



ECOLOGIA E MEIO AMBIENTE

BIODIVERSIDADE

OCEANOGRAFIA BIOLÓGICA

BIOIKOS

Volume 28 | Número 1 | JAN-JUN | 2014

ZOOLOGIA

BOTÂNICA



BIOIKOS

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

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

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

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.

Editora / Editor

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

Editores Associados / Associate Editors

Botânica

Profa. Dra. Kayna Agostini (UFSCar - Araras)

Ecologia e Meio Ambiente

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

Oceanografia Biológica

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

Zoologia

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

Editora Executiva / Executive Editor

Maria Cristina Matoso (SBI-PUC-Campinas)

Conselho Editorial / Editorial Board

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Vadim Viviani (UFSCar - Sorocaba)

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

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

Normalização e Revisão / Standardization and Review

Bibliotecárias / Librarianship

Andressa Mello Davanço

Maria Cristina Matoso

Apoio Administrativo

Daniela A. da Silva Ferreira

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.

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.28 n.1 jan./jun., 2014

Semestral

Resumo em Português e Inglês

ISSN 0102-9568

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

CDD 574



BIOIKOS

SUMÁRIO | CONTENTS

ISSN 0102-9568

Artigos | Articles

Botânica | Botany

- 3 Avaliação das características germinativas da espécie arbórea sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth - Fabaceae) - *ahead of print*
Evaluation of the germination characteristics of the tree known as "sucupira-preta" (Bowdichia virgilioides Kunth - Fabaceae)
| Márcia Maria Rosa-Magri | Silvana Perissato Meneghin

Ecologia e Meio Ambiente | Ecology and Environment

- 11 Entomofauna capturada em armadilha para dípteros na Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro
Entomofauna caught with fly-traps in the Tinguá Biological Reserve, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, Brazil
| Analu Bento da Silva | Bárbara de Queiroz Gadelha | Antônia de Castro Ribeiro | Adriana Cristina Pedroso Ferraz | Valéria Magalhães Aguiar
- 25 Registro de icitiofauna hipogea en la provincia de Salta (Argentina, Sud América)
Record of hypogeal ichthyofauna in the Salta province (Argentina, South America)
| Sergio Enrique Gómez
- 31 Compartimentalização e qualidade da água: o caso da Represa Billings
Compartmentalization and water quality: Billings reservoir case
| Sheila Cardoso-Silva | Paula Yuri Nishimura | Paula Regina Padial | Carolina Fiorillo Mariani | Viviane Moschini-Carlos | Marcelo Luiz Martins Pompêo

Zoologia | Zoology

- 45 Anelídeos Poliquetas do estado do Maranhão, Brasil: síntese do conhecimento.
Polychaetes Annelids from state of Maranhão, Brazil: History of knowledge
| Rannyele Passos Ribeiro | Zafira da Silva de Almeida
- 57 Instruções aos autores | *Guide for Authors*

Avaliação das características germinativas da espécie arbórea sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth - Fabaceae)

Evaluation of the germination characteristics of the tree known as "sucupira-preta"
(*Bowdichia virgilioides* Kunth - Fabaceae)

Márcia Maria Rosa-Magri¹
Silvana Perissato Meneghin²

RESUMO

A espécie arbórea *Bowdichia virgilioides* Kunth, popularmente conhecida como sucupira-preta, é nativa do cerrado e pertence à família das leguminosas. Além de apresentar princípios medicinais, ela é também empregada como madeira dura na construção civil e na confecção de molduras e painéis, bem como possui potencial aplicação na arborização de ruas e projetos paisagísticos. A espécie está em vias de extinção devido à dificuldade na germinação das sementes e no desenvolvimento inicial das plântulas. Considerando esses aspectos, o objetivo deste trabalho foi a avaliação de tratamentos para superação da dormência e a seleção morfológica de sementes viáveis de sucupira-preta. Os experimentos realizados foram a imersão das sementes em água, tratamento térmico a 30°C e a 80°C e escarificação química, com imersão das sementes em ácido sulfúrico concentrado. Foram também avaliados os efeitos da adição de carvão ativado, do ácido giberélico, da luminosidade e da morfologia (cor e tamanho) das sementes sobre a germinação. Os resultados obtidos mostraram que a escarificação química com ácido aumentou de forma significativa a porcentagem de germinação, indicando que o tegumento da semente apresenta impermeabilidade à água. Além disso, foi detectada a produção de compostos fenólicos pelas sementes, sendo sua ação diminuída pela adição do carvão ativado. De outro lado, a seleção das sementes a partir de características morfológicas mostrou-se fundamental

¹ Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Agrárias, Laboratório de Microbiologia Agrícola e Molecular. Rod. Anhanguera, Km 174, Campus de Araras, 13600-970, Araras, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: M.M. ROSA-MAGRI. E-mails: <marcia@cca.ufscar.br>; <mrciarosa@yahoo.com.br>.

² Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Biotecnologia Vegetal e Produção Animal. Araras, SP, Brasil.

para a obtenção de sementes sadias e viáveis, sendo que as de cor laranja, independentemente do tamanho, apresentaram os melhores índices de germinação.

Palavras-chave: *Bowdichia virgilioides*. Dormência. Germinação. Morfologia.

ABSTRACT

The tree species Bowdichia virgilioides Kunth, a native of the Brazilian cerrado and popularly known as the sucupira-preta, belongs to the leguminous family. In addition to having medicinal principles, it is also used as a hardwood for civil construction, in frame and panel manufacturing and also has the potential for use in the planting of trees in city streets and in landscaping projects. The species is in danger of extinction due to difficulties with seed germination and early seedling development. In view of these aspects, the aim of this work was the evaluation of treatments to overcome dormancy and the morphological selection of viable sucupira-preta seeds. The experiments consisted of soaking the seeds in water, heat treatment at 30°C and at 80°C and chemical scarification through the immersion of the seeds in concentrated sulfuric acid. The effects of adding activated carbon, gibberellic acid, light and seed morphology (color and size) on the germination were also evaluated. The results showed that the chemical scarification with acid significantly increased the percentage of germination, indicating that the seed testa is impermeable to water. In addition, the production of phenolic compounds by the seed was detected, its action being diminished with the addition of the activated carbon. The selection of seeds based on morphological characteristics, however, proved to be crucial in obtaining healthy, viable seeds. The orange-colored seeds, regardless of size, showed the best germination rates.

Key words: *Bowdichia virgilioides*. Dormancy. Germination. Morphology.

INTRODUÇÃO

Algumas sementes, embora viáveis, não germinam mesmo em condições adequadas de umidade, temperatura e oxigênio, sendo, portanto, consideradas dormentes (Carvalho & Nakagawa, 2000). A dormência da semente consiste em um estágio fisiológico no qual a germinação é impedida por mecanismos relacionados à própria semente, tais como falha em sua constituição, imaturidade do embrião e problemas no tegumento (Eira & Caldas, 2000). A impermeabilidade do tegumento à água é um tipo de dormência bastante comum em sementes das famílias Leguminosae, Solanaceae, Malvaceae, Chenopodiaceae, Geraniaceae, Convolvulaceae e Liliaceae (Villiers, 1972). No estudo de Rolston (1978), dentre 260 espécies de leguminosas examinadas, cerca de 85% apresentaram sementes com

tegumento total ou parcialmente impermeável à água.

Sob condições naturais, a quebra de dormência pode ocorrer pela alternância de temperatura, pela ação de ácidos, pela ingestão das sementes por animais dispersores, pela ação de microrganismos do solo (Vazquez-Yanes & Orozco-Sergovia, 1993), ou ainda por exposição ao fogo (Schmidt, 2002; Perez, 2004). Sob condições artificiais, a quebra da dormência em sementes pode ser obtida através de escarificação mecânica (atrato das sementes com uma superfície abrasiva, incisão com lâmina ou estilete), escarificação química (ácido concentrado), termoterapia (imersão em alta ou baixa temperatura) (Smiderle & Souza, 2003), tratamento com solventes (éter, álcool, acetona) (Dutra *et al.*, 2010), reguladores de crescimento ou diminuição dos efeitos de compostos inibidores.

Bowdichia virgilioides Kunth é uma planta arbórea, da família Leguminosae-Papilionoideae, vulgarmente conhecida como sucupira-preta, sendo em algumas regiões também chamada de paricarana (Smiderle & Souza, 2003), sucupira-do-cerrado, sucupira-do-campo, angelim amargoso e coração de negro (Almeida *et al.*, 1998). Apresenta ampla dispersão pelo Brasil, ocorrendo desde o Pará até o estado de São Paulo. A árvore é extremamente ornamental, com floração nos meses de agosto e setembro, e frutificação nos meses de outubro a dezembro (Lorenzi, 1992). É uma espécie de importância econômica, podendo ser empregada no paisagismo, em especial na arborização de ruas estreitas, e para plantio em áreas degradadas, graças a sua adaptabilidade a terrenos secos e pobres (Lorenzi, 1992). A planta apresenta ainda indicação terapêutica para o tratamento de eczemas, manchas de pele, urticárias, úlceras, feridas, hemorroidas, reumatismo e doenças do estômago, sendo que os tubérculos encontrados em suas raízes possuem em sua composição flavonoides, alcaloides e óleos essenciais, utilizados como anti-inflamatórios. Sua madeira é empregada na construção de casas, principalmente em acabamentos internos, molduras e painéis (Lorenzi, 1992).

A espécie apresenta problemas por estar em vias de extinção, em virtude de ser originária de área de cerrado, região afetada pelo desmatamento decorrente do aumento da fronteira agrícola. Além disso, a obtenção de mudas de sucupira-preta em viveiros é bastante difícil, devido à baixa taxa de germinação e ao crescimento lento e anormal das plântulas. A espécie apresenta ainda uma alta taxa de mortalidade de plantas jovens, antes mesmo de obterem maturidade para serem transferidas ao campo (Albuquerque *et al.*, 2007). A dormência das sementes de sucupira-preta apresenta-se como um dos maiores desafios para a propagação da espécie. De acordo com Marcos Filho (2005), a principal causa da dormência de sementes da família das leguminosas é a impermeabilidade do tegumento e sua dureza, causada pela presença de uma camada cerosa, decorrente da deposição de lignina e ácidos graxos nas camadas de células paliçádicas,

provocando baixa densidade dos poros nas camadas superficiais e bloqueio da fenda hilar em sementes secas, funcionando como uma válvula higroscópica.

A disponibilização de informações sobre a propagação da espécie, em especial sobre os mecanismos de dormência e sua superação, pode auxiliar o cultivo dessa espécie pelos viveristas. É possível encontrar na literatura artigos sobre o estudo da quebra de dormência da espécie sucupira-preta (Andrade *et al.*, 1997; Sampaio *et al.*, 2001; Albuquerque *et al.*, 2007), porém raros são os trabalhos que avaliam outros fatores prejudiciais à germinação, como substâncias inibidoras, ação de fitormônios e aspectos morfológicos da semente. Considerando esses aspectos, o trabalho apresentou como objetivo o estudo de diferentes fatores envolvidos na germinação das sementes da espécie leguminosa sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Microbiologia Agrícola e Molecular (LAMAM), localizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos, *campus* de Araras, estado de São Paulo. As sementes de sucupira-preta utilizadas nos ensaios foram coletadas de árvores localizadas no horto florestal do município de Santa Rita do Passa Quatro, estado de São Paulo. Após as coletas, as sementes foram armazenadas em sacos de papel, sob condições de geladeira (8°C) até a realização das análises.

Antes dos ensaios, as sementes de sucupira-preta foram desinfetadas mediante imersão em solução de hipoclorito de sódio (2%) por 10 minutos, seguida de sucessivas lavagens com água destilada estéril. As avaliações foram divididas em superação de dormência (D), presença de compostos inibidores (I), ação de composto promotor de crescimento e luminosidade (G) e avaliação morfológica (M).

Os tratamentos empregados para superação da dormência das sementes foram os seguintes: T1-D: imersão das sementes em água por 24 horas, a

temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$); T2-D: imersão das sementes em água por 24 horas, a 30°C ; T3-D: imersão das sementes em água por 3 horas, a 80°C ; T4-D: escarificação química das sementes com imersão em ácido sulfúrico concentrado, por 2 minutos; T5-D: escarificação química das sementes com imersão em ácido sulfúrico concentrado, por 5 minutos. Após o tratamento, as sementes, foram transferidas assepticamente para placas de Petri, com papel de filtro umedecido com água destilada estéril.

Além da dormência, as sementes podem apresentar outros problemas que podem interferir significativamente na germinação, dentre os quais a produção de compostos fenólicos por ela própria, o que pode inibir a germinação. Para tanto, foi avaliada a germinação das sementes *in vitro*, em meio com a presença de carvão ativado, substância apta a absorver substâncias produzidas pela semente que poderiam prejudicar a germinação. Foram realizados os seguintes tratamentos: T1-I: germinação das sementes em frascos com ágar-água; T2-I: germinação das sementes em frascos com ágar-água + carvão vegetal 2,5%.

A deficiência de requerimentos endógenos, como o fitormônio ácido giberélico (AG_3), também pode ser um fator para a incapacidade germinativa (Airi *et al.*, 1998), uma vez que esse composto é fundamental para a germinação e o desenvolvimento inicial de diferentes espécies (McDonald & Khan, 1983). Outro fator envolvido na germinação das sementes é a ausência ou a presença de luz, classificando-se as espécies como fotoblásticas positivas quando necessitam de luz, ou fotoblásticas negativas, se precisam de ambientes escuros para germinação (Klein & Felipe, 1991).

Para avaliação da influência desses fatores foram utilizados os seguintes tratamentos: T1-G: escarificação química das sementes com imersão em ácido sulfúrico por 5 minutos + germinação das sementes em placa de Petri com papel filtro embebido com água + incubação com luz intermitente; T2-G: escarificação química das sementes com imersão em ácido sulfúrico por 5 minutos + germinação das sementes em placa de

Petri com papel filtro embebido com água + incubação no escuro; T3-G: escarificação química das sementes com imersão em ácido sulfúrico por 2 minutos + germinação das sementes em placa de Petri com papel filtro embebido com solução de ácido giberélico a 50ppm + incubação com luz intermitente; T4-G: escarificação química das sementes com imersão em ácido sulfúrico por 2 minutos + germinação das sementes em placa de Petri com papel filtro embebido com solução de ácido giberélico a 50ppm + incubação no escuro.

Outro ponto fundamental a ser observado na germinação das sementes é a maturidade. Foi observado, no lote de sementes utilizado nos ensaios, que estas apresentavam heterogeneidade em relação a características morfológicas de cor e tamanho. A partir dessa observação, foi realizada a separação das sementes em seis grupos, de acordo com as características (Figura 1), sendo os seguintes tipos

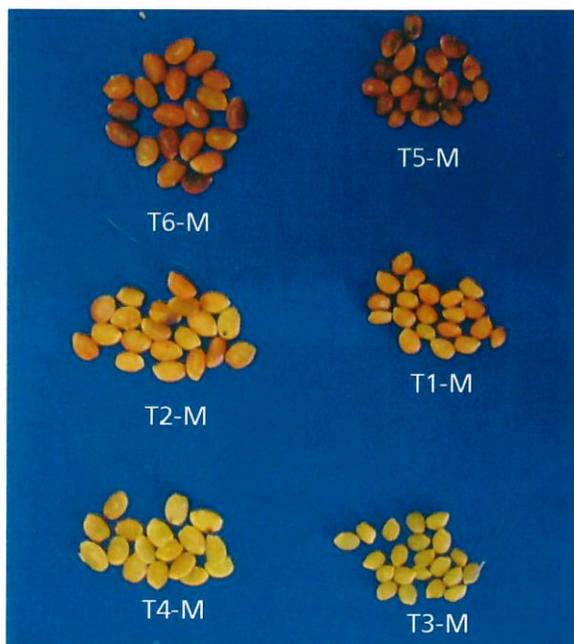


Figura 1. Tipos morfológicos de sementes de sucupira-preta detectados.

Nota: T1-M: sementes de cor laranja e tamanho pequeno; T2-M: sementes de cor laranja e tamanho grande; T3-M: sementes de cor verde e tamanho pequeno; T4-M: sementes de cor verde e tamanho grande; T5-M: sementes de cor vermelha e tamanho pequeno; T6-M: sementes de cor vermelha e tamanho grande.

detectados: T1-M: sementes pequenas (0,2cm x 0,4cm) de cor laranja; T2-M: sementes grandes (0,4cm x 0,7cm) de cor laranja; T3-M: sementes pequenas (0,2cm x 0,4cm) de cor verde; T4-M: sementes grandes (0,4cm x 0,7cm) de cor verde; T5-M: sementes pequenas (0,2cm x 0,4cm) de cor vermelha; T6-M: sementes grandes (0,4cm x 0,7cm) de cor vermelha.

Para avaliação da porcentagem de germinação das sementes selecionadas em diferentes tipos morfológicos, estas foram tratadas com a imersão em ácido sulfúrico concentrado por 5 minutos. Após a escarificação, as sementes foram lavadas em água destilada estéril, alocadas em placa de Petri com papel filtro umedecido, e incubadas por 10 dias a temperatura ambiente.

Todos os experimentos foram realizados em triplicata, sendo utilizadas 20 sementes por repetição; após o tratamento, todas as sementes avaliadas foram incubadas a temperatura ambiente (28°C) por 10 dias, antes da avaliação da porcentagem de germinação. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e comparados às médias dos tratamentos, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa Statistica 6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de sucupira-preta pertencentes ao lote avaliado apresentaram dificuldade para germinação, com apenas 10% delas germinadas no tratamento em que sofreram desinfecção e foram dispostas em papel filtro umedecido. Trabalhos encontrados na literatura sobre análise da germinação de sementes de sucupira-preta apresentaram taxas de germinação ainda mais baixas (2,1%, em Andrade *et al.* (1997)) ou similares (11%, em Albuquerque *et al.* (2007)). Essa variação pode ocorrer, pois é conhecido o efeito de diferentes lotes de sementes nos valores encontrados de porcentagem de germinação, devido a variações genético-ambientais (Albuquerque *et al.*, 2007). É possível encontrar na literatura estudos de espécies com ampla distribuição geográfica que podem apresentar

resultados variados a tratamentos utilizados para melhorar a sua germinação, devido aos efeitos de adaptação à origem de coleta (Schatral & Fox, 1994; Allen & Meyer, 1998).

O melhor resultado obtido para superação da dormência das sementes foi a imersão destas em ácido sulfúrico concentrado (Figura 2). Os tempos de tratamento com ácido não diferiram significativamente entre si. Andrade *et al.* (1997) observaram resultados semelhantes, obtendo como melhor resultado na superação da dormência das sementes de sucupira-preta a escarificação química com ácido sulfúrico por 5 minutos. Sampaio *et al.* (2001) e Albuquerque *et al.* (2007), também avaliando a quebra da dormência de sucupira-preta, observaram que os períodos de escarificação em ácido sulfúrico que apresentam os melhores resultados de germinação variam de 4 a 12 minutos.

Esses resultados vão ao encontro de pesquisas conduzidas com outras espécies de leguminosas arbóreas, como em *Dinizia excelsa* (Vastano Junior *et al.*, 1983), em *Acacia senegal* (Torres & Santos, 1994), em *Caesalpinia ferrea* (Crepaldi *et al.*, 1998) e em *Mimosa bimucronata* (Ribas *et al.*, 1996), que observaram que a escarificação em ácido sulfúrico

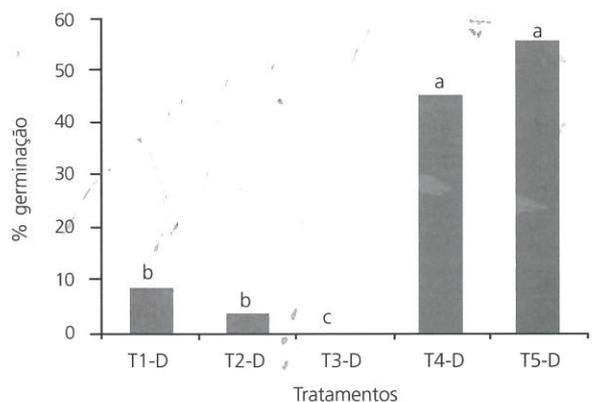


Figura 2. Porcentagem de sementes germinadas de sucupira-preta, após tratamentos para superação da dormência.

Nota: Letras diferentes nas barras indicam diferença significativa a 5%, pelo teste de Tukey.

T1-D: imersão em água por 24 horas (temperatura ambiente); T2-D: imersão em água por 24 horas (30°C); T3-D: imersão em água por 3 horas (80°C); T4-D: escarificação química com ácido por 2 minutos; T5-D: escarificação química com ácido por 5 minutos.

apresenta-se como a melhor forma de superação da dormência das sementes. Pacheco & Matos (2009), entretanto, apontam o risco do manejo do ácido sulfúrico concentrado para a superação de espécies florestais, pois acidentes poderiam resultar em queimaduras, originar resíduos poluentes, potenciais contaminantes de corpos hídricos, além do custo elevado e da dificuldade de obtenção do produto por viveiristas.

Os resultados obtidos com a germinação das sementes em meio com adição de carvão ativado indicaram a provável presença de compostos fenólicos ou substâncias similares no tegumento das sementes, capazes de inibir sua germinação, sendo que, na presença de carvão ativado, a porcentagem de sementes germinadas foi significativamente superior (Figura 3).

Para que a germinação das sementes ocorra de forma efetiva, é necessária a presença de compostos estimuladores hormonais, entre eles a giberilina, que tem como principal função estimular a produção de açúcares (hexoses) a partir da degradação de amido, via mecanismos de glicólise, ciclo de Krebs e cadeia de transporte de elétrons. Algumas espécies apresentam deficiências na produção desses compostos, apresentando dificuldade na germinação e desenvolvimento tardio. Para as sementes de sucupira-preta, porém, a adição de ácido giberélico não foi capaz de aumentar a porcentagem de sementes germinadas (Figura 4).

A incubação das sementes no escuro, porém, acarretou um incremento na porcentagem de germinação, se comparado às sementes que permaneceram incubadas em ambiente claro (Figura 4). Esse dado indica que a espécie é fotoblástica negativa, isto é, necessita de ambientes escuros para melhor germinação.

Os resultados obtidos com a separação das sementes em 4 classes morfológicas (cor e tamanho) podem ser observados na Figura 5. As sementes de coloração laranja, classificadas como pequenas ou grandes, apresentaram alta taxa de germinação, se comparadas às outras classes morfológicas.

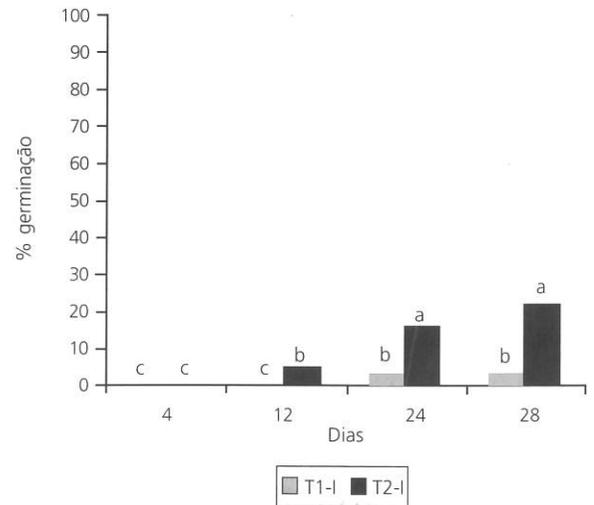


Figura 3. Porcentagem de sementes germinadas de sucupira-preta na presença de carvão ativado em meio de cultura ágar-água.

Nota: Letras diferentes nas barras indicam diferença significativa a 5%, pelo teste de Tukey.

T1-I: sementes em meio ágar-água; T2-I: sementes em meio ágar-água + carvão ativado 2,5%.

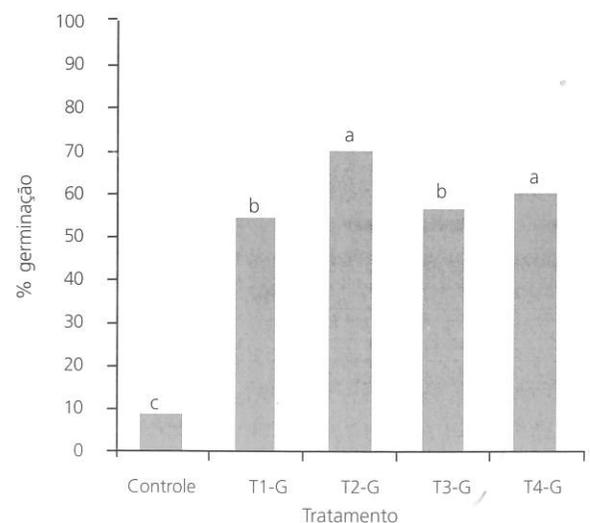


Figura 4. Escarificação com ácido sulfúrico, ação do ácido giberélico (AG3) e luminosidade na germinação de sementes de sucupira-preta.

