIN. ex STEIN. in a eutrophic lake. *Archiv für Hydrobiologia*, 129(3):273-92.
- Pamplin, P.A.Z.; Rocha, O. & Marchese, M. (2005). Riqueza de espécies de Oligochaeta (Annelida, Clitellata) em duas represas do rio Tietê (São Paulo). *Biota Neotropica*, 5(1):63-70.
- Pamplin, P.A.Z.; Almeida, T.C.M. & Rocha, O. (2006). Composition and distribution of benthic macroinvertebrates in Americana Reservoir (SP, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 18(2):121-32.
- Qi, S. (1987). Some ecological aspects of aquatic oligochaetes in the Lower Pearl River (People's Republic of China). *Hydrobiologia*, 155:199-208.
- Ragonha, F.H.; Chiaramonte, J.B.; Fontes Jr, H.M.; Cunha, E.R.; Benedito, E.; Takeda, M. (2010). Spatial distribution of aquatic Oligochaeta in Ilha Grande National Park, Brazil. *Acta Scientiarum*, 35(1):63-70.
- Righi, G. (1984). *Manual de identificação de invertebrados límnicos do Brasil*. Brasília: CNPq.
- Righi, G. (2002). Anelídeos Oligoquetos. In: Ismael, D. W.; Val, C.; Matsumura-Tundisi, T. & Rocha, O. (Eds.). Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: invertebrados de água doce. Fapesp: São Paulo. v.4.
- Rocha, O. (2003). *Águas doces: avaliação preliminar*. São Paulo: Ministério do Meio Ambiente. (Avaliação do estado do conhecimento da diversidade biológica do Brasil).
- Ruppert, E.E. & Barnes, R.D. (2006). *Zoologia dos invertebrados*. 6ª ed. São Paulo: Roca.
- Suriani-Affonso, A.L.; França, R.S.; Marchese, M. & Rocha, O. (2011). Environmental factors and benthic Oligochaeta (Annelida, Clitellata) assemblages in a stretch of the Upper São Francisco River (Minas Gerais State, Brazil). *Brazilian Journal Biology*, 71(2):437-46.
- Verdonschot, P.F.M. (2001). Hydrology and substrates: Determinants of oligochaete distribution in lowland streams (The Netherlands). *Hydrobiologia*, 463(13):249-56.

Received on: 11/3/2013

Final version on: 5/6/2013

Approved on: 10/7/2013

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 às 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 CHECAGEM

- 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) autor(es) 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/periodicocientifico>>.

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

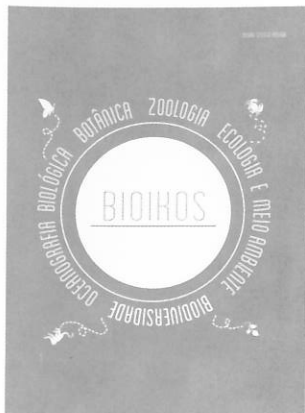
Núcleo de Editoração SBI - *Campus II*

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"/>

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 Pranic

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 Idéia Original

Editoração eletrônica / DTP

Toque Final

Impressão / Printing

Gráfica Santa Edwiges

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

Ecologia e Meio Ambiente | Ecology and Environment

- 3 Fenologia da floração de espécies lenhosas em área em processo de restauração em Araras, São Paulo
Flowering phenology of woody species in a restoration area in Araras, São Paulo
| Jussara Fernanda Santos | Kayna Agostini | Roberta Cornélio Ferreira Nocelli
- 13 Vinte anos da Rio92: a conservação da biodiversidade e os serviços de polinização
Biodiversity conservation and pollination services 20 years after Rio92
| Valdir Lamim-Guedes
- 25 The influence of river flooding regime on food web and community structure of stream benthic invertebrates
A influência do regime de cheias sobre a estrutura de teias alimentares e da comunidade de invertebrados bentônicos
| Ana Carolina de Deus Bueno Krawczyk | Francielle Matozo | Suelen Cristine de Moraes Calado Tullio
- 33 Dominance of the Eared Dove (*Zenaida auriculata*) in a columbid assemblage in Northern Paraná, Southern Brazil
Dominância da pomba-de-bando (Zenaida auriculata) em uma comunidade de columbídeos no Norte do Paraná, Sul do Brasil
| Priscila Montes Fontoura

Zoologia | Zoology

- 41 Temporal analysis of communities of aquatic oligochaeta (Annelida: Clitellata: Oligochaeta) in anthropic lakes
Oligochaeta (Annelida, Clitellata) em ambientes lênticos: um registro da comunidade em diferentes lagos antrópicos
| Luci Fátima Pereira | Ana Carolina de Deus Bueno Krawczyk