Nota: Letras diferentes nas barras indicam diferença significativa a 5%, pelo teste de Tukey.

Controle: sementes sem nenhum tratamento; T1-G: sementes em água e incubadas na presença de luz; T2-G: sementes em água e incubadas na ausência de luz; T3-G: sementes em solução de ácido giberélico, incubadas na presença de luz; T4-G: sementes em solução de ácido giberélico, incubadas na ausência de luz.

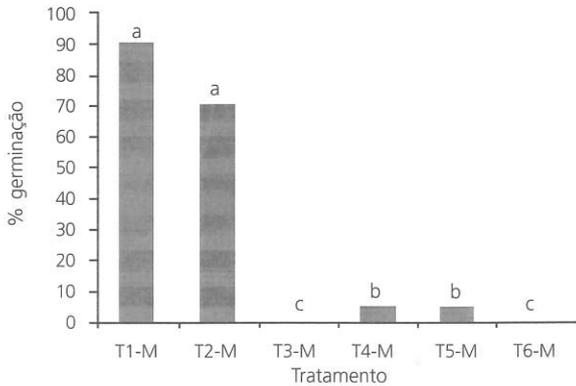


Figura 5. Avaliação das características morfológicas das sementes de sucupira-preta na germinação.

Nota: Letras diferentes nas barras indicam diferença significativa a 5%, pelo teste de Tukey.

T1-M: sementes de cor laranja e tamanho pequeno; T2-M: sementes de cor laranja e tamanho grande; T3-M: sementes de cor verde e tamanho pequeno; T4-M: sementes de cor verde e tamanho grande; T5-M: sementes de cor vermelha e tamanho pequeno; T6-M: sementes de cor vermelha e tamanho grande.

Não germinaram as sementes de coloração verde e tamanho grande, nem aquelas de cor vermelha e tamanho pequeno, enquanto os outros tipos não alcançaram 10% de germinação. Provavelmente a cor das sementes reflita o grau de maturação, sendo que as sementes verdes estejam em estágio imaturo, e as sementes de coloração vermelha passaram do estágio de maturação, tendo perdido a capacidade germinativa. Esse dado é extremamente importante e pode indicar as características morfológicas ideais de maturação que a semente deve apresentar para alcançar valores satisfatórios de germinação. Estudos voltados para os aspectos morfológicos da semente podem contribuir para otimizar a germinação e propagar as espécies, por meio do tratamento silvicultural das mesmas (Mello & Varela, 2006).

O tratamento com ácido sulfúrico apresenta-se como o melhor para superar a dormência das sementes, uma vez que seu tegumento pode apresentar impermeabilidade à água, tornando a germinação difícil em condições normais. Além da quebra da dormência, a seleção das sementes por características morfológicas de tamanho, e princi-

palmente de cor, mostrou-se fundamental, já que mais de 80% das sementes germinaram após a escarificação química, índice bastante significativo para a espécie, conhecida por sua grande dificuldade de propagação. Novos estudos, porém, com a avaliação de aspectos fisiológicos e bioquímicos envolvidos no processo de maturação devem ser realizados para a correta seleção das sementes.

CONCLUSÃO

A espécie arbórea sucupira-preta apresenta sementes dormentes que necessitam de um tratamento para sua superação. Os resultados obtidos indicam que o melhor tratamento é a escarificação química das sementes com ácido sulfúrico. Por outro lado, os dados apontam que a ausência de luminosidade e a presença de carvão ativado para adsorção de compostos inibidores também causaram incremento significativo na germinação das sementes. Igualmente, as sementes de cor laranja apresentaram alta taxa de germinação, sugerindo ser essa cor um possível indicativo de maturação.

REFERÊNCIAS

- Airi, S.; Rawal, R.S.; Samant, S.S. & Dhar, U. (1998). Treatments to improve germination of four multipurpose trees of central sub Himalaya. *Seed Science Technology*, 26(2):347-54.
- Albuquerque, K.S.; Guimarães, R.M.; Almeida, I.F. & Clemente, A.C.S. (2007). Métodos para a superação da dormência em sementes de Sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.). *Ciência Agrotécnica*, 31(6):1716-21.
- Allen, P.S. & Meyer, S.E. (1998). Ecological aspects of seed dormancy loss. *Seed Science Research*, 8(2):183-91.
- Almeida, S.P.; Proença, C.E.B.; Sano, S.M. & Ribeiro, J.F. (1998). *Cerrado: espécies vegetais úteis*. Planaltina: Embrapa.
- Andrade, A.C.S.; Loureiro, M.B.; Souza, A.D.O. & Ramos, F.N. (1997). Quebra de dormência de sementes de Sucupira-preta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 32(5):465-69.
- Carvalho, N.M. & Nakagawa, J. (2000). *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP.

- Crepaldi, I.C.; Santana, J.R.F. & Lima, P.B. (1998). Quebra de dormência de sementes de pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. - Leguminosae, Caesalpinioideae). *Sitientibus*, 18:19-29.
- Dutra, A.S.; Teófilo, E.M. & Medeiros Filho, S. (2010). Germinação de sementes de Macambira (*Bromelia laciosa* Mart. Ex Schult). *Revista Caatinga*, 23(2):12-7.
- Eira, M.T.S. & Caldas, L.S. (2000). Seed dormancy and germination as concurrent processes. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 12:85-104.
- Klein, A. & Felipe, G.M. (1991). Efeito da luz na germinação de sementes de ervas invasoras. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 26(7):955-66.
- Lorenzi, H. (1992). *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil*. Nova Odessa: Ed. Plantarum.
- Marcos Filho, J. (2005). *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ.
- McDonald, M.D. & Khan, A.A. (1983). Acid scarification and protein synthesis during seed germination. *Agronomy Journal*, 2(75):111-14.
- Mello, M.F.F. & Varela, V.P. (2006). Aspectos morfológicos de frutos, sementes, germinação e plântulas de duas espécies florestais da Amazônia: I. *Dinizia excelsa* Ducke (Angelim-Pedra). II. *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Cedrorana) - Leguminosae: Mimosoideae. *Revista Brasileira de Sementes*, 28(1):54-62.
- Pacheco, M.V. & Matos, V.P. (2009). Método para superação de dormência tegumentar em sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 4(1):62-6.
- Perez, S.C.J.G.A. (2004). Envoltórios. In: Ferreira, A.G.; Borghetti, F. (Ed.). *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed. p.125-34.
- Ribas, L.L.F.; Fossati, L.C. & Nogueira, A.C. (1996). Superação da dormência de sementes de *Mimosa bimucronata* (D.C.) O. Kuntze (maricá). *Revista Brasileira de Sementes*, 18(1):98-101.
- Rolston, M.P. (1978). Water impermeable seed dormancy. *The Botanical Review*, 44:365-9.
- Sampaio, L.S.V.; Peixoto, C.P.; Peixoto, M.F.S.P.; Costa, J.A.; Garrido, M.S. & Mendes, L.N. (2001). Ácido sulfúrico na superação da dormência de sementes de Sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* H.B.K. - Fabaceae). *Revista Brasileira de Sementes*, 23(1):184-90.
- Schatral, A. & Fox, J.E.D. (1994). Quality and viability of seeds in the genus *Hibbertia*. *Seeds Science and Technology*, 22(2):273-84.
- Schmidt, L. (2002). *Guide to handling tropical and subtropical forest seed*. Humlebaek: DFSC.
- Smiderle, O.J. & Souza, R.C.P. (2003). Dormência em sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth - Fabaceae - Papilionidae). *Revista Brasileira de Sementes*, 25(2):48-52.
- Torres, S.B. & Santos, D.S.B.S. (1994). Superação de dormência em sementes de *Acacia senegal* (E.) Willd. e *Parkinsonia aculeata* (E.) *Revista Brasileira de Sementes*, 16(1):54-7.
- Vastano Junior, B.; Barbosa, A.P. & Gonçalves, A.N. (1983). Tratamentos pré-germinativos de sementes de espécies florestais Amazônicas. Angelim Pedra (*Dinizia excelsa* Ducke Leguminosae, Mimosoideae). *Acta Amazônica*, 13(2):413-9.
- Vazquez-Yanes, C. & Orozco-Sergovia, A. (1993). Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 24:69-87.
- Villiers, T.A. (1972). Seed dormancy. In: Kozlowsky, T.T. (Ed.). *Seed biology*. New York: Academic Press. v.2, p.220-82.

Recebido em: 14/1/2011

Versão final reapresentada em: 26/5/2011

Aprovado em: 25/7/2011

Entomofauna capturada em armadilha para dípteros na Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro

Entomofauna caught with fly-traps in the Tinguá Biological Reserve, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, Brazil

Analu Bento da Silva¹
Bárbara de Queiroz Gadelha¹
Antônia de Castro Ribeiro²
Adriana Cristina Pedroso Ferraz¹
Valéria Magalhães Aguiar³

RESUMO

A utilização de sardinha como isca pode atrair uma grande variedade de insetos. Objetivou-se avaliar a diversidade de insetos associados a uma armadilha tipicamente utilizada para a captura de dípteros muscóides na Reserva Biológica do Tinguá, em 4 pontos de coleta; avaliar a influência das variáveis ambientais (temperatura, precipitação e umidade relativa do ar) na abundância dos insetos, e realizar análises faunísticas para comparar a entomofauna nos diferentes pontos. Durante dois anos, foram realizadas oito coletas sazonais por meio de armadilhas contendo sardinha, expostas por 48 horas, em diferentes pontos: A, na borda da mata; B, C e D, localizados a 1 000, 500 e 2 000 metros de distância, no sentido do interior da mata, respectivamente. Além da ordem Diptera, 223 insetos foram capturados, dos 118 (52,68%) integrantes da ordem Coleoptera, 63 (54,78%) pertenciam à família Staphylinidae, 16 (13,91%), à família Histeridae, 14 (12,17%), à família Cryptophagidae, 13 (11,30%), à família Silphidae, e as famílias Scarabaeidae e Nitidulidae tiveram 6 integrantes (5,22%) coletados cada uma. Dos 99 indivíduos (44,20%) da ordem Hymenoptera, 89 (89,90%) eram da família

¹ Biólogas. Rio de Janeiro, Brasil.

² Biomédica. Rio de Janeiro, Brasil.

³ Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Departamento de Microbiologia e Parasitologia, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Neotropical. R. Frei Caneca, 94, Centro, 20211-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: V.M. AGUIAR. E-mail: <valeria@unirio.br>.

Vespidae, 9 (9,09%), da família Apidae, e 1 (1,01%), da família Formicidae. Seis (2,68%) integrantes da ordem Orthoptera foram coletados: 4 (66,67%) da família Tettigoniidae e outros 2 (33,33%) da família Gryllacrididae. A curva de rarefação indicou que a amostragem foi suficiente para atingir o número de famílias da comunidade. As variáveis ambientais não influenciaram a abundância das famílias capturadas, no entanto as estações primavera e inverno apresentaram maiores índices de captura. Os índices faunísticos (*Dominance_D*, *Shannon_H*, *Equitability_J*, *Chao-1*) mostraram diferenças entre os pontos de coleta. O ponto D apresentou maior abundância de indivíduos e o ponto A maior riqueza específica. A armadilha utilizada não apresenta elevada especificidade para Diptera.

Palavras-chave: Armadilha para dípteros. Biodiversidade. Conservação. Efeito de borda. Mata Atlântica.

ABSTRACT

*The use of sardines as bait may attract a wide variety of insects. The study aimed to analyze the diversity of insects caught by a trap typically used for catching flies in the Biological Reserve of Tinguá in four different locations, analyze the influence of environmental variables (temperature, rainfall, and relative humidity) on insect abundance, and compare the insect fauna in different locations using faunal analyses. Seasonal samples were taken over two years using traps with sardines exposed at different sites for 48 hours: A, at the forest edge; B, C, and D, located at 1,000, 500 and 2,000 meters inside the forest, respectively. A total of 223 insects were caught in addition to Diptera, of the 118 (52.68%) Coleoptera, 63 (54.78%) belonged to the Staphylinidae family, 16 (13.91%) to the Histeridae family, 14 (12.17%) to the Cryptophagidae family, 13 (11.30%) to the Silphidae family, and the families Scarabaeidae and Nitidulidae had six representatives (5.22%) each. Of the 99 (44.20%) Hymenoptera, 89 (89.90%) were of the Vespidae family, nine (9.09%) of the Apidae family, and one (1.01%) of the Formicidae family. Six (2.68%) members of the Orthoptera order were collected: four (66.67%) of the Tettigoniidae family and two (33.33%) of the Gryllacrididae family. The rarefaction curve indicated that sampling was sufficient to achieve the number of families in the community. Environmental variables did not influence the abundance of families captured. However, more insects were caught during spring and winter. Faunal analyses (*Dominance_D*, *Shannon_H*, *Equitability_J*, *Chao-1*) showed that the locations differed faunistically. Point D had the highest species abundance and variety. The study trap is not highly specific for Diptera.*

Keywords: Atlantic Forest. biodiversity. Conservation. Edge effects. Trap for flies.

INTRODUÇÃO

Os estudos de levantamento e caracterização da fauna são importantes, pois permitem o início da compreensão das complexas relações existentes entre os diferentes organismos na natureza. Atualmente esse tipo de conhecimento vem sendo utilizado no desenvolvimento de ações de gestão

ambiental e na elaboração de políticas de conservação.

Alterações no padrão da vegetação comumente produzem interferência na fauna entomológica, como foi observado por Silveira-Neto et al. (1995) e Thomazini & Thomazini (2000). De acordo com Didham et al. (1996), a fragmentação florestal

não influencia apenas a abundância e a diversidade dos insetos, mas também modifica as interações entre eles e os demais organismos, resultando na perturbação de vários processos biológicos.

Métodos de coleta de insetos para estudos faunísticos tendem a ser, em maior ou menor amplitude, seletivos (Rafael, 2002). A classificação das armadilhas de captura envolve a sua finalidade, mecanismo de funcionamento e atração, segundo a exigência do operador ou ainda de acordo com o tipo de inseto que captura. Segundo Parra (1982), as armadilhas utilizadas para capturar insetos podem ser divididas nos seguintes tipos: aparelhos que exigem a presença do operador, aparelhos sem atraente e que não exigem a presença do operador, aparelhos com atraente e que não exigem a presença do operador.

Dentre os aparelhos que exigem a presença do operador, tem-se a rede entomológica (*insect net*), que é um método de captura ativo de insetos. Dentre os aparelhos sem atraente e que não exigem a presença do operador, há a armadilha de interceptação de voo adequada à captura de insetos voadores, como a Armadilha Malaise (*Malaise trap*), que possui o formato de uma tenda, e a Armadilha adesiva (*Sticky trap*), que prende os insetos a uma substância adesiva. Armadilhas utilizadas em levantamentos faunísticos para capturar dípteros (moscas) se enquadram na modalidade de aparelhos com atraente e que não exigem a presença do operador, nesse caso, utiliza-se isca atrativa no seu interior.

Segundo Esposito & Carvalho (2006), as moscas podem funcionar como indicadores de interferências humanas nos ambientes naturais por apresentarem rápida resposta populacional e sensibilidade ambiental. Quando esses insetos são objeto de estudo, a coleta é realizada com armadilha contendo isca. O uso de fígado ou peixe, por exemplo, se faz necessário quando o principal objetivo da coleta é a captura de dípteros caliptrados, como Muscidae, Calliphoridae e Sarcophagidae (Almeida *et al.* 1998). Porém, esse tipo de isca também é capaz de atrair uma grande variedade de insetos

que fazem uso de carne em decomposição como recurso alimentar, substratos para postura de ovos ou pela presença de outros insetos na armadilha que podem constituir parte de sua dieta.

A presença de outros insetos foi observada em estudos anteriores conduzidos por Ferráz *et al.* (2010a, 2010b, 2010c), no entanto não há registro de quais insetos foram capturados nesse tipo de armadilha. Dessa forma, sugere-se que esse substrato possa ser visitado por insetos predadores, parasitoides ou simplesmente acidentais, além dos que apresentam comportamento necrófago. Esse comportamento também foi registrado por Furusawa & Cassino (2006), que relataram a invasão de armadilhas por aracnídeos, vespas e formigas, o que prejudica a identificação de alguns espécimes em um estudo realizado sobre a superfamília Oestroidea.

Dentre os grupos não alvos encontrados nesse tipo de estudo, destacam-se a presença das ordens Coleoptera, Hymenoptera e Orthoptera. A ordem Coleoptera é a mais numerosa entre os insetos e apresenta uma grande diversidade tanto ecológica quanto morfológica (Ruppert *et al.* 2005), sendo muitos de seus integrantes tipicamente associados a material em decomposição. A ordem Hymenoptera é bastante conhecida pelo seu papel na polinização, no entanto carcaças são consideradas importantes fontes alimentares para vespas sociais e abelhas da região neotropical (Silveira *et al.* 2005). Algo similar pode ser observado para ordem Orthoptera, que é amplamente conhecida por seu hábito fitófago, mas algumas famílias podem se alimentar de outros insetos (Triplehorn & Johnson 2005).

Uma política de preservação ambiental deve contemplar a diversidade biológica com áreas representativas dos vários ambientes naturais ainda existentes. O efeito antrópico sobre a população de insetos em ambiente florestal pode ser avaliado em função da análise dos insetos capturados dentro de um gradiente da borda para o interior da mata. Um dos fatores relacionados à modificação dos habitats e que mais afetam um fragmento é o efeito de borda, que foi definido por Forman & Gordon (1986) como uma alteração na estrutura, na composição

e/ou na abundância relativa de espécies na parte marginal de um fragmento, acarretando um aumento nos níveis de luz, temperatura e vento, além de maior umidade. Essas alterações afetam os processos de decomposição dos nutrientes e as taxas dos invertebrados (Van Dyke, 2008). Esses efeitos de borda são evidentes até 500 m para dentro da floresta, porém são frequentemente mais notáveis nos primeiros 35 m (Laurence, 1991).

Diante disso, o presente estudo teve como objetivos avaliar a diversidade de insetos associados a uma armadilha tipicamente utilizada para a captura de dípteros muscoides na Reserva Biológica do Tinguá (REBIO-Tinguá) em quatro pontos de coleta localizados em diferentes gradientes a partir da borda florestal, avaliar a influência das variáveis ambientais (temperatura, precipitação e umidade relativa do ar) na abundância dos insetos e realizar análises faunísticas para comparar a entomofauna nos diferentes pontos.

MATERIAL E MÉTODOS

A Reserva Biológica do Tinguá tem 24 903 hectares e está localizada na Serra do Mar, entre os municípios de Nova Iguaçu, Duque de Caxias, Petrópolis, Miguel Pereira e Vassouras (Silva, 2000). A unidade foi criada em 1989, visando proteger uma amostra significativa da mata Atlântica. Ela apresenta clima tropical úmido e é coberta por uma vegetação ombrófila densa.

Os dados foram obtidos com a utilização de armadilhas do tipo utilizado para a captura de dípteros muscoides, de acordo com a descrição contida em Mello et al. (2007). Esse modelo consiste de um recipiente preto com quatro furos na base, coberto por um recipiente transparente, sendo as duas partes separadas por um funil invertido de filó. Cada armadilha continha aproximadamente 400 g de sardinha descongelada por 24 horas em geladeira antes da exposição. As armadilhas foram penduradas em pares em cada ponto de coleta, aproximadamente a cinco metros de distância uma da outra e a um metro e meio do solo, e deixadas em campo por 48 horas.

As armadilhas foram colocadas em 4 pontos, duas em cada ponto, com diferentes distâncias de um corredor desmatado: ponto A (S 22°35'13.09" W 43°26'10.00") na borda da mata e os pontos B (S 22°35'08.91" W 43°26'33.05"), C (S 22°35'03.85" W 43°26'40.53") e D (S 22°34'56.76" W 43°27'15.34") localizados a 1 000, 500 e 2 000 metros para dentro da mata, respectivamente. Os pontos se localizaram próximos à entrada da reserva em Nova Iguaçu.

Os insetos foram coletados a cada estação durante dois anos de estudo (de 2007 a 2009), totalizando oito coletas. Após serem armazenados em álcool 70%, os espécimes foram identificados em relação ao nível taxonômico de família seguindo as chaves taxonômicas contidas em Tripleton & Johnson (2005). Para a identificação taxonômica, foi utilizado microscópio estereoscópico, e os exemplares testemunhas foram depositados na coleção entomológica do Laboratório de Estudos de Dípteros da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.

Dados referentes à temperatura, precipitação e umidade relativa do ar foram obtidos através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pela estação da cidade do Rio de Janeiro (S 22°53' W 43°11').

Realizou-se uma análise faunística em que se considerou cada ponto de coleta como uma comunidade diferente:

1) *Frequência de famílias na comunidade*: Foram definidas como raras aquelas que tiveram um ou dois indivíduos coletados por localidade, chamados respectivamente de *Singletons* e *Doubletons*. As encontradas somente em uma amostra foram consideradas *Uniques*; as encontradas em apenas duas amostras, *Duplicates*; as famílias com três a 51 indivíduos, intermediárias; e comuns as com 52 ou mais indivíduos (Krüger, 2006).

2) *Estimativas não paramétricas de riqueza de espécies*: Foi considerada para este estudo riqueza como o número total de famílias em uma unidade amostral. Segundo Colwel & Coddington (1994), os estimadores que se baseiam na riqueza das famílias raras fazem uso das quatro variáveis:

Singletons, Doubletons, Uniques e Duplicates. O estimador *Chao 1* é baseado na abundância e utiliza a relação entre o número de *Singletons* e *Doubletons* (Colwell & Coddington (1994). A fórmula para *Chao 1* (Chao, 1984, 1987) é: $Chao\ 1 = Sobs + (a^2/2b)$, onde *Sobs* é o número de famílias observadas nas amostras, *a* é o número de famílias representadas por apenas um espécime, e *b* é o número de famílias representadas por exatamente dois espécimes.

3) *Diversidade e equidade*: Os índices de diversidade foram calculados pela função de Shannon-Wiener: $H' = -\sum (fi) \log (fi)$, onde *fi* é a proporção dos indivíduos pertencentes a n-ésima família e *ln* é o logaritmo neperiano (Pielou, 1966). Esse índice de diversidade combina riqueza com uniformidade; ele atribui maior peso às famílias raras e é o melhor para ser usado em comparações, se não houver interesse em se separarem esses dois componentes. Além disso, é relativamente independente do tamanho da amostra e apresenta uma distribuição normal, contanto que *N* seja um número inteiro e apropriado para amostras aleatórias de famílias de uma comunidade ou subcomunidade de interesse (Rodrigues, 2004). Para provar a hipótese nula de que as amostras (pontos A, B, C e D medidos com índice de Shannon) são iguais, procedeu-se conforme Hutcheson (Zar, 1999). Para cada amostra, calculou-se o índice de diversidade ponderado (*Hp*) em função da frequência de cada família: $Hp = (N \log N) - (\sum fi \log fi) / N$, onde *fi* = frequência (número de indivíduos) registrada para a família *i*, e a variância do índice de diversidade ponderado: $var = [\sum fi \log^2 fi - (\sum fi \log fi)^2] / N^2$. Calculou-se a diferença das variâncias de ambas as amostras: $Dvar = \sqrt{(var\ 1 + var\ 2)}$. Obteve-se o valor de *t*: $t = Hp1 - Hp2 / Dvar$. Calculou-se o grau de liberdade associado com o valor de *t*: $g.l. = (var1 + var2) / (var1 / N1 + var2 / N2)$. Comparou-se o *t* calculado com *t* tabelado.

A riqueza de famílias capturadas foi comparada entre as quatro localidades pela técnica de rarefação, onde o número esperado de famílias é calculado por escolha aleatória a partir de uma subamostra *n* de todas as amostras contidas em *N*.

Equitabilidade expressa a maneira pela qual o número de indivíduos está distribuído entre as diferentes famílias, isto é, indica se as diferentes famílias apresentam abundância (número de indivíduos) semelhante ou divergente. A Equidade *J* compara a diversidade de Shannon-Wiener com a distribuição das famílias observadas. No entanto, todas as amostras devem ser de um mesmo ambiente e conter amostragem suficiente para todas as famílias (Rodrigues, 2004). A equidade, equitabilidade ou igualdade refere-se ao padrão de distribuição de indivíduos entre as famílias (Rodrigues, 2004). O índice de equidade (*J'*) foi calculado segundo Pielou (1966): $J' = H'/Hmax$, onde *H'* é o índice de Shannon-Wiener e *Hmax* é o logaritmo neperiano (*ln*) do número total de famílias na amostra. Esse índice varia de 0 a 1 e verifica a uniformidade das capturas ao longo da amostragem (Magurran & MacGrill, 2011).

A Dominância foi calculada pelo índice de Berger-Parker (*D*), que expressa a importância das famílias mais abundantes ($D = N_{max}/N$), onde *N* máx é o número de indivíduos da família mais abundante e *N* o número total de indivíduos na amostra) (Magurran, 1989). Para o cálculo dos índices supracitados, foi utilizado o Programa Past (Hammer et al., 2001).

4) *Similaridade entre as populações*: A similaridade entre as populações de insetos nos diferentes pontos foi calculada através do Coeficiente de Jaccard, que é expresso pela equação $J = X + Y - Z / Z$, sendo *X* = número de levantamentos com a família *X*; *Y* = número de levantamentos com as famílias *Y*, e *Z* = número de levantamentos contendo, simultaneamente, as duas famílias. Esse índice varia de 0 a 1 (Magurran & MacGrill, 2011). Utilizou-se o programa estatístico DivEs versão 2.0 (Rodrigues, 2005) para essa análise.

Foi realizada regressão linear múltipla para avaliar a influência das variáveis ambientais (temperatura, precipitação e umidade relativa do ar) na abundância dos insetos capturados em cada ponto de coleta (A, B, C e D) (Zar, 2010; Gotelli & Ellison, 2011). Utilizou-se o programa Bioestat 5.3 (Ayres et al., 2007) para essa análise.

RESULTADOS

Oito amostragens foram realizadas durante o período de dois anos de estudo, resultando num total de 223 insetos capturados não pertencentes à ordem Diptera, sendo 118 (52,91%) pertencentes à ordem Coleoptera, 99 (44,39%) à ordem Hymenoptera e seis (2,69%) à ordem Orthoptera (Tabela 1).

Entre os coleópteros, 63 (53,39%) pertenciam à família Staphylinidae, 16 (13,56%), à família Histeridae, 14 (11,86%), à família Cryptophagidae, 13 (11,02%), à família Silphidae, e as famílias Scarabaeidae e Nitidulidae tiveram 6 integrantes (5,08%) coletados cada uma. Os himenópteros foram representados por 89 (89,90%) indivíduos da família Vespidae, 9 (9,09%) da família Apidae e 1 (1,01%) integrante da família Formicidae. Já os ortópteros foram representados por 4 (66,67%) espécimes da família Tettigoniidae e outros 2 (33,33%) da família Gryllacrididae (Tabela 1).

O ponto D foi o que teve maior número de espécimes coletados, seguido do Ponto B, Ponto C e Ponto A. A abundância de insetos por família capturada indica que, em seis das 11 famílias (Tabela 2), as maiores abundâncias estão presentes no ponto D (a 2 000 m da borda), onde foi registrado o maior número de famílias classificadas como intermediárias, isto é, que apresentam de 3 a 51 indivíduos. Em contrapartida, no ponto A, localizado na borda florestal, predominou famílias classificadas como raras, com uma frequência de um a dois indivíduos (*Singletons* e *Doubletons*). Na Tabela 3, visualizam-se os dados de abundância dos indivíduos, como descrito acima, e apresenta o ponto A como aquele com maior riqueza específica (S), seguido pelo ponto D, e os pontos B e C apresentaram a mesma riqueza de famílias.

O maior valor para Dominância de Berger-Parker, que expressa a importância relativa das famílias mais abundantes, foi obtido no ponto A (borda). Os pontos B e D (1 000 m e 2 000 m da borda, respectivamente), apresentaram maior valor do índice de diversidade de Shannon, seguidos pelo A e C (borda e a 500 m, respectivamente). Em relação à equitabilidade dos pontos, observa-se que

esta foi maior para o ponto B, D e C (pontos mais florestais) comparado ao ponto A (na borda) (Tabela 3). O estimador de riqueza de espécies *Chao 1* indicou maior valor para o ponto C, seguido do A, B e D.

A flutuação populacional dos espécimes capturados e as variáveis ambientais (temperatura, umidade relativa do ar e precipitação) podem ser observadas na Figura 1. Destacam-se a primavera, tanto no primeiro ano quanto no segundo ano de coleta, e o inverno do segundo ano de coleta por terem apresentado as maiores capturas de insetos.

A análise de regressão múltipla comparou a abundância das famílias de insetos capturadas com as variáveis ambientais. O valor de regressão ($F = 1.7074$) não foi significativo ($p = 0,1457$), aceitando a hipótese de nulidade de que nenhuma das variáveis independentes - temperatura, precipitação e umidade relativa - influenciou a abundância de insetos. Entre os coeficientes parciais de regressão b_1 , b_2 , b_3 ($b_1 =$ abundância x precipitação, $b_2 =$ abundância x temperatura, $b_3 =$ abundância x umidade relativa), nenhum foi estatisticamente significativo. O valor do coeficiente de determinação (R^2) foi 0,5615, e correlação múltipla (R_{yy}) apresentou valor 0,7493, a comparação entre os coeficientes parciais de regressão também não apresentaram valores significativos (b_1 e $b_2 = 0,3955$, b_1 e $b_3 = 0,885$, b_2 e $b_3 = 0,1231$).

Em relação à similaridade calculada pelo índice de Jaccard das populações de coleópteros, o ponto D se mostrou o mais similar aos demais ($A \times D = 83,33\%$; $B \times D = 100\%$; $C \times D = 83,33\%$). Entretanto, todos os pontos se mostraram muito similares entre si ($A \times B = 83,33\%$; $A \times C = 66,67\%$; $B \times C = 83,33\%$). Já para as populações de himenópteros, os pontos que mais se assemelharam de acordo com o coeficiente de Jaccard foram $C \times D$ (100%), seguidos por $A \times C$ (66,67%), $A \times D$ (66,67%), $B \times C$ (50%), $B \times D$ (50%) e $A \times B$ (33,33%). Para os ortópteros, o índice de Jaccard foi de 0% de similaridade entre os pontos $B \times C$ e $C \times D$ e 100% entre os pontos $B \times D$. O ponto A mostrou-se o mais similar aos demais ($A \times B = 50\%$; $A \times C = 50\%$; $A \times D = 50\%$).

A curva de rarefação, representada na Figura 2, estabilizou-se. Percebe-se que há um padrão

Tabela 1. Número de indivíduos e porcentagem de famílias de insetos capturados em cada ponto de coleta (A = borda florestal, B = 1 000 m, C = 500 m, D = 2 000 m para dentro da mata) na Reserva Biológica do Tinguá (RJ), durante dois anos de coleta.

Ordem	Família	A		B		B		B		Total
		n	%	n	%	n	%	n	%	
Coleoptera	Cryptophagidae	2	4,44	1	1,61	3	6,52	8	11,43	14
	Histeridae	1	2,22	13	20,97	1	2,17	1	1,43	16
	Nitidulidae	2	4,44	1	1,61	0	0,00	3	4,28	6
	Scarabaeidae	0	0,00	1	1,61	1	2,17	4	5,71	6
	Silphidae	2	4,44	8	12,90	1	2,17	2	2,86	13
	Staphylinidae	12	26,67	17	27,42	13	28,26	21	30,00	63
Hymenoptera	Apidae	1	2,22	0	0,00	6	13,04	2	2,86	9
	Formicidae	1	2,22	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1
	Vespidae	22	48,87	19	30,64	20	13,48	28	40,00	89
Orthoptera	Gryllacrididae	1	2,22	0	0,00	1	2,17	0	0,00	2
	Tettigoniidae	1	2,22	2	3,22	0	0,00	1	1,43	4
Total		45	100,00	62	100,00	46	100,00	70	100,00	223

Tabela 2. Classificação da frequência* das famílias capturadas em armadilha contendo sardinha como isca nos pontos de coleta (A = borda florestal, B = 1 000 m, C = 500 m, D = 2 000 m para dentro da mata), na Reserva Biológica do Tinguá (RJ).

Famílias	Ponto A	Ponto B	Ponto C	Ponto D
Cryptophagidae	Rara	Rara	Intermediária	Intermediária
Histeridae	Rara	Intermediária	Rara	Rara
Nitidulidae	Rara	Rara	Ausente	Intermediária
Scarabaeidae	Ausente	Rara	Rara	Intermediária
Silphidae	Rara	Intermediária	Rara	Rara
Staphylinidae	Intermediária	Intermediária	Intermediária	Intermediária
Apidae	Rara	Rara	Intermediária	Intermediária
Formicidae	Rara	Rara	Ausente	Ausente
Vespidae	Intermediária	Intermediária	Intermediária	Intermediária
Gryllacrididae	Rara	Rara	Rara	Ausente
Tettigoniidae	Rara	Rara	Ausente	Rara

Nota: *Raras: um ou dois indivíduos coletados por localidade (*Singletons* e *Doubletons*), aquelas encontradas somente em uma amostra (*Uniques*) e aquelas encontradas em apenas duas amostras (*Duplicates*); Intermediárias: com três a 51 indivíduos; Comuns: as com 52 ou mais indivíduos.

Tabela 3. Análise Faunística dos insetos capturados em nível de família em armadilha contendo sardinha como isca comparando os diferentes pontos de coleta (A = borda florestal, B = 1 000 m, C = 500 m, D = 2 000 m para dentro da mata), durante dois anos, na Reserva Biológica do Tinguá (RJ).

Índices faunísticos	Ponto A	Ponto B	Ponto C	Ponto D
Riqueza específica S	10	8	8	9
Indivíduos (n)	45	62	46	70
Dominance_D	0,3185	0,2315	0,2921	0,2702
Shannon_H	1,54	1,619	1,496	1,599
Equitability_J	0,669	0,7788	0,7194	0,7276
Chao -1	12,5	9,5	14,0	9,333

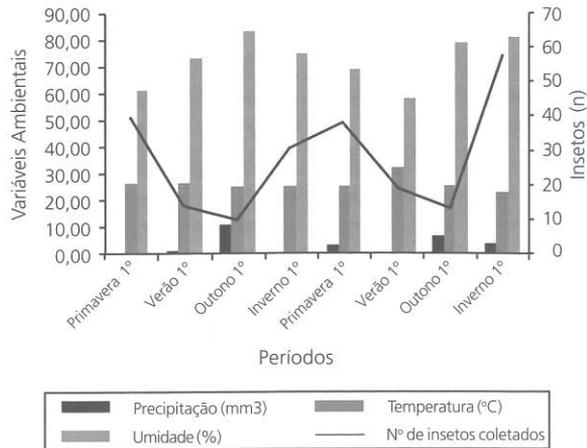


Figura 1. Flutuação populacional dos espécimes capturados com armadilhas contendo sardinha como isca e as variáveis ambientais (temperatura, umidade relativa do ar e precipitação), durante dois anos, na Reserva Biológica do Tinguá (RJ).

muito similar para os quatros locais de coletas: todas as curvas de rarefação se assemelham a uma assíntota. Nota-se também que o ponto D apresenta maior número de famílias.

DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos nas coletas realizadas na Reserva Biológica do Tinguá, pôde-se observar uma considerável riqueza de famílias pertencentes a ordens não alvo em armadilhas para dípteros contendo sardinha como isca. A comparação de dados com outros autores fica dificultada, já que estudos envolvendo dípteros e tal tipo de armadilha normalmente não incluem a identificação de outros insetos que venham a ser capturados. Como exemplo, pode-se citar Marinho *et al.* (2006), Mello *et al.* (2007), Gadelha (2009) e Ferraz *et al.* (2010a; 2010b; 2010c). À exceção disso, Furusawa & Cassino (2006), num estudo com dípteros, informaram a invasão das armadilhas por aracnídeos, vespas e formigas, ainda que identificando apenas *Cephalotes atratus* (Linnaeus, 1758) como a espécie mais frequente.

Estudos nos quais as ordens Coleoptera, Hymenoptera ou Orthoptera são alvo, outros tipos de armadilha são utilizados. A armadilha *pitfall*, com

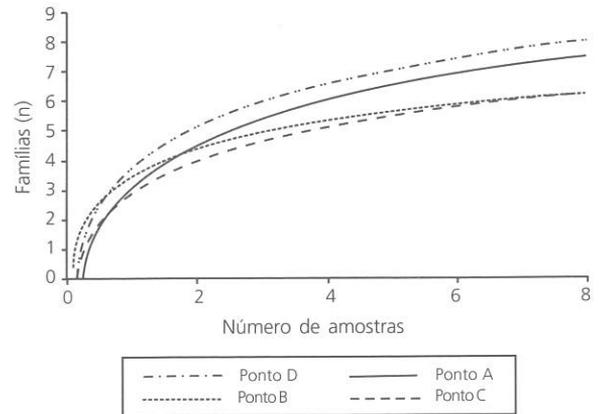


Figura 2. Curva de rarefação entre o número de amostras e o número de famílias capturadas com armadilhas contendo sardinha como isca durante dois anos, na Reserva Biológica do Tinguá (RJ).

ou sem o uso de isca, é comumente utilizada, principalmente na captura de coleópteros em geral (Mise *et al.*, 2007; Barbosa, 2008) e formigas (Schütte *et al.*, 2007). Esse tipo de armadilha foi utilizado, por exemplo, em levantamento da entomofauna terrestre conduzido por Souza *et al.* (2013), em que 11 ordens de insetos foram capturadas. Já a captura de ortópteros e himenópteros é normalmente feita por coleta ativa com a utilização de redes e guarda-chuvas entomológicos (Graciane *et al.*, 2005; Gomes *et al.*, 2007). No entanto, outros estudos envolvendo vespas têm sido conduzidos com o mesmo tipo de armadilha utilizada para a captura de dípteros (Silveira *et al.*, 2005; Moretti *et al.*, 2008).

Apesar dos métodos de coleta se apresentarem mais ou menos seletivos para um determinado grupo de inseto, observa-se que diferentes ordens são capturadas em um determinado tipo de armadilha. A armadilha *Malaise*, por exemplo, foi capaz de capturar 19 ordens de insetos no trabalho desenvolvido por Dutra & Marinoni (1994). Em outro trabalho, observou-se que, em uma armadilha tipicamente utilizada para mosca-das-frutas, foram registrados outros insetos da ordem Diptera, como também Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera e Neuroptera (Medeiros & Andrade, 2009).

Analisando os insetos coletados, verifica-se que a presença da ordem Coleoptera no presente estudo já era esperada pela grande diversidade de hábitos alimentares apresentados por esses insetos, como amplamente divulgado por autores como Ruppert *et al.* (2005), Triplehorn & Johnson (2005), e por ser considerada a segunda ordem em importância na área da entomologia forense (Oliveira-Costa, 2011). Todas as famílias de coleópteros coletadas, com exceção de Cryptophagidae, são associadas a carcaças em decomposição (Mise *et al.*, 2007; Oliveira-Costa, 2011), seja ocupando a posição de necrófagos, que se alimentam dos tecidos em decomposição (Scarabaeidae), seja como predadores (Histeridae e Staphylinidae), que se alimentam de outros artrópodes atraídos pela carcaça, como moscas. A família Cryptophagidae tem hábitos fungívoros (Triplehorn & Johnson, 2005), e algumas espécies são associadas a ninhos de abelhas da tribo Bombini (Chavarría, 1994).

A ausência de informações sobre coleópteros predadores como Staphylinidae também foi sentida por Martins *et al.* (2009). Esses autores reconheceram seu potencial para a atuação como controladores biológicos, além de sua grande importância na entomologia forense, já que contêm diversas espécies predadoras, tanto na fase adulta quanto na fase larval (Oliveira-Costa, 2011). No presente estudo, a ordem Coleoptera está representada por seis famílias, das quais quatro foram classificadas como intermediárias no ponto D, ou seja, no ponto de coleta mais interiorizado e menos sujeito à ação antrópica. Staphylinidae foi a família com maior abundância de indivíduos.

A ordem Hymenoptera está representada por três famílias, sendo Vespidae aquela com maior abundância e classificada como intermediária em todos os pontos de coleta, sendo o ponto D o que apresentou maior número de indivíduos. Resultados confirmados por Moretti *et al.* (2008), que em seu estudo observou o maior número de vespas capturadas no ponto mais distante da borda, portanto menos susceptível à influência antrópica e aos efeitos de borda.

Richter (2000) afirmou que vespas sociais, caracterizadas como generalistas oportunistas, podem se alimentar tanto de outros artrópodes como de matéria animal em decomposição, e, assim sendo, fica impossível determinar se a presença desses insetos na armadilha se deve à atração da isca em decomposição ou à grande concentração de insetos dentro dela. Já Gomes *et al.* (2007) concluíram que abelhas e vespas presentes em carcaça de *Sus scrofa* (Linnaeus, 1758) alimentavam-se exclusivamente de fluidos corporais, embora as vespas possam ter coletado pedaços da carcaça para alimentação larval.

A provável razão para a baixa abundância de indivíduos da família Formicidae nas coletas pode estar relacionada ao posicionamento da armadilha em campo, devido ao fato de, conforme as instruções de Silveira-Neto *et al.* (1995), as armadilhas terem sido penduradas a aproximadamente 1,5 m de distância do solo, impedindo o acesso desses indivíduos.

A família Apidae teve uma distribuição praticamente uniforme durante o período de coletas, porém observou-se apenas um indivíduo coletado no Ponto A e nenhum no Ponto B. Esses dados são corroborados com os resultados obtidos por Baumgartner & Roubik (1989), que indicaram o grupo de abelhas necrófilas como assinantrópico. Esses autores registraram também uma maior atratividade do peixe como isca em comparação a outros substratos.

A presença de indivíduos da ordem Orthoptera na armadilha não era esperada, já que esses insetos são amplamente conhecidos como sendo de hábito fitófago. O registro de ortópteros associados à matéria animal em decomposição realizado por Cruz & Vasconcelos (2006) refere-se a uma família diferente das encontradas no presente estudo. No entanto, segundo Triplehorn & Johnson (2005), as famílias Gryllacrididae e Tettigoniidae podem ser também predadores de outros insetos.

Os efeitos de borda são consequências da fragmentação dos ambientes e promovem modificações nos fatores abióticos e bióticos que

regulam o ecossistema. Essas modificações também são perceptíveis ao nível dos artrópodes, que, devido a sua abundância e diversidade, têm papel fundamental nos ecossistemas florestais (Ferraz, 2011). No entanto, pouco se sabe sobre os efeitos dessa fragmentação de habitats sobre a população de invertebrados em geral (Didham et al., 1996), sendo estes potenciais indicadores de qualidade ambiental pelo ciclo de vida curto e baixa resistência a desequilíbrios ambientais.

Trabalhos vêm sendo desenvolvidos a fim de determinar como os efeitos de borda vêm atuando sobre a fauna existente em florestas. Cita-se o de Ribas et al. (2005), que aborda os efeitos de borda em formigas e grilos no Sudeste do Brasil, o de McGeoch & Gaston (2000), em Diptera, Agromyzidae, em bosque suburbano em *United Kingdom*, Europa, o de Ferraz et al. (2010c), em Diptera, Calliphoridae em Nova Iguaçu (RJ), Brasil, o de Copatti & Gasparetto (2012), em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Campos Borges (RS), Brasil, o de Penariol & Madi-Ravazzi (2013), em Diptera, Drosophilidae, em São Paulo, Brasil.

A distribuição de plantas e de animais está relacionada a certas condições de temperatura, umidade e níveis de luz. Desse modo, segundo Ferraz et al. (2010c), muitas espécies dos fragmentos florestais poderão sofrer as influências dessas modificações ambientais e até ser eliminadas com essas mudanças.

Desse modo, quando uma floresta é fragmentada, muitas espécies desaparecem ou se tornam mais raras, enquanto outras não são afetadas ou até se tornam mais abundantes. Em geral, as espécies que são mais vulneráveis aos efeitos da fragmentação do *habitat* são aquelas que precisam de áreas de vida bem extensas, são negativamente afetadas pelos efeitos de borda, ou não se adaptam ao *habitat* matriz. Ou seja, são especialistas de floresta, que em geral têm necessidade de grandes áreas de floresta não perturbada. Já as espécies que são resistentes aos efeitos da fragmentação geralmente têm características opostas (Laurence & Vasconcelos, 2009).

A riqueza de espécies de insetos em alguns grupos taxonômicos pode aumentar se ocorrerem níveis intermediários de perturbações em florestas tropicais, como, por exemplo, aquelas perturbações parecidas com as naturais. No entanto, Thomazini & Thomazini (2000) alertaram que perturbações de maior grandeza, como desmatamentos e formação de fragmentos em florestas primárias, podem causar perda na riqueza e/ou diversidade de espécies de diversos grupos de insetos.

Comparando os pontos de coleta baseados nos diferentes índices faunísticos, o ponto D (2 000 m da borda) apresentou maior número de indivíduos coletados, seguido do B (1 000 m), C (500 m) e A (borda). No trabalho realizado por Gadelha (2009), na mesma área de estudo, porém com enfoque em Mesembrinellinae (Calliphoridae: Diptera), dípteros de área florestal, o ponto localizado na borda também apresentou menor número de espécimes coletados. Essa observação pode indicar a presença de uma abundante entomofauna florestal, com indivíduos adaptados a áreas pouco perturbadas nos pontos mais interiorizados. A maior riqueza específica deste estudo foi encontrada no ponto de borda, ponto A, seguido pelos pontos D, B e C. Esses resultados corroboram os de Ferraz et al. (2009), em estudos faunísticos de família Calliphoridae (Diptera), que indicaram o ponto da borda o de maior riqueza de espécies capturadas.

Por outro lado, a menor diversidade de famílias foi observada no ambiente alterado (borda florestal) e deve estar relacionada à lenta restauração da fauna após ações antrópicas. No presente estudo, os valores do índice de diversidade de Shannon-Wiener indicaram os pontos B e D com os maiores índices, seguidos pelo A e C. O menor número de indivíduos coletados no ponto A contrasta com o maior valor para a Dominância de Berger-Parker nesse ponto de borda. Observou-se que Vespidae predominou em relação a outras famílias de insetos nesse ponto. O fato de ambientes alterados propiciarem a organismos colonizadores alimento abundante, abrigo e locais adequados para a reprodução pode favorecer a permanência nesse local, podendo atingir altos valores de dominância,

como observado. Em relação à equitabilidade, os pontos B, D e C (pontos mais florestais) apresentaram maior uniformidade de captura comparados ao ponto A (na borda). Em áreas florestais pouco perturbadas, considera-se que a fauna atinja um equilíbrio no número de espécies e nas relações entre riqueza e abundância, o que provavelmente pode induzir a esses resultados. Resultados muito semelhantes também foram registrados por Ferraz *et al.* (2009).

O método *Chao 1* estima a riqueza total utilizando o número de famílias representadas por apenas um indivíduo nas amostras (*Singletons*) e o número de famílias com apenas dois indivíduos nas amostras (*Doubletons*), sendo verificado no ponto C o maior índice, seguido por A, B e D.

A rarefação é um método baseado em uma subamostragem aleatória e da generalização da riqueza de famílias esperada daquela subamostra (ou de qualquer outra estatística de diversidade), suavizando a curva (Gotelli, 2009). Desse modo, as curvas de rarefação se tornam menos densas, o que permite comparações mais significativas entre as áreas de estudo. Através de sua análise, o ponto D foi a localidade com maior riqueza esperada baseada em um número mínimo de indivíduos. Além disso, a curva de rarefação tem sido usada para indicar se a amostragem realizada foi suficiente para atingir o número de indivíduos total da comunidade. No presente estudo, observou-se que a curva estabilizou (patamar), indicando que a amostragem foi suficiente para atingir o número de famílias da comunidade.

As variáveis ambientais analisadas não influenciaram estatisticamente a abundância das famílias capturadas, porém o índice de captura atingiu níveis mais elevados na estação primavera e inverno, estações nas quais se observam temperaturas mais amenas.

Conclui-se, no presente estudo, que três ordens e 11 famílias de insetos foram registradas em armadilha típica para coleta de dípteros. Esse fato aponta que essa armadilha, apesar de sua indicação, pode também capturar outros insetos. O efeito de borda foi sentido tanto na abundância quanto na riqueza e diversidade das famílias de

insetos, onde os pontos de menor fragmentação (D e B mais interiorizados) apresentaram maior abundância e diversidade de famílias, ao passo que, o de maior fragmentação (A, na borda florestal) apresentou maior riqueza específica. Levantamentos da biodiversidade em áreas florestais, como o conduzido na Reserva Biológica do Tinguá, são fundamentais, principalmente, para conhecer as famílias que ocupam esses habitats e seus padrões de distribuição (biogeografia) e fornecer informações fundamentais para a elaboração de políticas de conservação.

A G R A D E C I M E N T O S

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, ao Financiamento de Estudos e Projetos e a Universidade do Estado do Rio de Janeiro pelo auxílio financeiro concedido ao estudo, à equipe da Reserva Biológica do Tinguá (Sede Nova Iguaçu) e ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis pela permissão à realização do estudo.

R E F E R Ê N C I A S

- Almeida, L.M.; Ribeiro-Costa, C.S.R. & Marinoni, L. (1998). *Manual de coleta, conservação, montagem e identificação de insetos*. Ribeirão Preto: Holos.
- Ayres, M.; Ayres, Jr. M.; Ayres, D.L. & Santos, A.S. (2007). *Bioestat: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas*. Belém: Ong Mamirauá.
- Barbosa, O.A.A. (2008). Entomofauna de solo em áreas de vegetação nativa e de cultivo de cana-de-açúcar no município de União, Piauí. Dissertação em Agronomia Universidade Federal do Piauí, Teresina. Disponível em <<http://www.ufpi.br/subsiteFiles/ppga/arquivos/files/dissertacao%205.pdf>>. (acesso: 5 maio 2014).
- Baumgartner, D.L. & Roubik, D.W. (1989). Ecology of necrophilous and filth-gathering stingless bees (Apidae: Meliponinae) of Peru. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 62(1):11-22.
- Chao, A. (1984). Non-parametric estimation of the number of classes in population. *Scandinavian Journal of Statistics*, 11:265-270.

- Chao, A. (1987). Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics*, 43:783-791.
- Chavarría, G. (1994). First Neotropical mutualistic associations in bumblebee nests (Hymenoptera: Apidae). *Psyche*, 101(1-2):113-8.
- Colwell, R.K. & Coddington, J.A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions Royal Society of London*, 345(1311):101-18.
- Copatti, C.E. & Gasparetto, F.M. (2012). Diversidade de insetos em diferentes tipos de borda em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. *Revista Biociências*, 18(2):32-40.
- Cruz, T.M. & Vasconcelos, S.D. (2006). Entomofauna de solo associada à decomposição de carcaça de suíno em um fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco, Brasil. *Biociências*, 14(2):193-201.
- Didham, R.K.; Ghazoul, J.; Stork, N.E. & Davis, A.J. (1996). Insects in fragmented forests: A functional approach. *Trends in Ecology & Evolution*, 11(6):255-60.
- Dutra, R.C. & Marinoni, R.C. (1994). Insetos capturados com armadilha malaise na ilha do mel, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil: I. Composição de ordens. *Revista Brasileira de Zoologia*, 11(2):227-45.
- Van Dyke, F. (2008). *Conservation biology: Foundations, concepts, applications*. (2nd ed.). Dordrech: Springer.
- Esposito, M.C. & Carvalho, F.S. (2006). Composição e abundância de califorídeos e mesembrinélídeos (Insecta, Diptera) nas clareiras e matas da base de extração petrolífera, Bacia do Rio Urucu, Coari, Amazonas. *Anais do II Workshop de Avaliação Técnica e Científica, 2006, Manaus*. Disponível em: <http://projetos.inpa.gov.br/ctpetro/workshop_site/Resumos_PT1/pdf/04CALIFORIDEOS_CRISTINA_REVISAO.pdf>. (acesso: 12 jul. 2013).
- Ferraz, A.C. (2011). Efeitos de borda em florestas tropicais sobre artrópodes, com ênfase nos dípteros ciclórrafos. *Oecologia Australis*, 15(2):189-98.
- Ferraz, A.C.P.; Gadelha, B.Q. & Aguiar-Coelho, V.M. (2009). Análise faunística de Calliphoridae (Diptera) da Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Entomologia*, 53(4):620-8.
- Ferraz, A.C.P.; Gadelha, B.Q. & Aguiar-Coelho, V.M. (2010a). Análise Faunística de Califorídeos (Diptera) da Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Entomologia*, 53:620-8.
- Ferraz, A.C.P.; Gadelha, B.Q. & Coelho, V.M.A. (2010b). Influência climática e antrópica na abundância e riqueza de Calliphoridae (Diptera) em fragmento florestal da Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, Brasil. *Neotropical Entomology*, 39(4):476-85.
- Ferraz, A.C.P.; Gadelha, B.Q.; Queiroz, M.M.C.; Moya-Borja, G.E. & Aguiar-Coelho, V.M. (2010c). Effects of forest fragmentation on dipterofauna (Calliphoridae) at the Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, RJ. *Brazilian Journal of Biology*, 70:55-63.
- Forman, R.T.T. & Gordon, M. (1986). *Landscape ecology*. New York: John Wiley.
- Furusawa, G.P. & Cassino, P.C.R. (2006). Ocorrência e distribuição de Calliphoridae (Diptera: Oestridae) em um Fragmento de Mata Secundária no Município de Paulo de Frontin, Médio Paraíba, RJ. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 6(1):152-64.
- Gadelha, B.Q. (2009). *Efeitos de borda na fauna de mesembrinélíneos* (Diptera: Calliphoridae) na Reserva Biológica do Tinguá, Rio de Janeiro. Disponível em: <[http://www.unirio.br/dmp/Graduacao/TCC/Documentos/TCCs/\(2009-06\)%20TCC%20B%C3%A1rbara%20Gadelha.pdf](http://www.unirio.br/dmp/Graduacao/TCC/Documentos/TCCs/(2009-06)%20TCC%20B%C3%A1rbara%20Gadelha.pdf)>. (acesso: 21 maio 2014).
- Gomes, L.; Gomes, G.; Oliveira, H.G.; Morlin, J.J.; Desou, I.C.; Queiroz, M.M.C., et al. (2007). Occurrence of Hymenoptera on *Sus scrofa* carcasses during Summer and winter seasons in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 51:394-6.
- Gotelli, N.J. (2009). *Ecologia*. Londrina: Planta.
- Gotelli, N.J. & Ellison, A.M. (2011). *Princípios de estatística em ecologia*. Porto Alegre: Artmed.
- Graciani, C.; Garcia, F.R.M. & Costa, M.K.M. (2005). Análise faunística de gafanhotos (Orthoptera, Acridoidea) em fragmento florestal próximo ao Rio Uruguai, município de Chapecó, Santa Catarina. *Biotemas*, 18(2):87-98.
- Hammer, O.; Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1):1-9.
- Kruger, R.F. (2006). Análise da riqueza e da estrutura das assembléias de Muscidae (Diptera) no bioma Campos Sulinos, Rio Grande do Sul, Brasil. Tese em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/3833/Tese.pdf>; [jsessionid=62E81486A9D90898FE442FC5FEC3CC05?sequence=1](http://www.dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/3833/Tese.pdf)>. (acesso: 5 maio 2014).
- Laurence, W.F. (1991). Edge effects in tropical Forest fragments: applications of a model for the design of nature reserves. *Biological Conservation*, 57:205-19.
- Laurance, W.F. & Vasconcelos, H.L. (2009). Conseqüências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. *Oecologia Brasiliensis*, 13(3):434-51.
- Magurran, A.E. (1989). *Diversidad ecológica y su medición*. Barcelona: Ediciones Vedral.
- Magurran, A.E. & McGill, B.J. (2011). *Frontiers in measuring biodiversity*. New York: Oxford University Press.
- Marinho, C.R.; Barbosa, L.S.; Azevedo, A.C.G.; Queiroz, M.M.C.; Valgode, M.A. & Aguiar-Coelho, V.M. (2006). Diversity of Calliphoridae (Diptera) in Brazil's Tinguá Biological Reserve. *Brazilian Journal of Biology*, 66(1):95-100.

- Martins, I.C.F.; Cividades, F.J.; Barbosa, J.C.; Araújo, E.S. & Haddad, G.Q. (2009). Análise de fauna e flutuação populacional de Carabidae e Staphylinidae (Coleoptera) em sistemas de plantio direto e convencional. *Revista Brasileira de Entomologia*, 53(3):432-43.
- McGeoch, M.A. & Gaston, K.J. (2000). Edge effects on the prevalence and mortality factors of *Phytomyza ilicis* (Diptera, Agromyzidae) in a suburban woodland. *Ecology Letters*, 3:23-9.
- Medeiros, M. & Andrade, A. (2009). *Atratividade de iscas alimentares na captura de insetos em armadilhas McPhail*. Tese de Doutorado em Agronomia: Fitotecnia (Proteção de Plantas), Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Disponível em: <http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/82/teses_2009/Atratividade%20de%20iscas%20alimentares%20na%20captura%20de%20insetos%20em%20armadilhas%20McPhail.pdf>. (acesso: 5 maio 2014).
- Mello, R.S.; Queiroz, M.M.C. & Aguiar-Coelho, V.M. (2007). Population fluctuations of calliphorid species (Diptera, Calliphoridae) in the Biological Reserve of Tinguá, state of Rio de Janeiro, Brazil. *Iheringia Série Zoologia*, 97(4):1-5.
- Mise, K.M.; Almeida, L.M. & Moura, M.O. (2007). Levantamento da fauna de Coleoptera que habita a carcaça de *Sus scrofa* L., em Curitiba, Paraná. *Revista Brasileira de Entomologia*, 51(3):358-68.
- Moretti, T.C.; Thyssen, P.J.; Godoy, W.A.C. & Solis, D.R. (2008). Necrophagy by the social wasp *Agelaea pallipes* (Hymenoptera: Vespidae, Epiponini): Possible forensic implications. *Sociobiology*, 51(2):393-8.
- Oliveira-Costa, J. (2011). *Entomologia forense: quando os insetos são vestígios*. Campinas: Millennium.
- Parra, J.R.P. (1982). *Amostragem de insetos e nível de dano de pragas*. In: Graziano Neto, F. (Ed.). *Uso de agrotóxicos e receituário agrônomo*. São Paulo: Agroedições.
- Penariol, L.V. & Madi-Ravazzi, L. (2013). Edge-interior differences in the species richness and abundance of Drosophilids in a semideciduous forest fragment. *SpringerPlus*, 2(1):114.
- Pielou, E.C. (1966). *An introduction to mathematical ecology*. New York: John Wiley & Sons.
- Rafael, J.A. (2002). A amostragem. Protocolo e técnicas de captura de Díptera. RIBES: Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática. Disponível em: <http://www.sea-entomologia.org/PDF/M3M_PRIBES_2002/301_304_Albertino.pdf>. (acesso: 30 abr. 2014).
- Ribas, C.R.; Sobrinho, T.G.; Schoereder, J.H.; Sperber, C.F.; Lopes-Andrade, C.; Soares, S.M. (2005). How large is large enough for insects? Forest fragmentation effects at three spatial scales. *Acta Oecologica*, 27(1):31-41.
- Richter, M.R. (2000). Social wasp (Hymenoptera, Vespidae) foraging behavior. *Annual Reviews of Entomology*, 45:121-50.
- Rodrigues, W.C. (2004). *Homópteros* (Homoptera: Sternorrhyncha) associados à tangerina cv. poncã (*Citrus reticulata* Blanco) em cultivo orgânico e a interação com predadores e formigas. Tese em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- Rodrigues, W.C. (2005). *DivEs vs 2.0.: Diversidade de espécies: software e guia do usuário*. Seropédica: Entomologista do Brasil. Disponível em: <<http://www.ebras.bio.br/dives>>. (acesso: 9 maio 2016).
- Ruppert, E.R.; Fox, R.S. & Barnes, R.D. (2005). *Zoologia dos invertebrados: uma abordagem funcional-evolutiva*. São Paulo: Roca.
- Schütte, M.S.; Queiroz, J.M.; Mayhé-Nunes, A.J. & Pereira, M.P.S. (2007). Inventário estruturado de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em floresta ombrófila de encosta na Ilha da Marambaia, RJ. *Iheringia Série Zoologia*, 97(1):103-10.
- Silva, L.P. (2000). Um pouco sobre a Reserva Biológica do Tinguá. Disponível em: <<http://inema.com.br/mat/idmat001103.htm>>. (acesso: 9 set. 2013).
- Silveira, O.T.; Esposito, M.C.; Santos, J.N. & Gemaque, F.E. (2005). Social wasps and bees captured in carrion traps in a rainforest in Brazil. *Entomological Science*, 8(1):33-9.
- Silveira-Neto, S.S.; Monteiro, R.C.; Zucchi, R.A. & Moraes, R.C.B. (1995). Uso da análise faunística de insetos na avaliação do impacto ambiental. *Scientia Agrícola*, 52(1):9-15.
- Sousa, G.S.; Xavier, S.C. & Braga, P.E.T. (2013). A entomofauna terrestre em diferentes ecossistemas de pastagens em Sobral, Ceará. *Boletim de Indústria Animal*, 70(2):167-73.
- Thomazini, M.J. & Thomazini, A.P.B.W. (2000). *A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas*. Rio Branco: Embrapa Acre.
- Triplehorn, C.A. & Johnson, N.F. (2005). *Borror and DeLong's introduction to study of insects*. Farmington Hills: Brooks Cole Thomson.
- Zar, J.H. (1999). *Biostatistical analysis*. New Jersey: Prentice Hall.
- Zar, J.H. (2010). *Bioestatistical analysis*. Upper Saddle: Pearson Prentice-Hall.

Recebido em: 4/9/2013

Versão final em: 26/8/2014

Aprovado em: 11/9/2014

Registro de ictiofauna hipogea en la provincia de Salta (Argentina, Sud America)

Record of hypogean ichthyofauna in the Salta province (Argentina, South America)

Sergio Enrique Gómez¹

RESUMEN

Durante 1993, en una casa en la ciudad de Tartagal, se construyó un aljibe para almacenar agua. La excavación cesó a los 8 metros de profundidad por filtración de greda negra de las paredes del pozo. La boca del pozo fue protegida por una pared de un metro de altura, las paredes interiores fueron cementadas. Después de grandes inundaciones en el 2012, que no alcanzaron el aljibe, se observaron en éste, peces y caracoles, y esta fauna permanece hasta el presente. Las exploraciones en 2012 indicaron la presencia de tres especies de peces y una de caracoles. Se indican valores de química del agua, temperatura y composición de sedimentos, concluyendo que éste es un sistema de troglobiontes 'accidentales' sustentado por una cadena trófica basada en el detrito.

Palabras llave: Argentina. Ictiofauna hipogea. Troglobiontes.

ABSTRACT

During 1993, in a house in the city of Tartagal, a well was built to draw water. The excavation process ended 8 meters down, due to the filtration of black clay from the well's walls. The opening of the well was protected by a meter-high wall; the interior walls were covered with cement. After the severe floods in 2006, which did not reach the well, the presence of fish and snails was observed. This fauna exists to this day. The explorations in 2012 indicated the presence of three species of fish and one species of snail. The chemical values of the water, its temperature and sediment composition are provided, concluding that this is an accidental troglobits system based on a detritus food chain.

Key words: Argentina. Hypogean ichtyofauna. Troglobits.

¹ Museo Argentino de Ciencias Naturales, Laboratorio de Ictiología. Av. Ángel Gallardo 470, C1405DJR, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. E-mail: <gomezsergioe@yahoo.com>.

INTRODUCCIÓN

El primer registro de peces hipogeos en Sud América data de 1944, con dos tricomicteridos de Brasil, incluidos en la compilación de Ringuelet (1962) junto con toda la fauna acuática hipogea mundial conocida en esa fecha. En tiempos recientes se descubrió, entre otros, a *Ancistrus cryptophthalmus* (Reis, 1987) en varias cavernas de la cuenca del río Amazonas y a *Ancistrus galani* (Pérez & Vilorio, 1993) en Venezuela.

En la Argentina, Menni (2004, p.54) menciona textualmente “los tricomicteridos son más abundantes..., ...se basa sobre la observación, debajo del fondo de un río de Salta prácticamente seco, de un enorme número de individuos viviendo entre los cantos rodados, en agua que solo puede calificarse de intersticial”. Al estar debajo del fondo se los puede considerar fauna hipogea.

Silvinichthys bortayro representa el primer tricomicterido argentino descubierto en Salta en hábitat freático, viviendo en agua subterránea debajo de la napa freática. En este caso, la base del acuífero se compone de arena y limo, el agua es transparente, y tiene menos de 1 m de profundidad. (Fernández & De Pinna, 2005). Posteriormente Monasterio de Gonzo *et al.* (2011) menciona peces en napas freáticas de Salta, sin mayor precisión.

En la ciudad de Tartagal (Salta) se construyó, en el año 1993, un aljibe en el patio embaldosado de una casa, dentro de la ciudad. Hasta aproximadamente el 2006 nadie vio peces en el aljibe; aunque en esos años hubo una serie de inundaciones, no llegaron a alcanzarlo. Sin embargo, a partir de ese momento comenzaron a verse pequeños peces en superficie. En enero de 2012, seis años después de los primeros avistamientos, persistían los peces de superficie y comenzaron las investigaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

El cuerpo de agua natural más cercano es el río Tartagal, 3 km al sur de la ciudad que corre de

Oeste a Este. Hacia el norte, a unos 20 km, se encuentra el río Itiyuro, el cual abastece de agua a la ciudad (Figura 1); ambos ríos se originan en las Sierras de Tartagal. Las características geográficas de Tartagal. (Instituto Geográfico Militar, 1989) son: altitud 502 m.s.n.m; latitud 22° 30' S; longitud 63° 50, W. Los datos climáticos (Secretaría de Ciéncias, Tecnología y Producción, 2012) indican una temperatura media anual de 20,19°C, y una precipitación media anual de 669 mm.

Durante la construcción del aljibe, la excavación debió cesar a los nueve metros bajo nivel porque de las paredes comenzó a filtrar agua, sedimentos y greda negra. El agua libre llenó un metro del pozo, dejando 8m de túnel libre (Figura 2). Los 5m superiores de la excavación se consolidaron con cemento.

Con las fuertes lluvias de diciembre de 2005 y enero de 2006 en la cuenca, el gran caudal con arrastre de material sólido en el río Tartagal, sumado al agua pluvial escurrida por márgenes y barrancas en la traza urbana, produjo el desencauzamiento

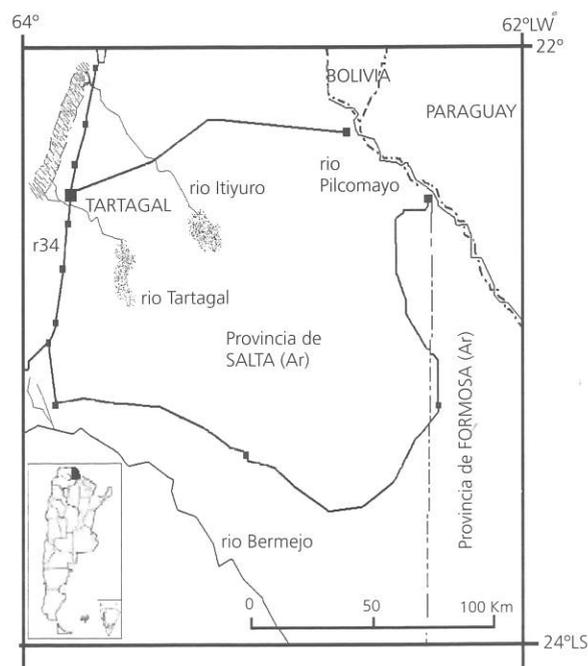


Figura 1. Ubicación de la ciudad de Tartagal, entre los ríos Itiyuro y Tartagal en el extremo norte de Argentina.

Fonte: Atlas del Instituto Geográfico Militar (1989).

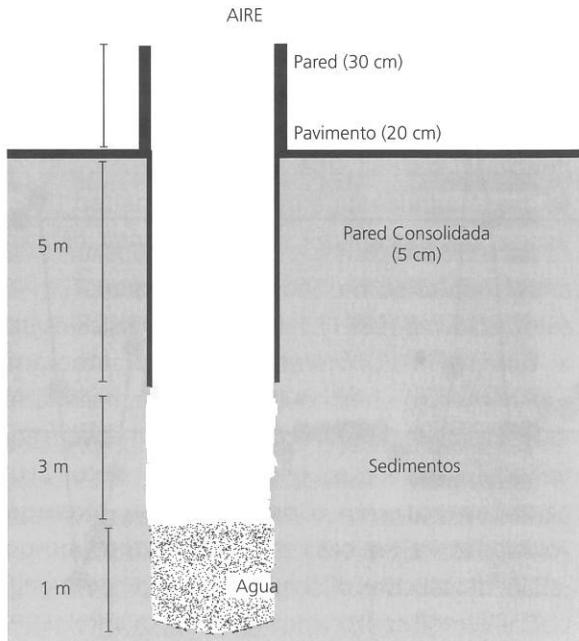


Figura 2. Diagrama esquemático del perfil del aljibe.
 Fuente: Autoría del propio autor.

del río, el derrumbe de taludes, el deslizamiento de tierras en sus barrancas, y la destrucción de puentes y parte de la ruta 34.

Para pescar se utilizaron espineles cortos y trampas nasa de pequeño tamaño, y se extrajeron muestras de agua del pozo y del agua corriente de red de la ciudad. Se obtuvo una muestra de sedimentos, determinando la cantidad de materia orgánica por calcinación total. Las temperaturas del aire corresponden a los registros del Aeropuerto de Tartagal, y de un registrador automático de temperatura (*datta logger*) ubicado dentro del aljibe a distintas profundidades. Las muestras de agua fueron analizadas con técnicas estándar, la conductividad mínima se estimó con el programa Cicles bioquímicos (Armengol, 1993).

RESULTADOS

Temperatura: durante 12 días consecutivos, los registros de Tartagal Aero (Secretaría de Ciencias, Tecnología y Producción, 2012) indicaron temperaturas máximas del aire entre 28,4°C y 37,0°C, y mínimas entre 19,0 y 25,0°C. El registrador

automático tomó 59 datos consecutivos en distintas condiciones, grabando cada cuatro horas. El primer dato corresponde al día 30/12/11 a las 02:08 am. La temperatura del aire, cercano al del aljibe, mostró las variaciones normales día-noche dentro de los valores reportados por el aeropuerto. En la columna de aire en el interior del aljibe se observaron variaciones similares pero de menor amplitud. En el agua del aljibe se tomaron 26 datos que mostraron muy poca variación (24,5 a 26,0°C), y donde el valor más frecuente fue de 25°C con 14 datos. No se registraron variaciones día-noche (Figura 3).

Sedimentos: con la técnica de deshidratación, pesaje, calcinación y nuevo pesaje se determinó que el 40% de los sedimentos está compuesto por materia orgánica; el resto es limo y arcilla en partes aproximadamente iguales, con muy poca ceniza.

Química del agua: Las muestras tomadas en enero de 2012 indican que el agua de red de la ciudad de Tartagal, que proviene del río Itiyuro, se caracteriza por su baja conductividad y alcalinidad, ausencia de carbonatos y escaso contenido de calcio. El agua del aljibe es totalmente distinta: tiene una conductividad 5 veces mayor, la alcalinidad y carbonatos 10 veces mayor y tres veces más calcio que el agua de la ciudad (Tabla 1).

Peces: Se capturaron más de 20 *Astyanax* sp. con la trampa (6 conservados) y 8 *Symbranchus* sp. con espinel pero se escaparon otros 5 (enero 2012) y 2 dientudos, *Oligosarcus* sp.

El material examinado fue determinado como *Astyanax asuncionensis*, *Symbranchus* y *Oligosarcus jenynsii*. Estos ejemplares no mostraron diferencias con ejemplares coespecíficos de ambientes naturales de la región. Los únicos comentarios son que los ejemplares de *Astyanax asuncionensis* están un poco enflaquecidos, quizás por el escaso alimento. Los ejemplares de *Symbranchus* son juveniles, tienen un tamaño corporal muy semejante - entre 150 y 200 mm -, y posiblemente pertenecen a una única cohorte.

Moluscos: se capturaron más de 50 ejemplares de pequeños gasterópodos acuáticos (Familia *Lymnaeidae* o *Physidae*), que están siendo estudiados por especialistas.

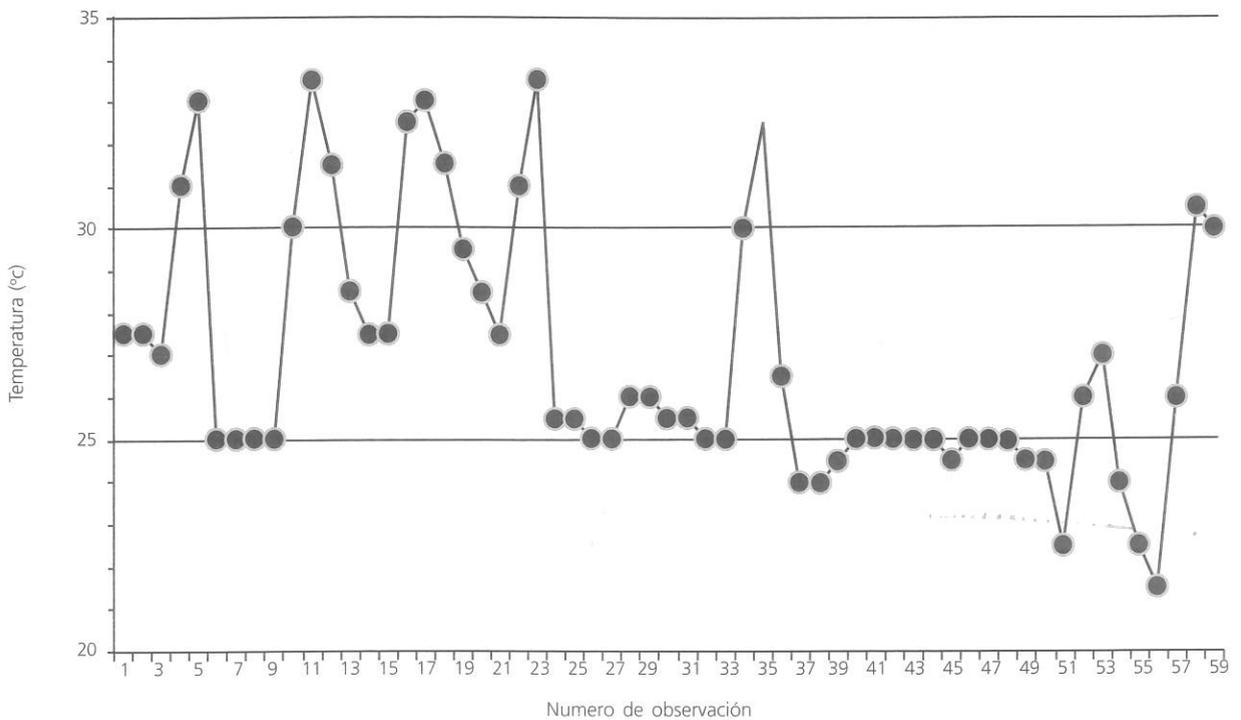


Figura 3. Temperatura en el aljibe.

Nota: Datos seriados. Datos 6 a 9; 24 a 33 y 36 a 51 el sensor está sumergido en el agua del aljibe a 50 cm. Datos 52 a 59 el sensor esta colgando dentro del aljibe a 4 m de profundidad, sin tocar el agua. Datos restantes: el sensor esta fuera del aljibe colgado a la sombra, a 1,5 m del suelo.

Tabla 1. Química del agua del aljibe y del agua de red de la ciudad de Tartagal.

Variabes	Agua de red de la ciudad de Tartagal	Agua del aljibe
Ca ⁺⁺ (en mg.l ⁻¹)	12	29
Mg ⁺⁺ (en mg.l ⁻¹)	5	57
Cl ⁻ (en mg.l ⁻¹)	22	1
SO ₄ = (en mg.l ⁻¹)	9	s.d.
CO ₃ = (en mg.l ⁻¹)	0	0
HCO ₃ ⁻ (en mg.l ⁻¹)	31,8	345
Alcalinidad Total (en mg.l ⁻¹ de CO ₃ Ca)	43	467
Conductividad estimada según Armengol (1993)	>129 (μS.cm ⁻¹)	>554 (μS.cm ⁻¹)
pH	7,4	7,6

Nota: s.d.: sin datos.

DISCUSIÓN Y CONCLUSION

La temperatura de agua del aljibe es constante e independiente de la temperatura del aire. Los propietarios niegan que las especies hayan sido introducidas, porque es una propiedad particular rodeada con paredes altas. Los peces debieron obtener alimento durante seis años para mantener

la población. Las tres especies presentes, permiten definir una comunidad íctica hipogea.

Una de las hipótesis es que, durante el período 2005-2006, las inundaciones provocaron movimientos bajo tierra y conectaron el pozo con una napa freática o un cauce subterráneo; también son posibles fracturas originadas por investigaciones sísmicas petroleras en la zona que produjeron fisuras o grietas

del terreno hasta la superficie, permitiendo el acceso de peces. No obstante, la química del agua es muy diferente, e indica que el agua no proviene de infiltración desde la superficie. Los elevados valores de calcio sugieren un sistema cárstico (Margalef, 1983) bastante común en aguas subterráneas de Yucatán, Venezuela, Cuba, España y Europa central.

Tenemos un "aljibe" en Salta con fauna estigófila *sensu* Ringuelet (1962) sin caracteres troglomorfos *sensu* Romero (2011), como la despigmentación y la reducción de ojos. Al menos una especie ha permanecido allí por seis años (2006-2012), con lo cual se deduce que, o el lugar se repuebla periódicamente, o estos peces se reproducen allí. En este caso serían estigófilos (Ringuelet, 1962) o "troglófilico accidental" (Ilfiffe, 1993; Romero, 2011). Al presente se han colectado tres especies de peces y una de moluscos. Mattox *et al.* (2008) compilaron las especies troglobiontes y troglófilos de Brasil; la ictiofauna encontrada en el aljibe de Tartagal no se incluye en esta lista, lo que permite calificarla como "troglófilicos accidentales".

Esta fauna podría haber llegado al aljibe a través de napas freáticas o fisuras en el terreno, y sustentarse en una cadena trófica basada en el detrito, el cual es consumido por los moluscos y sus larvas. Estas conclusiones son hipotéticas, no obstante en Tartagal existe una fauna íctica hipogea, siendo el segundo registro para la Argentina.

REFERENCIAS

- Armengol, J. (1993). *Programa cicles biogeoquímics (CICLES)*. Barcelona: Universitat de Barcelona. v. 30.
- Fernández, L. & De Pinna, C.C. (2005). Phreatic catfish of the genus *Silvinichthys* from Southern South America (*Teleostei, Siluriformes, Trichomycteridae*). *Copeia*, 2005 (1):100-8.
- Ilfiffe, T.M. (1993). Fauna troglobia acuática de la Península de Yucatán. In: Salazar-Vallejo, S.I. & González, N.E. (Ed.). *Biodiversidad marina y costera de México*. Mexico: Comisión Nacional de La Biodiversidad.
- Instituto Geográfico Militar. (1989). *Atlas de la República Argentina*. Buenos Aires: Ejército Argentino.
- Margalef, R. (1983). *Limnología*. Barcelona: Ed. Omega.
- Mattox, G.M.T; Bichuette, M.E; Secutti, S. & Trajano, E. (2008). Surface and subterranean ichthyofauna in the Serra do Ramalho karst area, Northeastern Brazil, with updated list of Brazilian troglotic and troglophilic fishes. *Biota Neotropica*, 8(4):145-52.
- Menni, R. (2004). Peces y ambientes en la Argentina continental. *Monografías del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, (5):1-316.
- Monasterio de Gonzo, G.; Martínez V. & Fernández, L.E. (2011). Peces de ambientes extremos del Noroeste argentino. *Revista de Divulgación Científica del Instituto de Bio y Geociencias*, 1(3):129-39.
- Pérez, A. & Vilorio A. (1994). *Ancistrus galani*, n. sp. (Siluriformes, Loricariidae) with comments on bioespeleological explorations in Western Venezuela. *Memoires de Bioespeleologie*, 21:103-7.
- Reis, R.E. (1987). *Ancistrus cryptophthalmus* sp. n., a blind mailed catfish from the Tocantins River basin, Brazil (Pisces, Siluriformes, Loricariidae). *Revue Française d'Aquariologie*, 14:81-4.
- Ringuelet, R.A. (1962). *Ecología Acuática Continental*. Buenos Aires: EUDEBA.
- Romero, A. (2011). Peces cavernícolas: nuevos conceptos ponen en duda las ideas tradicionales acerca de la vida subterránea. *Investigación y Ciencia*, 420:42-8.
- Secretaría de Ciencia, Tecnología y Producción. (2012). *Servicio Meteorológico Nacional*. Disponible en: <<http://www.smn.gov.ar/>>. (acceso: enero 12, 2012).
- Recibido el: 20/8/2013
 Versión final el: 16/10/2013
 Aprobado el: 29/11/2013

Compartimentalização e qualidade da água: o caso da Represa Billings

Compartmentalization and water quality: Billings reservoir case

Sheila Cardoso-Silva¹
Paula Yuri Nishimura¹
Paula Regina Padial²
Carolina Fiorillo Mariani¹
Viviane Moschini-Carlos³
Marcelo Luiz Martins Pompêo¹

RESUMO

A Represa Billings, maior reservatório de água da Região Metropolitana de São Paulo, devido à sua importância estratégica e à degradação na qualidade de suas águas, foi e continua sendo alvo de muitos estudos. A fim de avaliar de maneira integral a qualidade das águas superficiais desse manancial, investigaram-se diversas variáveis limnológicas ao longo de 20 pontos. Analisaram-se as variáveis: temperatura, pH, condutividade elétrica, transparência da água, oxigênio dissolvido, sólidos totais, nitrogênio total, nitrato, nitrito, amônio, ortofosfato, ortossilicato, clorofila *a* e feofitina. De maneira geral, a represa apresenta sinais de degradação da qualidade da água, com elevados teores de clorofila *a*. Análise de Componentes Principais forneceu nítida separação dos braços formadores da Represa Billings. Observaram-se sete compartimentos: 1) região de Pedreira, sob influência das águas do rio Pinheiros, apresentou elevados teores de nutrientes e clorofila *a*; 2) região do Corpo Central e Bororé, sob influência das águas provenientes de Pedreira, apresentou elevados teores de sólidos totais; 3) região do Taquacetuba; 4) região do *Summit Control*, Riacho Grande, partes do Taquacetuba e Capivari, sob influência da variável amônio; 5) Braços Capivari e 6) Rio Pequeno apresentaram os menores teores de clorofila *a* e nutrientes; 7) Braço Rio Grande, constantemente submetido à aplicação de algicidas, isolado do restante da Represa Billings. A compartimentação da Represa Billings deve-se

¹ Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Departamento de Ecologia. R. do Matão, 321, Travessa 14, 05508-900, São Paulo, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: S. CARDOSO-SILVA. E-mail: <sheilacardoso@usp.br>.

² Prefeitura Municipal de Santo André, Serviço Municipal de Saneamento Ambiental. Santo André, SP, Brasil.

³ Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Departamento de Engenharia Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Sorocaba, SP, Brasil.

principalmente à sua conformação dendrítica, associada às atividades antrópicas, como a ocupação do seu entorno. Portanto, é crucial reduzir a carga de nutrientes que penetram nesse ecossistema, o que pode ser obtido por meio do controle dos assentamentos urbanos e medidas de saneamento básico.

Palavras-chave: Águas superficiais. Eutrofização. Heterogeneidade espacial. Nutrientes.

ABSTRACT

Billings reservoir, the biggest reservoir in the Metropolitan Region of São Paulo (SP), due its strategic importance and the deterioration in its water quality over time, was and remains, subject of many studies in several areas. In order to assess the water quality of this source, several limnological features were investigated throughout 20 surface points. Were analysed: temperature, pH, electrical conductivity, water body transparency, dissolved oxygen, total solids, total nitrogen, nitrate, nitrite, ammonium, orthophosphate, orthosilicate, chlorophyll a and phaeophytin. In general, Billings Complex has signs of water quality degradation, with high levels of chlorophyll a. Principal Component Analysis provided a clear separation of the Complex Billings' arms. Were observed seven compartments: 1) Pedreira region, influenced by Pinheiros river, presented high levels of nutrients and chlorophyll-a; 2) Corpo Central and Bororé regions, influenced by Pedreira's waters, with high levels of total solids; 3) Taquacetuba region; 4) Summit Control, Riacho Grande and parts of Taquacetuba and Capivari, influenced by the variable ammonium; 5) Capivari and 6) Rio Pequeno, both areas had the lowest levels of chlorophyll a and nutrients; 7) Rio Grande, with constant applications of algacides, isolated from the other Billings reservoir regions. The separation was probably due to the dendritic conformation of the reservoir associated with the operating system and human activities such as illegal occupation in the vicinity of the dam. Therefore, actions must be taken in order to reduce nutrient loading that continually enters this ecosystem, through urban settlements control in the region and appropriate sanitation.

Key words: Surface water. Eutrophication. Spatial heterogeneity. Nutrients.

INTRODUÇÃO

A Represa Billings, localizada a sudeste da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), na bacia hidrográfica do rio Tietê, é o maior reservatório de água da RMSP, com área de 127 milhões de m² e profundidade máxima de 19 m. Devido a seu formato irregular, a Represa Billings está subdividida em oito unidades, denominadas braços, os quais correspondem às sub-regiões da Bacia Hidrográfica: Rio Grande, Rio Pequeno, Capivari, Pedra Branca, Taquacetuba, Bororé, Cocaia e Alvarenga.

O Complexo Billings foi construído em 1927, com o intuito de gerar energia elétrica (Whately,

2003) para a usina Henry Borden, localizada no sopé da Serra do Mar, na Baixada Santista (SP). No início dos anos 1940, a fim de ampliar a capacidade de geração de energia da usina hidrelétrica Henry Borden, iniciou-se o desvio de parte da água dos rios Tietê e Pinheiros para o reservatório Billings, através das usinas elevatórias de Pedreira e Traição (Whately, 2003). Em 1958, o reservatório passou também a ter fins de abastecimento público. Contudo, o lançamento de efluentes domésticos no leito dos rios Tietê e Pinheiros, ao longo do tempo acabou por acarretar acelerado processo de eutrofização no reservatório. Outro agravante da qualidade das águas da Billings foi o avanço da urbanização e de outras

atividades antrópicas que levaram ao desmatamento acelerado do entorno e ocupação intensa de seus arredores por atividades irregulares (Capobianco & Whately, 2002). Em 1981, com os sérios problemas de florações de cianobactérias (Rocha, 1992), o braço Rio Grande foi totalmente isolado do restante da represa, para manter a qualidade da água em níveis adequados para o abastecimento público. Em 1992, o bombeamento de água dos rios Tietê e Pinheiros passou a ser restrito a situações emergenciais, como ameaças de enchente e risco de colapso na produção de energia elétrica.

Atualmente, na Represa Billings há dois importantes mananciais que abastecem a RMSP, o Reservatório Rio Grande (localizado no braço Rio Grande, isolado do restante da represa) e o braço Taquacetuba. O primeiro reservatório abastece 1,2 milhões de pessoas na região do Grande ABC Paulista (SP), enquanto o segundo braço reverte água para a Represa Guarapiranga, segunda maior represa de abastecimento público da RMSP, que atende a 3,8 milhões de pessoas.

Devido à sua importância estratégica e às mudanças na qualidade de suas águas ao longo do tempo, a Represa Billings foi - e continua sendo -, alvo de diversos estudos.

As primeiras pesquisas iniciaram-se no fim da década de 1950, desenvolvidas por Branco (1966) e Kawai & Branco (1969), com ênfase nas condições sanitárias, e por Palmer (1960), com ênfase no fitoplâncton.

Em 1977-1978, estudos sobre os braços Rio Grande e Rio Pequeno relacionaram as características físicas e químicas da água com a comunidade fitoplanctônica (Xavier, 1981a; 1981b) e zooplânctônica (Sendacz, 1984). Em 1979, um estudo limnológico foi realizado em 17 reservatórios do sudeste do estado de São Paulo, contemplando aspectos como climatologia (Santos & Paulo, 1985), circulação e estratificação (Maier, 1985), qualidade da água (Maier & Takino, 1985a), nutrientes e clozofila *a* (Santos & Paulo, 1985), fatores abióticos e clorofila *a* (Maier & Takino, 1985b), produtividade primária (Tundisi, 1983; Basile-Martins et al., 1985), fitoplâncton (Xavier et al., 1985), tipologia (Tundisi,

1981), entre outros (Matsumura-Tundisi et al., 1981). Dos reservatórios estudados, três regiões amostradas pertencem ao Complexo Billings: os braços Pedreira, Rio Grande e o reservatório Rio das Pedras.

Para estudar os efeitos do isolamento do braço Rio Grande, Maier et al. (1997) analisaram o comportamento diurno desse reservatório antes (1981) e depois de seu isolamento (1982, 1985 e 1986). Beyruth & Pereira (2002) estudaram esses efeitos sobre o fitoplâncton, em 1985-1986. Devido à sua importância para o abastecimento público da região, o braço Rio Grande foi estudado em diversos aspectos após seu isolamento: caracterização física e química da água (Maier et al., 1985), análise do potencial de autodepuração em 1982-1983 (Takino & Maier, 1986), Euglenaceae pigmentadas em 1982-1983 (Xavier, 1988; Xavier, 1993) e taxonomia do fitoplâncton em 1985-1986 (Xavier, 1996).

Após esse período de grandes projetos envolvendo o Complexo Billings, os estudos no reservatório se restringiram a monografias, dissertações e teses de acesso limitado (Lamparelli, 2004; Jesus, 2006; Mariani, 2006; Matsuzaki, 2007; Nishimura, 2008a; Rodrigues, 2008; Mariani et al., 2010; Meirinho, 2010); publicações de divulgação científica (Moraes, 2006; Mariani & Pompêo, 2007; Globo Comunicação e Participações, 2009); ou apresentações em congressos (Braidotti et al., 2005; Lima et al., 2005; Lobo et al., 2005; Mariani et al., 2005; Nishimura et al., 2005; Padial et al., 2005; Cardoso-Silva et al., 2007; Nishimura et al., 2007; Mariani et al., 2008; Meirinho & Pompêo, 2009; Mariani et al., 2010) e relatórios técnicos e científicos (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo, 1996; Capobianco & Whately, 2002; Whately, 2003; Pompêo, 2006). Entre os relatórios técnicos, há uma série de publicações organizadas pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo, resultado do monitoramento nos corpos hídricos efetuado pela companhia. Os relatórios, desde o ano 2000, estão disponibilizados em página da Internet da companhia.

Há vários artigos científicos resultantes de trabalhos desenvolvidos na região, além dos já citados anteriormente. Por exemplo, Rocha et al. (1985)

alertaram sobre a contaminação dos peixes provenientes da Billings por metais pesados e surfactantes em 1980; Souza *et al.* (1998) descreveram a ocorrência da cianobactéria *Cylindrospermopsis raciborskii* no braço Rio Pequeno em 1992-1993; Aragão *et al.* (2003) classificaram como moles as águas superficiais do estado de São Paulo, incluindo a Represa Billings; Silvério *et al.* (2005) estudaram a liberação, biodisponibilidade e toxicidade de metais no sedimento no braço Taquacetuba, entre outros reservatórios e lagos; Mariani *et al.* (2006) estudaram a biota e a qualidade da água no Riacho Grande em 2004; Nishimura (2008b) compararam a produtividade primária fitoplanctônica nos pontos de captação de água da Billings; sobre os metais no sedimento do braço Rio Grande, Fávoro *et al.* (2007) detectaram contaminação recente em 1998, e Mariani & Pompêo (2008) avaliaram sua biodisponibilidade, em 2005; Moschini-Carlos *et al.* (2009) detectaram cianobactérias e cianotoxinas no braço Taquacetuba. Avaliações limnológicas e de qualidade da água foram efetuadas por Padial *et al.* (2009) no Reservatório Rio das Pedras; por Moschini-Carlos *et al.* (2010) nos braços Rio Grande e Taquacetuba; e por Wengrat & Bicudo (2011) nos braços Taquacetuba e Rio Grande e no corpo central da Billings.

Diante do histórico da represa e dos estudos realizados até o momento, observa-se a necessidade de trabalhos científicos que avaliem de maneira integral a qualidade de suas águas superficiais. Estudos desse tipo podem ser utilizados como ferramenta auxiliar na gestão de recursos hídricos, evidenciando, por exemplo, quais áreas necessitam de maiores esforços para a restauração ou proteção ambiental. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi analisar as diversas variáveis limnológicas ao longo de toda a Represa Billings, a fim de avaliar de maneira integral a qualidade das águas superficiais desse manancial e dos diferentes compartimentos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram efetuadas coletas de março a maio de 2004, totalizando 20 pontos de amostragem ao longo

do Complexo Billings (Figura 1). Foram medidos *in situ*, em águas superficiais, a temperatura, o pH e a condutividade elétrica, por meio de sonda multiparâmetros (YSI 63). A transparência foi obtida através da medida da profundidade do Disco de Secchi. Amostras de água superficial foram coletadas em galões de polietileno e mantidas ao abrigo da luz e calor até o processamento em laboratório das seguintes variáveis: oxigênio dissolvido (Golterman *et al.*, 1978), sólidos totais (Wetzel & Likens, 1991), nitrogênio total (Valderrama, 1981), nitrato e nitrito (Mackereth *et al.*, 1978), amônio (Koroleff, 1976), fosfato inorgânico dissolvido (Strickland & Parsons, 1960), sílica reativa (Golterman *et al.*, 1978), clorofila *a* e feofitina, através de extração por etanol 90% (Lorenzen, 1967). Calculou-se também o Índice do Estado Trófico (IET) segundo Lamparelli (2004). Os dados foram analisados através da Análise dos Componentes Principais (ACP), com base em uma matriz de correlação, a fim de identificar as variáveis mais importantes na formação dos padrões espaciais. A matriz de correlações elimina o efeito das diferentes unidades de mensuração, tornando desnecessária a padronização da matriz escalar (Valentin, 2000). Foi efetuada também análise de agrupamento (distância Euclidiana, método Ward) a partir dos escores 1 e 2

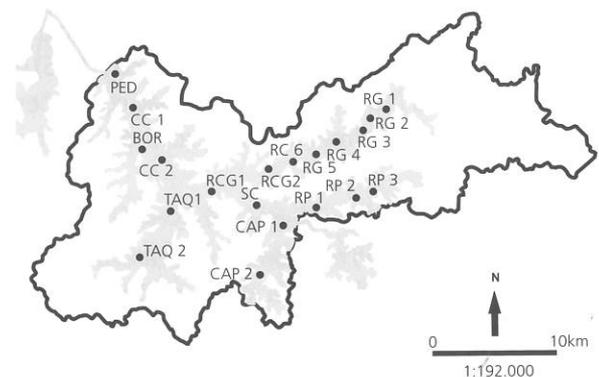


Figura 1. Pontos de coleta no reservatório Billings.

Nota: Seis estações no braço Rio Grande (RG1, RG2, RG3, RG4, RG5, RG6 - 9/3/2004); duas no Riacho Grande (RCG1 e RCG2 4/5/2004); uma no *Summit Control* (SC - 29/4/2004); três no braço Rio Pequeno (RP1, RP2, RP3 19/3/2004); duas no braço Taquacetuba (TAQ1 e TAQ2 - 27/4/2004); duas no braço Capivari (CAP1 e CAP2 - 27/4/2004); duas no Corpo Central (CC1 e CC2 - 27/4/2004); uma em Pedreira (PED - 27/4/2004) e uma no braço Bororé (BOR-27/4/2004).

Fonte: Modificado de Nishimura *et al.* (2010).

obtidos na ACP, com o intuito de agrupar os pontos semelhantes para a representação dos centroides no arranjo da ACP (material suplementar 1). A representação dos centroides foi baseada no cálculo da média dos valores dos escores dos eixos 1 e 2, correspondentes a cada grupo observado na análise de agrupamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores encontrados para as variáveis analisadas nos pontos amostrados da Represa Billings. Os coeficientes de variação indicam que as concentrações de nutrientes e as

variáveis biológicas, clorofila *a* e feofitina, são as variáveis que apresentam maior variação ao longo da represa (Tabela 1) - resultado que sugere a existência de heterogeneidade espacial no Complexo Billings.

Relativamente à ACP, os dois primeiros eixos explicaram 48,83% da variação total dos dados, sendo 31,18% pelo eixo 1 e 17,65% pelo eixo 2. As variáveis que mais influenciaram o arranjo no eixo 1 foram sólidos totais, disco de Secchi e teores de nitrato com os autovalores: 0,827; 0,809 e 0,747 respectivamente. No eixo 2, foram temperatura, oxigênio dissolvido e nitrito com os autovalores, 0,759; 0,710 e -0,605, respectivamente.

Tabela 1. Variáveis analisadas ao longo da Represa Billings.

Pontos	ST mg/L	SO mg/L	NO ₃ µg/L	NO ₂ µg/L	NH ₄ µg/L	Cl mg/L	FE mg/L	NT µg/L	DS M	Z m	T °C	pH	CE µS/cm	OD mg/L
RG1	139,7	*	73,7	*	430,8	3,7	6,9	615,1	1,2	8,4	24,0	6,4	94,1	8,9
RG2	108,5	1,2	386,5	10,4	14,8	19,9	18,7	577,5	0,9	5,0	25,6	8,7	190,4	9,7
RG3	125,5	1,0	281,7	8,2	*	20,6	17,5	497,4	0,9	6,5	25,7	8,6	200,7	9,5
RG4	147,0	1,0	334,1	*	*	10,3	7,5	549,6	1,0	8,4	26,1	7,9	222,3	8,6
RG5	159,5	*	304,4	*	*	6,2	6,2	266,7	1,4	12,0	26,3	7,9	239,0	8,2
RG6	158,0	*	336,9	*	*	5,5	5,9	590,3	1,6	10,0	26,1	8,3	248,0	8,4
RCG1	126,5	*	15,7	*	223,0	34,7	8,1	1616,0	0,9	10,5	23,8	8,8	183,3	9,6
RCG2	56,5	*	75,9	*	588,0	33,0	10,8	1072,0	0,7	12,5	22,7	7,7	179,8	8,2
SC	115,0	*	*	*	473,0	20,9	42,8	689,6	0,8	9,0	23,7	8,1	201,6	8,0
CAP1	102,0	1,3	*	*	364,0	19,8	44,3	1010,0	0,7	9,0	24,1	7,8	155,6	7,6
CAP2	100,5	1,6	*	*	*	3,3	67,9	846,9	0,6	6,5	22,8	8,2	134,0	7,9
RP1	94,0	*	14,5	*	*	8,2	60,5	696,5	0,7	7,5	21,7	9,2	160,0	9,1
RP2	92,0	*	*	*	*	37,1	9,9	1248,0	0,6	5,8	24,4	9,0	136,3	9,3
RP3	44,5	*	*	*	*	12,4	11,9	84,5	0,8	4,5	23,9	7,2	46,5	8,3
TAQ1	125,5	1,7	*	*	109,0	33,0	29,9	1157,0	0,6	9,0	22,8	8,2	201,6	7,2
TAQ2	163,5	*	411,6	46,5	*	20,9	17,9	9284,0	0,9	11,5	24,0	8,0	207,0	8,0
CC1	143,5	*	464,1	34,3	*	3,8	6,0	454,2	0,7	14,5	23,2	9,1	182,2	7,6
CC2	140,5	*	300,1	39,7	10,6	3,8	6,0	467,5	1,1	14,5	23,3	7,4	215,5	4,7
BOR	140,0	*	290,5	50,9	5,2	23,4	17,4	367,9	1,2	9,5	23,8	7,6	212,6	5,3
PED	149,5	*	*	91,8	233,0	32,4	17,4	2624,0	1,2	10,5	23,0	8,0	223,5	3,8
Med	121,6	1,3	253,1	40,3	204,2	17,6	20,7	1235,7	0,9	9,3	24,1	8,1	181,7	7,9
DP	32,7	0,3	154,1	28,2	213,8	11,8	18,7	1975,4	0,3	2,9	1,3	0,7	49,5	1,6
CV	26,9	23	60,9	70,0	104,7	67,1	90,6	159,9	30,4	30,8	5,4	8,4	27,2	20,3
N	20	6	13	7	12	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Nota: *Valores abaixo do limite de detecção do método.

Valores brutos e Médios (Med), Desvio-Padrão (DP) e Coeficiente de Variação (CV) para: Sólidos Totais (ST); Ortosilicato (SO); Nitrato (NO₃); Nitrito (NO₂); Amônio (NH₄); Clorofila *a* (Cl); Feofitina (FE); Nitrogênio Total (NT).

Campanha efetuada em 20 pontos distribuídos ao longo do Complexo Billings, no período de março a maio de 2004. Pontos no braço Rio Grande (RG1, RG2, RG3, RG4, RG5, RG6); no Riacho Grande (RCG1 e RCG2); no Summit Control (SC); no braço Rio Pequeno (RP1, RP2, RP3); no braço Taquacetuba (TAQ1 e TAQ2); no braço Capivari (CAP1 e CAP2); no Corpo Central (CC1 e CC2); em Pedreira (PED) e no Braço Bororé (BOR). Em negrito, valores máximos e mínimos determinados.

Através da ACP, observa-se nítida separação dos braços formadores do complexo Billings (Figura 2). A região de Pedreira (PED), influenciada pelas variáveis nitrogênio total e nitrito, apresentou altas concentrações de nutrientes e clorofila *a* em relação aos demais pontos amostrados (Tabela 1) e, em oposição, menores teores de oxigênio dissolvido (Tabela 1). O padrão observado está provavelmente relacionado às águas do Rio Pinheiros revertidas à represa e ao fato de que essa área do Complexo Billings apresenta intensa urbanização, com o consequente lançamento de efluentes sem tratamento.

Nas regiões do Corpo Central, Bororé e braço Taquacetuba (CC1, CC2, BOR, TAQ2), os pontos correlacionaram-se com a profundidade, condutividade elétrica e sólidos totais (Figura 2). Essas regiões recebem grande quantidade de esgotos, provenientes da ocupação de suas sub-bacias formadoras (Capobianco & Whately, 2002). Tais dados justificariam os altos valores para condutividade

elétrica e sólidos totais, uma vez que esses parâmetros podem indicar a presença da emissão de esgotamento sanitário (Akaishi et al., 2006).

Os pontos do *Summit Control* (SC), do Riacho Grande (RCG1 e RCG2), um ponto do braço Taquacetuba (TAQ1), um do braço Capivari (CAP1) e outro do braço Rio Grande (RG1) correlacionaram-se com feofitina, amônio e clorofila *a* (Figura 2). A maior concentração de amônio observada nesses pontos pode ser consequência da entrada de efluentes clandestinos oriundos da urbanização irregular em torno do manancial. A conformação da represa, associada ao tempo de retenção (720 dias), (Gemelgo et al., 2008), poderia também favorecer o acúmulo de amônio nessa região, (SC, RCG1, RCG2, TAQ1 e CAP1). A localização de RG1 próxima aos pontos citados está possivelmente associada ao fato de RG1 estar localizado na região montante do Braço Rio Grande, área também sob influência da entrada dos efluentes domésticos, justificando os altos teores de amônio (Tabela 1).

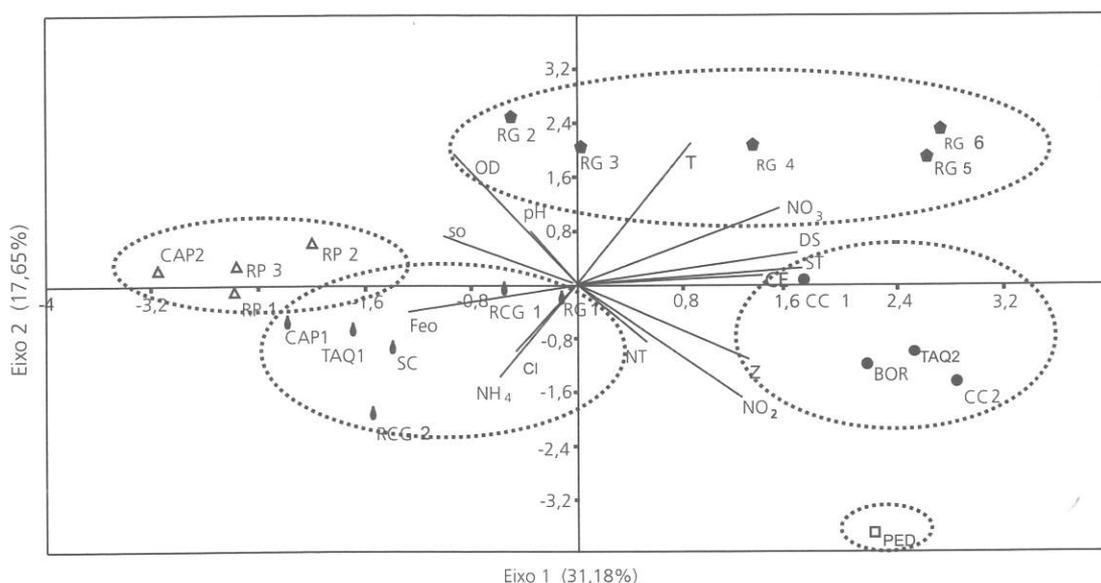


Figura 2. Análise de Componentes Principais (ACP) de Correlação, de variáveis limnológicas em águas superficiais de 20 pontos de coleta no Complexo Billings.

Nota: Pontos no braço Rio Grande (RG1, RG2, RG3, RG4, RG5, RG6), no Riacho Grande (RCG1 e RCG2), no Summit Control (SC); no braço Rio Pequeno (RP1, RP2, RP3); no braço Taquacetuba (TAQ1 e TAQ2), no braço Capivari (CAP1 e CAP2), no Corpo Central (CC1 e CC2), em Pedreira (PED) e no braço Bororé (BOR).

Profundidade da represa (Z), pH, CE: Condutividade Elétrica; OD: Oxigênio Dissolvido; DS: Disco de Secchi; ST: Sólidos Totais; T: Temperatura; Cl: Clorofila *a*; FE: Feofitina; NT: Nitrogênio Total; NO₂: Nitrito; NO₃: Nitrato; NH₄: Amônio; SO: Ortosilicato.

Fonte: Elaborado pelos autores.

O amônio é a forma preferencialmente assimilada pelo fitoplâncton (Von Rückert & Giani, 2004), acarretando aumento da produtividade primária fitoplanctônica e, assim, elevando os teores de clorofila *a*. Segundo Capobianco & Whately (2002), no período de 1989-1999, as águas do braço Taquacetuba foram caracterizadas como eutróficas, com qualidade de sedimento comprometida por elevadas concentrações de metais e compostos orgânicos, sendo inclusive identificadas florações de cianobactérias. Essas observações foram confirmadas por Moschini-Carlos *et al.* (2009), ao detectarem saxitoxina e três variantes de microcistina (MC-RR, MC-LR e MC-YR) no braço Taquacetuba; entretanto, não foi detectada a presença de cylindrospermopsina e anatoxina-a. A partir de 2000, as águas desse braço passaram a ser revertidas à Represa Guarapiranga, segundo maior sistema de abastecimento da RMSP, trazendo preocupações quanto à qualidade das águas desse manancial, dada a adição de água com florações de cianobactérias comprovadamente tóxicas (Moschini-Carlos *et al.*, 2009).

Os pontos dos braços Capivari (CAP2) e Rio Pequeno (RP1, RP2 e RP3) correlacionaram-se com feofitina e ortossilicato. Essa região apresentou as menores concentrações de clorofila *a* e nutrientes totais, dissolvidos em relação aos demais pontos (Tabela 1). É comum que braços de reservatórios detriticos, como a Billings, apresentem características diferentes do restante da represa (Henry *et al.*, 1998). A localização desses braços, em regiões distantes do corpo central da Represa Billings, pode gerar um efeito de diluição, justificando os baixos valores observados. Além disso, nos arredores dos braços Rio Pequeno e Capivari não há urbanização intensa, o que favorece uma melhor qualidade da água.

O braço Rio Grande, por sua vez, apresentou características distintas das demais áreas do Complexo Billings, com os maiores valores de nitrato, sólidos totais e condutividade elétrica. Tais diferenças foram evidenciadas na ACP, cujo arranjo agrupou: os pontos a montante do reservatório Rio Grande (RG2 e RG3) correlacionados fortemente com o oxigênio dissolvido (OD), e os pontos a jusante (RG4,

RG5 e RG6) correlacionados com nitrato e temperatura. O ponto RG1 apresentou características distintas dos demais pontos amostrados no braço Rio Grande, como discutido anteriormente. O ponto RG1 foi também o único a apresentar teores de ortofosfato (49,8 µg/L). As regiões montante (RG1) e jusante (RG6) apresentaram os menores teores de clorofila *a* (Tabela 1).

Esse padrão - maiores teores de fósforo na parte alta de reservatórios, e maiores teores de clorofila na zona intermediária -, é o que se observa nas represas que seguem o modelo de heterogeneidade espacial proposto por Thorton (1990). O arranjo encontrado para o Rio Grande é previsto, já que esse braço é isolado do restante do Complexo Billings pela barragem Anchieta, recebendo influência apenas dos rios formadores, os rios Grande e Ribeirão Pires (Maier *et al.*, 1985). Contudo, também é importante que sejam considerados os usos antrópicos na bacia de drenagem bem como os teores de nutriente no corpo hídrico, pois o manejo inadequado pode ser responsável por resultados como o encontrado nesta pesquisa, também identificado por Alexandre *et al.* (2010) no reservatório Serrote, no estado do Ceará.

Os rios formadores do Rio Grande recebem esgoto industrial e doméstico dos municípios de Rio Grande da Serra (SP) e Ribeirão Pires (SP), comprometendo a qualidade da sua água. Além disso, a região a jusante do braço Rio Grande, onde se localiza uma Estação de Tratamento de Água (ETA), são constantes as aplicações de peróxido de hidrogênio e sulfato de cobre para o controle da biomassa algal, a fim de manter os requisitos mínimos de potabilidade. Assim, esse controle artificial da biomassa algal pode também ser o responsável pelas baixas concentrações de clorofila *a*, observadas a jusante do braço Rio Grande. Portanto, as concentrações de clorofila *a* provavelmente foram inferiores ao real potencial produtivo desse ecossistema.

Apesar de a aplicação direta de sulfato de cobre na água como algicida ser considerada uma técnica ultrapassada (Reynolds, 2006), ela ainda é

uma prática rotineira das companhias de saneamento no Brasil. Tal técnica promove o acúmulo de cobre no sedimento, que, conforme a condição ambiental, pode tornar-se biodisponível (Mariani & Pompêo, 2008; Mariani, 2011). Nishimura (2008b) atribuiu a diferença observada na estrutura da comunidade fitoplanctônica entre os braços Rio Grande e Taquacetuba, entre outros fatores, ao manejo realizado no braço Rio Grande (aplicação de algicidas): a biomassa média foi quase duas vezes maior no Taquacetuba ($9,4 \pm 5,6 \text{ mgL}^{-1}$ no Rio Grande e $17,3 \pm 7,2 \text{ mgL}^{-1}$ no Taquacetuba) em 2005.

No reservatório Billings, aumentou a concentração dos nutrientes associada à eutrofização, no período de 1992-2000 (Soares & Mozeto, 2006). Embora no presente trabalho as concentrações observadas de ortofosfato tenham sido baixas, as concentrações de clorofila *a* foram elevadas, indicando alta produtividade fitoplanctônica. Além disso, em ambientes tropicais, o ortofosfato é prontamente assimilado pelos organismos fotossintetizantes, acarretando baixa concentração no ambiente (Bouvy et al., 2003). O elevado potencial produtivo da Represa Billings é corroborado por Nishimura (2008b), que observaram uma produção primária total do fitoplâncton no braço Rio Grande, em fevereiro e agosto de 2005, de 77,6 e 92,7 $\text{mgC} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$, respectivamente; e, no braço Taquacetuba, de 313,2 e 152,7 $\text{mgC} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$, em fevereiro e agosto de 2005, respectivamente. Todos os valores observados pelos autores são indicativos de ambientes eutróficos (Esteves, 2011).

Em relação à classificação trófica do sistema, o Complexo Billings apresentou a maioria dos pontos entre os estados eutrófico, supereutrófico e hipereutrófico para clorofila *a* (Figura 3). Esse enriquecimento pode levar a problemas como floração de algas potencialmente tóxicas, redução dos teores de oxigênio e degradação da qualidade da água (Almeida et al., 2012), elevando os gastos em tratamento para o consumo humano e colocando em risco o equilíbrio ecossistêmico.

De fato, por todo o país, problemas de eutrofização são recorrentes em diversos reser-

vatórios: Salto Grande (Zanata & Espíndola, 2002) e Guarapiranga (Cardoso-Silva, 2008) em São Paulo; Duas Unas e Mundaú no Nordeste do Brasil (Almeida et al., 2009); Serrote, no Ceará (Alexandre et al., 2010), Jucazinho (Moura et al., 2012) e Apipuco (Almeida et al., 2012), em Pernambuco. Em geral, esse processo está associado ao uso e ocupação do solo, em especial ao lançamento de esgotamento sanitário no corpo hídrico mais próximo, sem o devido tratamento. Atualmente, no Brasil, 10 milhões de pessoas não são cobertas pelo sistema de tratamento de esgoto, muito embora sejam servidas por abastecimento público (Pompêo & Moschini-Carlos, 2012). Sem dúvida, a universalização da cobertura sanitária contribuiria para a melhoria da qualidade de água de inúmeros mananciais, entre os quais a Billings.

Além de melhor cobertura na coleta e no tratamento de esgotos, é essencial a aplicação de políticas públicas eficientes. Até o presente momento, as políticas públicas aplicadas à região do Complexo Billings não foram suficientes para reverter o quadro de degradação das águas desse importante manancial.

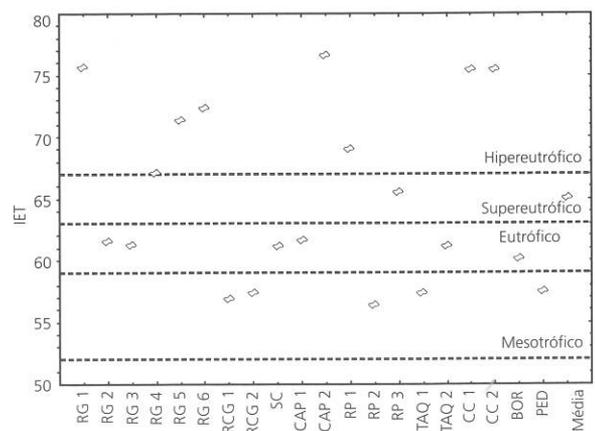


Figura 3. Índice de Estado Trófico (IET) para clorofila-a (Lamparelli, 2004) em 20 pontos distribuídos ao longo do Complexo Billings, no período de março a maio de 2004.

Nota: Pontos no braço Rio Grande (RG1, RG2, RG3, RG4, RG5, RG6); no Riacho Grande (RCG1 e RCG2); no Summit Control (SC); no braço Rio Pequeno (RP1, RP2, RP3); no braço Taquacetuba (TAQ1 e TAQ2); no braço Capivari (CAP1 e CAP2); no Corpo Central (CC1 e CC2); em Pedreira (PED) e no braço Bororé (BOR).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Neste trabalho foi possível observar a existência de sete grandes compartimentos na Represa Billings (Figura 4). O ponto localizado próximo à entrada de água proveniente do bombeamento do rio Pinheiros (Pedreira, PED) apresenta características distintas dos demais pontos estudados na represa, com elevados teores de nitrito e baixos teores de oxigênio dissolvido, permanecendo isolado no arranjo da ACP (Figura 2). Estes dados sugerem portanto, que a região de Pedreira representa um compartimento. O Corpo Central (CC) e o braço Bororé (BOR) compõem outro compartimento, cujas águas estão comprometidas não só por serem originárias de PED, mas também em decorrência da grande ocupação urbana em seu entorno e da baixa cobertura sanitária. Embora o ponto TAQ2 tenha sido, na ACP, arranjado próximo aos pontos do Corpo Central e Bororé, sua localização espacial é distinta na represa, sugerindo que esse ponto pertença a um terceiro compartimento no Complexo Billings. A região do Summit Control (SC), Capivari (CAP1), Taquacetuba (TAQ1) e Riacho Grande (RCG), localizada entre a Rodovia Imigrantes e a barragem Anchieta, representa um quarto compartimento. Os braços Capivari (CAP2) e Rio Pequeno (RP), apesar de sua proximidade na ACP,

compõem cada um deles um compartimento distinto, devido também à localização espacial distante. O braço Rio Grande, fisicamente separado dos demais pontos da represa e periodicamente manejado com aplicações de sulfato de cobre e peróxido de hidrogênio, pode ser considerado o sétimo grande compartimento do sistema.

O Complexo Billings, como visto, não obedece ao padrão clássico de heterogeneidade espacial descrito por Thorton (1990), que prevê três zonas distintas: fluvial, de transição e lacustre. A formação dos compartimentos está possivelmente associada à sua conformação dendrítica, ao regime de operação do reservatório, ao seu elevado tempo de residência, às atividades antrópicas (como a ocupação irregular) e à reduzida cobertura sanitária no entorno da represa. Portanto, é crucial que medidas sejam tomadas para se reduza a entrada de nutrientes nesse ecossistema, por meio do controle dos assentamentos urbanos na região e de medidas apropriadas de saneamento básico, com a efetiva coleta e tratamento das águas servidas. É também necessário bombear água de melhor qualidade proveniente do rio Pinheiros (Elevatório Pedreira), caso o objetivo maior seja manter a Represa Billings com melhor padrão de qualidade das águas, possibilitando múltiplos usos em seus diversos compartimentos, gerar hidroeletricidade em Henry Borden e manter, ou ampliar, a transposição de água para a Represa Guarapiranga.

CONCLUSÃO

As águas superficiais do Complexo Billings apresentaram sinais de degradação e elevado grau de trofia. A diferença na qualidade das águas ao longo da Represa Billings foi associada principalmente à ocupação do entorno, além de ser um dos fatores responsáveis pela formação de compartimentos nesse manancial. As regiões dos rios Capivari e Pequeno apresentaram melhor qualidade da água, necessitando de menores esforços para a recuperação ambiental, e, por outro lado, de grandes esforços para sua proteção.

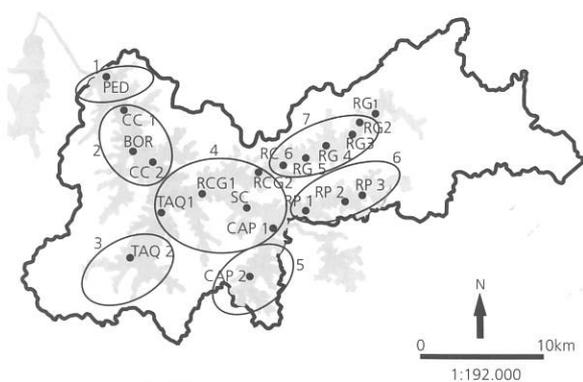


Figura 4. Sete compartimentos formados na Represa Billings, com base na qualidade da água superficial.

Nota: Pontos no braço Rio Grande (RG1, RG2, RG3, RG4, RG5, RG6); no Riacho Grande (RCG1 e RCG2); no Summit Control (SC); no braço Rio Pequeno (RP1, RP2, RP3); no braço Taquacetuba (TAQ1 e TAQ2); no braço Capivari (CAP1 e CAP2); no Corpo Central (CC1 e CC2); em Pedreira (PED) e no Braço Bororé (BOR).

Fonte: Modificado de Nishimura et al. (2010).

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processos 2002/13376-4) e ao Departamento de Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade de São Paulo.

REFERÊNCIAS

- Akaishi, F.; Satake, N.; Otaki, M. & Tominaga, N. (2006). Surface water quality and information about the environment surrounding Inle lake in Myanmar. *Limnology & Oceanography*, 7(1):57-62.
- Alexandre, D.M.B.; Andrade, E.M.; Lopes, F.B.; Palácio, H.A.Q. & Ferreira, A.C.S. (2010). The water quality investigation using GIS and multivariable analysis in a semiarid region reservoir. *Revista Ciência Agronômica*, 41(4):554-61.
- Almeida, V.L.S.; Dantas, E.W.; Melo-Júnior, M.; Bittencourt-Oliveira, M.C. & Moura, A.N. (2009). Zooplanktonic community of six reservoirs in Northeast Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 69(1):57-65.
- Almeida, V.L.S.; Melão, M.G.G. & Moura, A.N. (2012). Plankton diversity and limnological characterization in two shallow tropical urban reservoirs of Pernambuco State, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 84(2): 537-50.
- Aragão, M.A.; Buratini, S.V. & Bertolotti, E. (2003). Total hardness of surface waters in São Paulo State (Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 1(15):15-8.
- Basile-Martins, M.A.; Cipolli, M.N. & Cestarolli, M.A. (1985). Limnologia de reservatórios do sudeste do estado de São Paulo, Brasil, VI. Produção primária. *Boletim do Instituto de Pesca*, 12(1):123-43.
- Beyruth, Z. & Pereira, H.A.D.S.L. (2002). O isolamento do Rio Grande da represa Billings, São Paulo: efeitos sobre o fitoplâncton durante um ciclo hidrológico completo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 2(28):111-23.
- Bouvy, M.; Nascimento, S.M.; Molica, R.J.R.; Ferreira, A.; Huszar, V.L. & Azevedo, S.M.F.O. (2003). Limnological features in Tapacurá reservoir (Northeast Brazil) during a severe drought. *Hydrobiologia*, 493(1-3):115-30.
- Braidotti, J.C.; Pompêo, M.L.M.; Fernanda, M.R. & Cardoso-Silva, S. (2005). Equações para determinar a biomassa da macrófita aquática *Eleocharis interstincta*. *Anais do X Congresso de Brasileiro de Limnologia*, 2005, Ilhéus.
- Branco, S.M. (1966). Estudo das condições sanitárias da Represa Billings. *Arquivos da Faculdade de Higiene da Universidade de São Paulo*, (20):57-86.
- Capobianco, J.P.R. & Whately, M. (2002). *Billings 2000: ameaças e perspectivas para o maior reservatório de água da região metropolitana de São Paulo*: relatório do diagnóstico socioambiental participativo da bacia hidrográfica da Billings no período 1989-99. São Paulo: Instituto Socioambiental.
- Cardoso-Silva, S.; Nishimura, P.Y.; Pompêo, M.L.M. & Moschini-Carlos, V. (2007). Caracterização limnológica das águas superficiais do reservatório Billings (São Paulo - SP). *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*, 2007, Caxambú.
- Cardoso-Silva, S. (2008). *Heterogeneidade espacial e a qualidade das águas superficiais do reservatório Guarapiranga (São Paulo - SP - Brasil)*. Dissertação em Ecologia (Ecologia), Universidade de São Paulo.
- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Comunidade planctônica e clorofila-a do Complexo Billings: out/92 a out/93. (1996)*. São Paulo: CETESB.
- Esteves, F.A. (2011). *Fundamentos de limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência.
- Fávaro, D.I.T.; Damatto, S.R.; Moreira, E.G.; Mazzilli, B.P. & Campagnoli, F. (2007). Chemical characterization and recent sedimentation rates in sediment cores from Rio Grande reservoir, SP, Brazil. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 273(2):451-63.
- Gemelgo, M.C.P.; Sant'Anna, S.L.; Tucci, A. & Barbosa, H.R. (2008). Population dynamics of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju, a Cyanobacteria toxic species, in water supply reservoirs in São Paulo, Brazil. *Hoehnea*, 2(35):297-307.
- Globo Comunicação e Participações. (2009). *Ocupação desenfreada ameaça sobrevivência da represa Billings*. Disponível em: <<http://g1.globo.com/Noticias/SaoPaulo/0,,MRP1077638-5605,00.html>>. (acesso: 4 jun. 2009).
- Golterman, H.L.; Clymo, R.S. & Ohnstad, M.A.M. (1978). *Methods for physical and chemical analysis of freshwaters*. Oxford: Blackwell Scientific.
- Henry, R.; Nunes, M.A.; Mitsuka, P.M.; Lima, N.D. & Casanova, S.M.C. (1998). Variação espacial e temporal da produtividade primária pelo fitoplâncton na Represa de Jurumirim (Rio Paranapanema, SP). *Revista Brasileira de Biologia*, 4(58):517-90.
- Jesus, J.A.O.D. (2006). *Utilização de modelagem matemática 3D na gestão da qualidade da água em mananciais: aplicação no reservatório Billings*. Tese em Saúde Pública (Saúde Ambiental), Universidade de São Paulo.
- Kawai, H. & Branco, S.M. (1969). Estudo das relações entre despejos domésticos e industriais da região da Grande São Paulo e a eutrofização na Represa Billings. *Revista DAE*, (29):57-68.
- Koroleff, F. (1976). Determination of nutrients. In: Grasshoff, K. (Org.). *Methods of seawater analysis*. Weinhein: Verlag Chemie.

- Lamparelli, M.C. (2004). *Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento*. Tese em Ecologia (Ecologia), Universidade de São Paulo.
- Lima, M.; Pompêo, M.L.M.; Mariani, C.F.; Moschini-Carlos, V.; Cardoso-Silva, S. & Gonçalves, P. K. (2005). Variação temporal e espacial da qualidade da água da sub-bacia do Rio Pequeno, Complexo Reservatório Billings, São Paulo (SP). *Anais do X Congresso Brasileiro de Limnologia*, 2005, Ilhéus.
- Lobo, F.L.; Bitencourt, M.D.; Pompêo, M.L.M.; Gonçalves, P.K. & Mariani, C.F. (2005). Uso de sensoriamento remoto na estimativa da qualidade da água da represa Billings, braço Rio Grande, São Paulo, Brasil. *Anais do X Congresso Brasileiro de Limnologia*, 2005, Ilhéus.
- Lorenzen, C.J. (1967). Determination of chlorophyll and pheo-pigments: Spectrophotometric equations. *Limnology and Oceanography*, (12):343-6.
- Mackereth, F.J.H.; Heron, J. & Talling, J.F. (1978). *Water analysis: Some revised methods for limnologists*. Dorset: Freshwater Biological Association.
- Maier, M.H. (1985). Limnologia de reservatórios do sudeste do estado de São Paulo, Brasil II. Circulação e estratificação da água. *Boletim do Instituto de Pesca*, 1(12):11-43.
- Maier, M.H.; Meyer, M. & Takino, M. (1985). Caracterização física e química da água da Represa do Rio Grande (Riacho Grande), SP, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 3(12):47-61.
- Maier, M.H. & Takino, M. (1985a). Limnologia de reservatórios do sudeste do estado de São Paulo, Brasil. III. Qualidade da água. *Boletim do Instituto de Pesca*, 1(12):45-73.
- Maier, M.H. & Takino, M. (1985b). Limnologia de reservatórios do sudeste do estado de São Paulo, Brasil. V. Tipificação através de fatores abióticos e clorofila-a. *Boletim do Instituto de Pesca*, (12):102-(2005)22.
- Maier, M.H.; Takino, M. & Monteiro Junior, A.J. (1997). Comportamento diurno do reservatório Rio Grande (Complexo Billings), 23°52'S - 46°31'W; Riacho Grande, SP, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*; (24):1-17.
- Mariani, C.F. (2006). *Reservatório Rio Grande: caracterização limnológica da água e biodisponibilidade de metais-traço no sedimento*. Dissertação em Ciências (Ecologia), Universidade de São Paulo.
- Mariani, C.F. (2011). *Variação temporal do teor de SVAl MES e avaliação integrada do sedimento do Braço do Rio Grande (Complexo Billings - SP)*. Tese em Ciências (Ecologia), Universidade de São Paulo.
- Mariani, C.F.; Cardoso-Silva, S.; Padial, P. & Hollert, H. (2008). Use of equilibrium partition in tropical environment: Is it a reliable approach? Preliminary results AVS/MES temporal variation in sediment from Rio Grande Reservoir (Billings Complex, São Paulo, Brazil). *Anais do X Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia*, 2008, Bento Gonçalves.
- Mariani, C.F.; Hollert, H.; Rocha, P.S. & Pompêo, M.L.M. (2010). Análise integrada de sedimento: um link entre ciência e sociedade - caso de estudo: reservatório. Rio Grande (Complexo Billings, São Paulo - SP). *Anais do X Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia*, 2010, Bombinhas.
- Mariani, C.F.; Moschini-Carlos, V.; Brandimarte, A.L.; Nishimura, P.Y.; Tófoli, C.F.; Duran, D.S., et al. (2006). Biota and water quality in the Riacho Grande reservoir, Billings Complex (São Paulo, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensis*, 3(18):267-80.
- Mariani, C.F. & Pompêo, M.L.M. (2007). A qualidade do sedimento: contaminação por metais pode ser ameaça a seres vivos. *Ciência Hoje*, (41):32-7.
- Mariani, C.F. & Pompêo, M.L.M. (2008). Potentially bioavailable metals in sediment from a tropical polymictic environment Rio Grande Reservoir, Brazil. *Journal of Soils and Sediments*, (8):284-8.
- Mariani, C.F.; Pompêo, M.L.M. & Masini, J.C. (2005). Potencial tóxico do sedimento do braço do Rio Grande (Complexo Billings, SP): uma abordagem espacial. *Anais do X Congresso Brasileiro de Limnologia*, 2005, Ilhéus.
- Matsumura-Tundisi, T.; Hino, K.; Claro, S. M. (1981). Limnological studies at 23 reservoirs in Southern part of Brazil. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, (21):1040-7.
- Matsuzaki, M. (2007). *Transposição das águas do braço Taquacetuba da represa Billings para a represa Guarapiranga: aspectos relacionados à qualidade da água para abastecimento*. Tese em Saúde Pública (Saúde Ambiental), Universidade de São Paulo.
- Meirinho, P.A. (2010). *Compartimentalização da comunidade zooplanctônica em um reservatório tropical urbano eutrofizado (braço Rio Grande, Complexo Billings, SP)*. Dissertação em Ciências (Ecologia), Universidade de São Paulo.
- Meirinho, P.A. & Pompêo, M.L.M. (2009). Heterogeneidade espacial horizontal da comunidade zooplanctônica no Reservatório Rio Grande (Complexo Billings). *Anais do XII Congresso Brasileiro de Limnologia*, 2009, Gramado.
- Moraes, A. (2006). *Concentração de seis metais pesados no fundo de Reservatório da Billings ultrapassa nível máximo*. São Paulo: USP. Agência USP de Notícias, n.1943.
- Moschini-Carlos, V.; Pompêo, M.L.M. & Freitas, L.G. (2010). Evaluation of limnological conditions of water in the Rio Grande and Taquacetuba branches of the Billings Complex (São Paulo, Brazil) and implications for management. *Revista Ambiente & Água*, 5(3):47-59.

- Moschini-Carlos, V.; Pinto, E.; Nishimura, P.Y.; Freitas, L.G.; Pompêo, M.L.M. & Dorr, F. (2009). Analysis of water quality in the Billings and Guarapiranga Reservoir (São Paulo, SP, Brazil): Emphasis on cyanobacteria and cyanotoxins. *Limnética*, 28:273-82.
- Moura, A.N.; Nascimento, E.C. & Dantas, E.W. (2012). Temporal and spatial dynamics of phytoplankton near farm fish in eutrophic reservoir in Pernambuco, Brazil. *Revista de Biologia Tropical*, 60(2):581-97.
- Nishimura, P.Y. (2008a). *Ecologia do fitoplâncton em dois braços da Represa Billings (São Paulo - SP) com diferentes graus de trofia*. Dissertação em Ciências (Ecologia), Universidade de São Paulo.
- Nishimura, P.Y. (2008b). Phytoplankton primary productivity in Rio Grande and Taquacetuba branches (Billings Reservoir, São Paulo, Brazil). *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 1(30):50-2.
- Nishimura, P.Y.; Moschini-Carlos, V.; Pompêo, M.L.M.; Ganesella, S.M.F. & Saldanha-Corrêa, F.M.P. (2005). A comunidade fitoplanctônica nos braços Rio Grande e Taquacetuba - Complexo Billings, SP. *Anais do X Congresso de Brasileiro de Limnologia*, 2005, Ilhéus.
- Nishimura, P.Y.; Moschini-Carlos, V.; Pompêo, M.L.M.; Silva, S.C.D. & Padial, P.R. (2007). A comunidade fitoplanctônica nos braços Rio Grande e Taquacetuba do Complexo Billings (São Paulo - Brasil). *Anais do XI Congresso Brasileiro de Limnologia*, 2007, Macaé.
- Nishimura, P.Y.; Moschini-Carlos, V.; Pompêo, M.L.M. A Represa Billings e as captações de Água Bruta. (2010). *II Congresso Estadual de Comitês de Bacias Hidrográficas*, 2010, São Pedro. Disponível em: http://ecologia.ib.usp.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=163&Itemid=462. (acesso: 30 jun. 2013).
- Padial, P.R.; Pompêo, M.L.M. & Moschini-Carlos, V. (2009). Heterogeneidade espacial e temporal da qualidade da água no reservatório Rio das Pedras (Complexo Billings, São Paulo). *Revista Ambiente & Água*, (4):35-53.
- Padial, P.R.; Pompêo, M.L.M.; Moschini-Carlos, V.; Meirelles, S.T. & Cardoso-Silva, S. (2005). Usos múltiplos e análise da heterogeneidade espacial e temporal no reservatório Rio das Pedras, São Bernardo do Campo, SP. *Anais do X Congresso de Brasileiro de Limnologia*, 2005, Ilhéus.
- Palmer, C.M. (1960). Algas e suprimento de água na área de São Paulo. *Revista DAE*, 27(21):11-5.
- Pompêo, M.L.M. (2006). *A represa Billings, um reservatório tropical urbano eutrofizado e as macrófitas aquáticas: aspectos ecológicos e diagnóstico ambiental*. (Relatório nº 2002/13376-4). São Paulo: USP.
- Pompêo, M.L.M. & Moschini-Carlos, V. (2012). O abastecimento de água e o esgotamento sanitário: propostas para minimizar os problemas no Brasil. In: Rosa, A.H.; Fraceto, L.F. & Moschini-Carlos, V. (Org.). *Meio ambiente e sustentabilidade*. Porto Alegre: Bookman.
- Reynolds, C.S. (2006). *Ecology of phytoplankton*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rocha, A.A. (1992). Algae as biological indicators of water pollution. In: *Algae and environment: A general approach*. São Paulo: Cetesb.
- Rocha, A.A.; Pereira, D.N. & Pádua, H.B. (1985). Produtos de pesca e contaminantes químicos na água da represa Billings, São Paulo (Brasil). *Revista de Saúde Pública*, 19(5):401-10.
- Rodrigues, L.L. (2008). *Biodiversidade de cianobactérias e algas das represas Billings (Braço Taquacetuba), e Guarapiranga, SP, Brasil*. Dissertação em Ciências (Ecologia), Universidade de São Paulo.
- Santos, L.E. & Paulo, M.S. (1985). Limnologia de reservatórios do sudeste do estado de São Paulo, Brasil. I. Climatologia. *Boletim do Instituto de Pesca*, 1(12):1-10.
- Sendacz, S. (1984). A study of the zooplankton community of Billings Reservoir - São Paulo. *Hydrobiologia*, 113(1):121-7.
- Silvério, P.F.; Fonseca, A.L.; Botta-Paschoal, C.M.R. & Mozeto, A.A. (2005). Resease, bioavailability and toxicity of metals in lacustrine sediments: A case of study of reservoirs and lakes in Southeast Brazil. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 3(8):313-22.
- Soares, A. & Mozeto, A.A. (2006). Water quality in the Tietê river reservoirs (Billings, Barra Bonita, Bariri and Promissão, SP- Brazil) and nutrient fluxes across the sediment-water interface (Barra Bonita). *Acta Limnológica Brasiliensis*, 18(3):247-66.
- Souza, R.C.R.; Carvalho, M.C. & Truzzi, A.C. (1998). *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz.) Seenaya and a contribution to the knowledge of Rio Pequeno arm, Billings Reservoir, Brazil. *Environmental Toxicology and Water Quality*, 13(1):73-81.
- Strickland, J.D. & Parsons, T.R. (1960). A manual of seawater analysis. *Bulletin: Fisheries Research Board of Canada*, (125):1-185.
- Takino, M. & Maier, M.H. (1986). Autopeduração da Represa Rio Grande (Riacho Grande, SP-Brasil): íons dominantes e clorofila-a. *Boletim do Instituto de Pesca*, 1(13):179-84.
- Thorton, K.W. (1990). Perspectives on reservoir limnology. In: Thorton, K.W. Kimmel, B.L. & Payne, F.E. *Reservoir limnology: Ecological perspectives*. New York: John Wiley.
- Tundisi, J.G. (1981). Typology of reservoirs in Southern Brazil. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 21:1031-9.
- Tundisi, J.G. (1983). A review of basic ecological processes interacting with production and standing-stock of phytoplankton in lakes and reservoirs in Brazil. *Hydrobiologia*, 100(1):223-43.

- Valderrama, J.C. (1981). The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorous in natural waters. *Marine Chemistry*, 10(2):109-222.
- Valentin, J.L. (2000). *Ecologia numérica*. Rio de Janeiro: Interciência.
- Von Rükert, G. & Giani, A. (2004). Effect of nitrate and ammonium on the growth and protein concentration of *Microcystis viridis* Lemmermann (Cyanobacteria). *Revista Brasileira de Botânica*, 27(2):325-31.
- Wetzel, R.G. & Likens, G.E. (1991). *Limnological analyses*. New York: Springer-Verlag.
- Wengrat, S. & Bicudo, D. (2011). Spatial evaluation of water quality in an urban reservoir (Billings Complex, Southeastern Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 23(2):200-16.
- Whately, M. (2003). *Seminário Billings 2002: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, recuperação e uso sustentável da Bacia Hidrográfica da Billings*. São Paulo: Instituto Socioambiental
- Xavier, M.B. (1981a). Represa Billings, São Paulo I: Fitoplâncton e características físicas da água. *Boletim do Instituto de Pesca*, (8):23-46.
- Xavier, M. B. (1981b). Represa Billings, São Paulo II: Variação sazonal do fitoplâncton. *Boletim do Instituto de Pesca*, 8:47-64.
- Xavier, M.B. (1988). Euglenaceae pigmentadas (*Euglenophyceae*) do Rio Grande, Represa Billings, São Paulo, Brasil: estudo limnológico. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 11:303-21.
- Xavier, M.B. (1993). Distribuição vertical das Euglenaceae pigmentadas do Rio Grande, Represa Billings, São Paulo, Brasil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 6:13-30.
- Xavier, M.B. (1996). Fitoplâncton de Rio Grande, Represa Billings, São Paulo, Brasil: estudo taxonômico (1985-1986). *Iheringia*, (47):103-22.
- Xavier, M.B., Monteiro J.R.A.J. & Fujjara, L.P. (1985). Limnologia de reservatórios do sudeste do estado de São Paulo, Brasil, VII: Fitoplâncton. *Boletim do Instituto de Pesca*, 12(1):145-86.
- Zanata, L.H. & Espíndola, E.L.G. (2002). Longitudinal processes in Salto Grande Reservoir (Americana, SP, Brazil) and its influence in the formation of compartment system. *Brazilian Journal of Biology*, 62(2):347-61.

Recebido em: 29/7/2013
Versão final em: 4/11/2013
Aprovado em: 2/1/2014

Anelídeos Poliquetas do estado do Maranhão, Brasil: síntese do conhecimento

Polychaetes Annelids from state of Maranhão, Brazil: History of knowledge

Rannyele Passos Ribeiro¹
Zafira da Silva de Almeida²

RESUMO

Neste artigo, realizou-se uma revisão de literatura para caracterizar a produção científica referente ao grupo Annelida Polychaeta no estado do Maranhão, indicando lacunas e possibilidades de estudo, além de resgatar a sua diversidade, listando as espécies registradas e os ambientes onde ocorrem. Este estudo foi realizado por meio de busca em bases de dados, bibliotecas acadêmicas e acervos particulares de pesquisadores que produziram trabalhos sobre o grupo. A produção científica relacionada aos poliquetas é constituída principalmente por trabalhos não-publicados (92,3%). A maioria dos estudos analisados (75,6%) não tratava especificamente sobre o grupo Polychaeta, mas sobre macrofauna bêntica. Em relação ao ambiente de estudos que abriga maior quantidade de informação, predominou o manguezal, representando 59,6% dos trabalhos. A análise dos registros permitiu quantificar um total de 32 famílias e 99 gêneros, dos quais 38 táxons foram identificados em nível de espécie. Observou-se que o conhecimento sobre a fauna poliquetológica maranhense ainda é incipiente, necessitando de maior investimento e intensificação dos estudos. Assim, esta revisão de literatura contribui no sentido de sintetizar o conhecimento produzido sobre os poliquetas, buscando encontrar as lacunas e dar base para estudos futuros a serem realizados no Maranhão.

Palavras-chave: Fauna Poliquetológica. Maranhão. Síntese do conhecimento. Registros de espécies.

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Núcleo em Ecologia e Desenvolvimento Socioambiental de Macaé, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Conservação. Macaé, RJ, Brasil.

² Universidade Estadual do Maranhão, Curso de Ciências Biológicas, Departamento de Química e Biologia. Av. Lourenço Vieira da Silva, s/n., Cidade Universitária Paulo IV, 65055-000, São Luís, MA, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: Z.S. ALMEIDA. E-mail: <zafiraalmeida@hotmail.com>.

ABSTRACT

In this paper, a literature review was conducted to characterize the knowledge produced about the group Annelida Polychaeta in the state of Maranhão, indicating gaps and possibilities for study, besides rescuing its diversity, listing the recorded species and the environments in which they occur. This study was conducted by search databases, academic libraries and private collections of researchers who have produced work about the group. The scientific production related to polychaetes is dominated by informally published material (92.3%) and majority of the studies analyzed (75.6%) was not specifically about the group Polychaeta, but on benthic macrofauna, with predominance of work in mangroves environments (59.6%). A total of 99 genera, 32 families and 38 taxa was identified to the species level recorded for Maranhão. The knowledge of the polychaetous fauna is still incipient, requiring greater investment and intensification of studies. Thus, this literature review contributes towards synthesizing the knowledge produced about the polychaetes, seeking to find the gaps and provide basis for future studies to be conducted in Maranhão.

Key words: *Polychaete fauna. Maranhão. History of knowledge. Records of species.*

INTRODUÇÃO

Trabalhos de revisão taxonômica são imprescindíveis para dar base a outros estudos de cunho taxonômico; portanto, devem ser incentivados, visto que o cenário de espécies descritas no Brasil apresenta grandes lacunas de conhecimento, havendo, por exemplo, poucas espécies de invertebrados descritas anualmente, principalmente quando se trata de ambientes marinhos e de grupos como nemátodos, platelmintos e anelídeos, dentre outros (Marques & Lamas, 2006).

Poliquetas são anelídeos encontrados normalmente em ambientes marinhos e estuarinos, onde habitam as mais diferentes profundidades, ocupando principalmente o bentos, embora possam ocorrer no nécton e no plâncton (em estágios larvais) (Fauvel, 1953; Fauchald, 1977; Amaral & Nonato, 1996). As espécies dulcícolas são raras. Segundo Glasby & Timm (2008), são registradas 168 espécies, 70 gêneros e 24 famílias de poliquetas para ambiente dulcícola, o que representa cerca de 2% de todas as espécies. As maiores diversidades do grupo em água doce estão, em ordem decrescente, nas regiões Paleártica, Neotropical, Oriental, Neártica, Australiana e Afrotropical.

O grupo desempenha papel muito importante, tanto no âmbito ecológico e econômico, quanto na

prestação de serviços ambientais diversos para a manutenção das condições ambientais. Os poliquetas participam da cadeia trófica, sendo imprescindíveis para o funcionamento do ecossistema aquático: não só servem como item alimentar de várias espécies de peixes e crustáceos, como ainda podem ser usados na aquicultura, na pesca esportiva e no monitoramento ambiental (Amaral & Migotto, 1980; Amaral *et al.*, 1994; Amaral & Nonato, 1996; Paiva & Silva, 1998; Junyi *et al.*, 2007).

O estudo do grupo Polychaeta é menos representativo se comparado a outros grupos de animais marinhos, como peixes, crustáceos e moluscos, sendo a maior parte dos trabalhos com enfoque na macrofauna bêntica, não nos poliquetas especificamente (Franklin Junior *et al.*, 2006). Além disso, o conhecimento desse grupo nas costas Sul e Sudeste é maior que o das costas Norte e Nordeste, que apresentam aproximadamente 20% do número de registros de espécies. Contudo, percebe-se um aumento no volume de publicações sobre sistemática de poliquetas nos últimos 10 anos nas regiões Norte e Nordeste (Lana *et al.*, 2009; Amaral *et al.*, 2013).

De modo geral, no Brasil há grande disparidade em relação à disponibilidade de informações referentes aos inventários regionais de espécies bentônicas ao longo da costa. Enquanto a

fauna bêntica da zona costeira do Amapá, Pará, Maranhão e Piauí é pouco conhecida, o bentos das Regiões Sudeste e Sul é o melhor conhecido da costa brasileira (Monteiro Neto & Mendonça Neto, 2009). Estudos de caracterização da produção científica são importantes como ferramenta para compreender o potencial, as tendências e a natureza das atividades de pesquisa desenvolvidas em diferentes áreas do conhecimento (Noronha *et al.*, 2000).

Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi realizar uma síntese do conhecimento sobre a fauna poliquetológica do Maranhão, indicando lacunas e possibilidades de explorar estudos sobre poliquetas no estado, por meio da caracterização da produção científica referente ao grupo. A pesquisa visa ainda resgatar a diversidade dos poliquetas da costa maranhense, listando as espécies registradas e destacando os ambientes onde ocorrem.

MATERIAL E MÉTODOS

Buscou-se organizar um banco de dados a partir do levantamento de artigos, livros, capítulos de livros, teses, dissertações, trabalhos de conclusão de curso, relatórios e trabalhos apresentados em eventos científicos relacionados a estudos com poliquetas, produzidos no estado do Maranhão, Brasil.

Para levantamento dos dados, adotaram-se os seguintes procedimentos:

1) Busca de artigos nas bases de dados *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), *Scopus Elsevier*, *Biological Abstracts*, *Index of Latin-American Journals in Science* (Periodica), *Wild Life Review Abstract*, *Biodiversity Heritage Library* com as expressões "Polychaeta", "Maranhão", "Polychaeta e/and Maranhão", "Polychaete and Maranhão", "Poliqueta e Maranhão", "bentos e/and Maranhão", "meiofauna e/and Maranhão", "macrofauna e/and Maranhão";

2) Levantamento de Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC), relatórios técnicos, dissertações,

teses e artigos de periódicos maranhenses no acervo da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e no Laboratório de Hidrobiologia. Também foram consultadas as plataformas do *Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia* e do Banco de Teses da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), para levantar teses e dissertações com os termos de busca equivalentes aos utilizados no primeiro procedimento;

3) Investigação do currículo de pesquisadores com produção relacionada a poliquetas ou fauna bêntica no Maranhão. A investigação fundamentou-se na utilização das ferramentas de busca avançada, disponíveis na Plataforma Lattes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), sendo utilizadas as mesmas expressões de busca do procedimento 1;

4) Em última instância, os trabalhos foram obtidos em bibliotecas particulares ou junto a seus pesquisadores, após verificação de seu currículo.

Foram quantificados todos os tipos de publicação até o ano de 2013, estivessem eles incluídos na literatura cinza ou branca. O termo "literatura cinza" refere-se aos documentos publicados de forma não convencional ou semipublicados, produzidos no âmbito governamental, acadêmico, comercial ou industrial, ou seja, caracteriza documentos que têm pouca probabilidade de serem adquiridos através dos canais usuais de venda: relatórios técnicos e de pesquisa, publicações governamentais, traduções avulsas, *preprints*, dissertações, teses e anais de congressos (Gomes *et al.*, 2000). Já a "literatura branca" designa documentos convencionais que dependem de formalização criteriosa exigida para sua apresentação e divulgação (Almeida, 2000).

Para elaboração da lista de espécies, incluindo a localização, foram considerados apenas os registros contidos em dissertações, teses, artigos, livros e capítulos de livro. Este trabalho considera entre registros válidos (artigos, livros e capítulos de livros, tipos de publicação recomendados para ato nomenclatural pelo *International Code of Zoological*

Nomenclature [ICZN]) e não válidos (divulgados em outros meios, dentre os quais se inclui a literatura cinza). O nome das espécies encontrado nas publicações foi revisado e atualizado segundo a base de dados *World Register of Marine Species* (WoRMS), e o conhecimento dos autores (*World Register of Marine Species*, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi encontrado e analisado um total de 117 referências bibliográficas de trabalhos produzidos no Maranhão entre 1991 e 2013. O conhecimento atual sobre Polychaeta no estado tem sido publicado, em sua maior parte, na forma de literatura cinza. Esta representa 92,3% de todos os estudos levantados até o ano de 2013, abrangendo trabalhos de conclusão de curso de graduação, dissertações, teses e trabalhos apresentados em eventos científicos (resumos simples e expandidos) (Figura 1).

Ao analisar integralmente todas as produções bibliográficas relativas aos estudos com registros de poliquetas, observou-se a predominância de certos meios de divulgação. Os trabalhos publicados em anais de eventos científicos constituíram a forma de divulgação mais utilizada pelos pesquisadores, representando 64,9% do total (Figura 1). Destes,

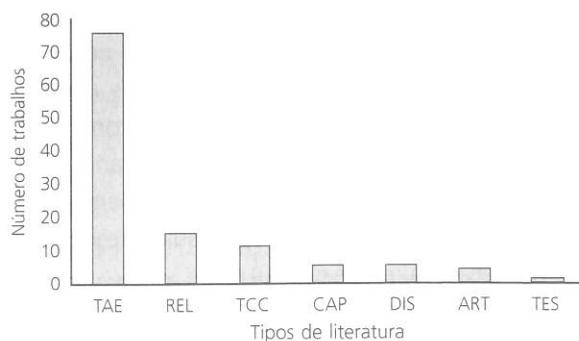


Figura 1. Representação gráfica da quantidade de trabalhos sobre poliquetas realizados no Maranhão, em relação ao tipo de literatura, publicados até 2013. N = 117.

Nota: TAE: Trabalhos Publicados em Anais de Eventos Científicos; REL: Relatório Técnico; TCC: Trabalho de Conclusão de Curso; CAP: Capítulo de Livro; DIS: Dissertação; ART: Artigo Científico e TES: Tese.

aproximadamente 5,0% chegaram a ser publicados em forma de artigo. Os anais de congressos costumam ser considerados “literatura cinza”, consistindo em informação de difícil acesso e aquisição, além de serem um tipo de divulgação de baixa visibilidade, uma vez que sua capacidade de exposição e fluxo de informação são restritos (Joly *et al.*, 2007).

Os trabalhos de conclusão de curso, por sua vez, representam o quarto lugar dentre os tipos de produção mais utilizados para publicação de trabalhos relacionados a poliquetas. Embora eles apresentem textos mais elaborados, diferentemente dos resumos, a maioria dos trabalhos não é publicada na forma de literatura branca, de modo que sua divulgação permanece restrita às bibliotecas das universidades, inibindo a visibilidade do estudo.

Dessa forma, percebe-se que, tanto no caso dos trabalhos apresentados em congressos quanto nos TCC, há uma descontinuidade de publicação, ou seja, o número de TCC e resumos não se traduz em publicações. Tal descontinuidade também foi observada para a síntese da ictiofauna maranhense realizada por Moraes & Almeida (2011), que relatam a prevalência dos TCC como forma de divulgação dos trabalhos da área. Há ainda que se considerar que a continuidade de publicação dos TCC cabe principalmente aos orientadores, dado que muitos estudantes não seguem a carreira acadêmica ou têm dificuldades para finalizar e publicar seus trabalhos.

Ocorrência e lista de espécies

A análise das listas taxonômicas de todos os trabalhos levantados acerca da fauna de poliquetas no Maranhão mostrou, dentre registros válidos e não válidos, a ocorrência de 32 famílias, 99 gêneros e 38 táxons identificados em nível específico (Quadros 1 e 2). Por outro lado, o catálogo produzido por Amaral *et al.*, (2013), que inclui também trabalhos divulgados em anais de congresso, o que não foi considerado como registro de espécies nesta pesquisa, mostra um total de 12 espécies, 6 gêneros e 3 famílias registradas (Nereididae, Cirratulidae e Amphinomidae). Dessa forma, considera-se que

pouco da fauna poliquetológica maranhense é conhecida, se comparado com a de outros estados brasileiros, como os da Região Sudeste. O estado de São Paulo, por exemplo, registra 57 famílias de poliquetas - de um total de 68 famílias registradas para o Brasil -, as quais se distribuem em 434 gêneros e 1 149 espécies, segundo o levantamento mais atualizado de Amaral *et al.* (2013).

Observou-se que uma das principais dificuldades verificadas nos trabalhos desenvolvidos no Maranhão é a identificação em nível específico. Alguns trabalhos, principalmente os TCC, identificam os poliquetas apenas em nível de família ou gênero, de modo a apontar maior número de

gêneros que de espécies. Geralmente, as principais dificuldades em relação à identificação de poliquetas estão associadas a dificuldades de acesso à literatura sobre o assunto e à falta de manual ou lista atualizada de espécies em muitas regiões (Salazar-Vallejo & Londoño-Mesa, 2004): Portanto, destaca-se que, apesar de a nomenclatura dos gêneros ter sido atualizada de acordo com a WoRMS, os trabalhos levantados nesta pesquisa podem apresentar registros de espécies com identificação inicial equivocada, uma vez que a maioria dos estudos são de ordem ecológica e realizados por não-especialistas, além da parca literatura sobre o assunto.

Quadro 1. Famílias e gêneros registrados para o Maranhão até o ano de 2013. Devido ao uso de sinônimos, a nomenclatura dos gêneros foi atualizada segundo WoRMS Editorial Board (2013).

Família	Gênero
Ampharetidae	<i>Isolda</i>
Amphinomidae	<i>Chloeia, Eurythoe, Hermodice, Hipponoa, Notopygos</i>
Capitellidae	<i>Capitella, Decamastus, Heteromastus, Notomastus</i>
Cirratulidae	<i>Caulleriella, Dodecaceria, Tharyx</i>
Dorvilleidae	<i>Ophryotrocha</i>
Eulepethidae	<i>Grubeulepis, Pareulepis</i>
Eunicidae	<i>Eunice, Lysidice, Marphysa, Nematonereis</i>
Euphrosinidae	<i>Euphrosine</i>
Glyceridae	<i>Glycera, Hemipodia</i>
Goniadidae	<i>Glycinde, Goniada</i>
Hesionidae	<i>Oxydromus, Podarke</i>
Lopadorrhynchidae	<i>Lopadorrhynchus</i>
Lumbrineridae	<i>Lumbrinerides, Lumbrineriopsis, Lumbrineris, Ninoe, Lysarete</i>
Magelonidae	<i>Magelona</i>
Maldanidae	<i>Notoproctus, Heteroclymene, Maldane</i>
Nephtyidae	<i>Aglaophamus, Inermonephtys, Nephtys</i>
Nereididae	<i>Ceratonereis, Laeonereis, Namalycastis, Neanthes, Nereis, Perinereis, Platynereis</i>
Oeonidae	<i>Arabella, Drilonereis</i>
Onuphidae	<i>Americanuphis, Diopatra, Hyalinoecia, Kinbergonuphis, Mooreonuphis, Nothria, Onuphis</i>
Opheliidae	<i>Arandia, Ophelia, Polyopthalmus, Trivisia</i>
Orbiniidae	<i>Scoloplos, Orbiniia, Phylo</i>
Paraonidae	<i>Aricidea, Paraonis</i>
Pholoidae	<i>Pholoe</i>
Phyllodocidae	<i>Phyllodoce, Eteone, Mystides</i>
Pilargidae	<i>Pilargis, Sigambra</i>
Sabellariidae	<i>Idanthyrus</i>
Sabellidae	<i>Branchiomma, Hypsicomus, Sabella</i>
Serpulidae	<i>Hydroides, Spirobranchus</i>
Sigalionidae	<i>Psammolyce, Sigalion</i>
Spionidae	<i>Laonice, Paraprionospio, Prionospio, Pygospio, Scolelepis, Streblospio</i>
Syllidae	<i>Myrianida, Branchiosyllis, Brania, Eusyllis, Exogone, Haplosyllis, Odontosyllis, Pionosyllis, Sphaerosyllis, Syllis</i>
Terebelidae	<i>Amaeana, Pista, Streblosoma, Terebella</i>

Quadro 2. Lista de espécies e famílias de poliquetas registrados para o Maranhão até o ano de 2013. Devido ao uso de sinônimos, a nomenclatura das espécies foi atualizada segundo WoRMS Editorial Board (2013).

(1 de 2)

Família/Espécies	Referências	Local
Ampharetidae Malmgren, 1866 <i>Isolda pulchella</i> Müller in Grube, 1858	Oliveira & Mochel (1999), Coelho-Costa (2007), Mochel (2011)	São Luís, Raposa
Capitellidae Grube, 1862 <i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780) <i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède, 1864) <i>Notomastus aberans</i> Day, 1957 <i>Notomastus lobatus</i> Hartman, 1947	Lopes (2003), Coelho-Costa (2007) Mochel (1997), Lopes (2003), Mochel (2011) Coelho-Costa (2007) Oliveira & Mochel (1999), Mochel (2011)	São Luís, Raposa São José de Ribamar, São Luís Raposa São Luís
Eulepethidae Chamberlin, 1919 <i>Grubeulepis fimbriata</i> (Treadwell, 1901)	Lopes (1997), Lopes (2003)	São José de Ribamar
Eunicidae Berthold, 1827 <i>Marphysa sanguinea</i> Montagu, 1815	Oliveira & Mochel (1999), Mochel (2011)	São Luís
Glyceridae Grube, 1850 <i>Glycera capitata</i> Örsted, 1843 <i>Glycera longipinnis</i> Grube, 1878	Coelho-Costa (2007) Lopes (1997), Lopes (2003)	Raposa São José de Ribamar
Goniadidae Kinberg, 1866 <i>Glycinde multidentis</i> Müller in Grube, 1858	Mochel et al. (2001), Lopes (2003)	São José de Ribamar, São Luís
Hesionidae Grube, 1850 <i>Oxydromus agilis</i> (Grube, 1855)	Coelho-Costa (2007)	Raposa
Lumbrineridae Schmarda, 1861 <i>Lumbrineris tetraura</i> (Schmarda, 1861)	Lopes (1997), Lopes (2003),	São José de Ribamar
Magelonidae Cunningham & Ramage, 1888 <i>Magelona cincta</i> Ehlers, 1908 <i>Magelona posterelongata</i> Bolívar & Lana, 1986	Coelho-Costa (2007) Lopes (2003)	Raposa São José de Ribamar
Nephtyidae Grube, 1850 <i>Nephtys fluviatilis</i> Monro, 1937 <i>Nephtys squamosa</i> Ehlers, 1887	Oliveira & Mochel (1999), Mochel (2011) Lopes (1997)	São Luís São José de Ribamar
Nereididae Blainville, 1865 <i>Alitta succinea</i> (Leuckart, 1847) <i>Ceratonereis (Ceratonereis) singularis</i> Treadwell, 1929 <i>Laeonereis culveri</i> (Webster, 1879)	Mochel (1997) Santos (1996), Santos & Lana (2003) Lopes (1997), Oliveira (2009)	São Luís São Luís Ilha do Cajual, São José de Ribamar São Luís
<i>Namalycastis abiuma</i> (Grube, 1871) <i>Namalycastis macroplatis</i> Glasby, 1999 <i>Nereis oligohalina</i> (Rioja, 1946)	Oliveira & Mochel (1999), Mochel (2011) Santos & Lana (2001) Oliveira & Mochel (1999), Mochel (2011), Santos (1996), Santos & Lana (2003)	São Luís São Luís São Luís
<i>Nereis riisei</i> Grube, 1857 <i>Perinereis anderssoni</i> Kinberg, 1866 <i>Perinereis vancaurica</i> (Ehlers, 1868)	Santos (1996), Santos & Lana (2003) Santos (1996); Santos & Steiner (2006) Oliveira & Mochel (1999), Mochel (2011), Santos (1996)	São Luís São José de Ribamar, São Luís São Luís
Oeonidae Kinberg, 1865 <i>Arabella iricolor</i> (Montagu, 1804)	Oliveira & Mochel (1999), Mochel (2011)	São Luís
Onuphidae Kinberg, 1865 <i>Diopatra cuprea</i> (Bosc, 1802)	Lopes (1997), Lopes (2003)	São José de Ribamar
Opheliidae Malmgren, 1867 <i>Ophelia formosa</i> (Kinberg, 1866) <i>Polyopthalmus pictus</i> (Dujardin, 1839)	Coelho-Costa (2007) Coelho-Costa (2007)	Raposa, São Luís
Orbiniidae Hartman, 1942 <i>Scoloplos (Scoloplos) texana</i> (Maciolek & Holland, 1978) <i>Scoloplos treadwelli</i> Eisig, 1914	Oliveira & Mochel (1999), Mochel (2011) Lopes (2003)	São Luís São José de Ribamar

Quadro 2. Lista de espécies e famílias de poliquetas registrados para o Maranhão até o ano de 2013. Devido ao uso de sinônimos, a nomenclatura das espécies foi atualizada segundo WoRMS Editorial Board (2013).

(2 de 2)

Família/ Espécies	Referências	Local
Paraonidae Cerruti, 1909		
<i>Paraonis gracilis</i> (Tauber, 1879)	Coelho-Costa (2007)	Raposa
Phyllodoceidae Örsted, 1843		
<i>Phyllodoce mucosa</i> Örsted, 1843	Oliveira & Mochel (1999), Mochel (2011)	São Luís
<i>Hypereteone heteropoda</i> (Hartman, 1951)	Lopes (1997)	São José de Ribamar
Pilargidae Saint-Joseph, 1899		
<i>Sigambra grubei</i> Müller in Grube, 1858	Oliveira & Mochel (1999), Mochel (2011)	São Luís
Spionidae Grube, 1850		
<i>Scolecopsis (Scolecopsis) squamata</i> (O.F. Muller, 1806)	Lopes (1997), Lopes (2003)	São José de Ribamar
Syllidae Grube, 1850		
<i>Odontosyllis heterofalchaeta</i> Temperini, 1981	Coelho-Costa (2007)	Raposa
<i>Syllis cornuta</i> Rathke, 1843	Oliveira (1996), Oliveira & Mochel (1999), Mochel (2011)	São Luís

Dentre as famílias de poliquetas, Syllidae foi a que apresentou maior número de gêneros registrados para o Maranhão, perfazendo um total de 10 (Quadro 2). Muito embora esta seja uma das famílias mais abundantes e diversificadas, ainda é pequeno o conhecimento acerca dos silídeos que ocorrem no litoral brasileiro (25 gêneros e 84 espécies), quando comparado, por exemplo, com a Península Ibérica, que apresenta especialistas em Syllidae estabelecidos há décadas (Fukuda, 2010).

Em relação ao número de espécies, Nereididae foi a família de poliquetas que liderou, com um total de 9 espécies registradas, incluídas em seis gêneros. Nereididae é uma das famílias mais bem conhecidas e com maior número de espécies descritas, com cerca de 45 espécies registradas para a costa brasileira (Santos & Lana, 2003).

Considerando os tipos de trabalho reconhecidos pelo ICZN nos artigos 8 e 9 (*International Code of Zoological Nomenclature*, 1999), que adota critérios semelhantes aos da literatura branca, apenas 18 espécies seriam registradas para o Maranhão: *Isolda pulchella*, *Heteromastus filiformis*, *Notomastus lobatus*, *Marphysa sanguinea*, *Glycinde multidentis*, *Nephtys fluviatilis*, *Ceratonereis singularis*, *Namalycastis abiuma*, *Namalycastis macroplatis*, *Nereis oligohalina*, *Nereis riisei*, *Perinereis anderssoni*, *Perinereis vancaurica*, *Arabella iricolor*, *Scoloplos*

(*Scoloplos*) *texana*, *Phyllodoce mucosa*, *Sigambra grubei* e *Syllis cornuta*.

Todavia, não se descarta a hipótese de que as espécies listadas possam conter identificações imprecisas, já que a maioria dos estudos é de cunho ecológico e não taxonômico. Dessa maneira, podem representar espécies equivocadamente registradas para o litoral.

Ressalta-se que quatro espécies apresentam exemplares devidamente tombados, de acordo com os trabalhos de Santos & Lana (2001; 2003) que os depositaram na coleção do Centro de Estudos do Mar (CEM) da Universidade Federal do Paraná e atualmente se encontram na Coleção de Polychaeta (ZUEC-POL) do Museu de Zoologia da Universidade de Campinas (Unicamp): *Ceratonereis (Ceratonereis) singularis* (São Luís, ZUEC-POL 9918), *Namalycastis macroplatis* (São Luís, Manguezal Parna-Açu, ZUEC-POL 10026), *Nereis oligohalina* (São Luís, ZUEC-POL 9703 - 9711) e *Nereis riisei* (São Luís, Praia do Olho de Porco, MCEM ZUEC-POL 9818, 9825).

Abordagens dos estudos: tipos de pesquisas e ambientes explorados

Dentre os trabalhos completos (TCC, dissertações, teses, artigos, capítulos de livro e relatórios), a maioria (75,6%) não trata

especificamente do grupo Polychaeta, mas da macrofauna bêntica como um todo. Os estudos de biodiversidade e aspectos ecológicos (80,4%) predominaram em relação aos de taxonomia (12,2%) e bioindicadores (7,4%).

Em relação aos ambientes estudados, houve predominância de estudos na região entremarés (97,5%; Figura 2). O manguezal foi o ambiente mais estudado, destacando-se as pesquisas referentes a Parna-Açu, Laguna da Jansen, região Portuária do Itaqui/São Luís, Canal da Raposa/Raposa e Ilha de Tauá-Mirim/Baía de São Marcos. Dentre as praias, segundo ambiente mais estudado, apontam-se Ponta d'Areia/São Luís, Panaquatira e Araçagy/São José de Ribamar.

A predominância dos estudos em áreas entremarés provavelmente está associada à facilidade de acesso e amostragem, além dos custos mais baixos de coleta. Essa característica parece remontar ao cenário do Brasil no início das pesquisas sobre bentos marinho, que se iniciaram em regiões entremarés de praias e costões rochosos devido à facilidade de acesso, possuindo caráter descritivo, sistemático ou de distribuição geográfica (Gomes, 2006). Amaral & Jablonski (2005) corroboram a proposição, mostrando que a região mais estudada, em termos de organismos bentônicos, está limitada à zona entremarés até aproximadamente 20 m de profundidade.

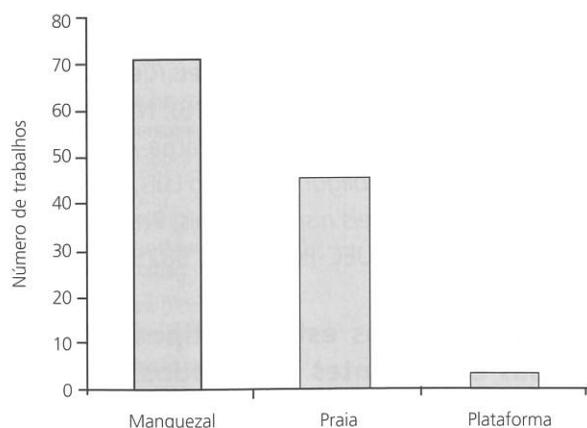


Figura 2. Número de trabalhos sobre Polychaeta no Maranhão até o ano de 2013, distribuídos segundo o ambiente de sua captura. N = 117.

Destaca-se a ausência de trabalhos no ambiente dulcícola no Maranhão, embora este seja um estado rico em bacias hidrográficas e áreas úmidas. Poliquetas dulcícolas são encontrados em menor número na natureza, sendo as famílias mais representativas, em ordem decrescente: Nereididae, Aeolosomatidae, Sabellidae, Spionidae, Histriobdellidae, Ampharetidae, Capitellidae, Serpullidae e Cirratulidae (Glasby & Timm 2008). Destaca-se que Nereididae, Spionidae, Ampharetidae e Capitellidae têm registros para o Maranhão.

No estado, uma das regiões mais ricas em ambientes dulcícolas ou de água salobra é a Baixada Maranhense. Essa região insere-se em uma Área de Proteção Ambiental (APA) - um sítio Ramsar -, caracterizada por apresentar período de estiagem ("verão") e período de chuvas intensas ("inverno"), quando os grandes rios extravasam e inundam os campos, que parte do ano permanecem alagados (Araújo *et al.*, 2003). A Baixada Maranhense, além de manguezais, possui outros ecossistemas, tais como campos inundáveis, lagoas, babaçuais e florestas (Moura, 2004). Dessa maneira, pode se constituir de uma área de alto potencial para o estudo de organismos bentônicos, em especial dos poliquetas.

Os estudos sobre poliquetas no Maranhão parecem se concentrar em áreas da Ilha de São Luís, banhadas pela Baía de São Marcos, a exemplo dos trabalhos de Lopes (1997), Mochel (1997), Oliveira & Mochel (1999), Lopes (2003), Coelho-Costa (2007), Feres *et al.* (2008) e Mochel (2011). De todas as áreas de estudo abordadas nos trabalhos levantados, aproximadamente 76,9% localizam-se na ilha de São Luís, 21,4% em outras ilhas e costa de municípios banhados pela Baía de São Marcos e 1,7% corresponde aos estudos na plataforma continental e talude (oriundos de um trabalho resultante do Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva (Revizee), cujas amostragens ocorreram em 29 estações, no ano de 1999; os exemplares foram identificados em nível de gênero, encontrando-se 27 famílias e 76 gêneros). Portanto, áreas como a região

costeira oriental, reentrâncias e Baixada Maranhense, plataforma continental e talude foram pouco exploradas, com reduzido ou nenhum registro de espécies. De forma geral, a plataforma continental, talude e áreas mais profundas são ecossistemas marinhos praticamente inexplorados, no Brasil, especialmente na Região Norte (Marques & Lamas, 2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, o nível de conhecimento da fauna poliquetológica maranhense encontra-se longe do ideal, pois o número de espécies registradas é baixo, embora o estado apresente extensa faixa costeira com uma grande variedade de ambientes, alguns deles inexplorados.

Ainda que a maior parte da produção científica relacionada ao grupo Polychaeta no Maranhão não seja efetivamente publicada, os trabalhos produzidos são importantes como contribuição científica, principalmente tendo em vista a escassa literatura encontrada sobre o assunto no estado. Entretanto, cabe aos pesquisadores analisar cuidadosamente a literatura já produzida sobre o assunto, visto que a confiabilidade das identificações deve ser ponderada, não só devido à predominância de trabalhos na área de ecologia, mas também porque muitas espécies apontadas como cosmopolitas ou de ampla distribuição geográfica atualmente têm se mostrado endêmicas a determinadas áreas. Dessa forma, certas espécies registradas podem, de fato, constituir novas espécies.

A descontinuidade da publicação, ou seja, a dificuldade de publicar em forma de literatura branca - resultante provavelmente do reduzido número de especialistas no estado e da carência de listas de espécies locais -, é um aspecto que deve ser vencido ao longo da produção de conhecimento acerca do grupo Polychaeta no Maranhão. Para mudar esse cenário, sugerem-se estímulos aos programas de pós-graduação, investimentos em cursos de taxonomia do grupo, bem como intercâmbio de especialistas e

estudantes para outras instituições nacionais e internacionais, além da realização de parcerias para publicação, a fim de aumentar a produção em literatura branca.

Dessa maneira, esta revisão de literatura contribuiu com uma síntese do conhecimento produzido, resgatando as espécies registradas e os ambientes em que ocorrem, bem como apontando as lacunas para servir de base a futuros estudos sobre Polychaeta no Maranhão. Espera-se assim chamar atenção para a necessidade de maior investimento e organização de esforços para preencher essas lacunas existentes no estado. Conhecer a diversidade é um dos primeiros passos para atingir a sustentabilidade e buscar estratégias que minimizem as consequências dos impactos ambientais, por meio do manejo e conservação dos ambientes.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa de Iniciação Científica. À Profa. Dra. Flávia Rebelo Mochel (Universidade Estadual do Maranhão) e à Dra. Ana Tereza Lyra Lopes (Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais), pelo empréstimo de trabalhos no levantamento da literatura. Aos revisores anônimos, pelos valiosos comentários que resultaram na melhoria deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- Almeida, M.R.G. (2000). *Literatura cinza: teoria e prática*. São Luís: UFMA.
- Amaral, A.C.Z. & Jablonski, S. (2005). Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. *Megadiversidade*, 1(1):43-51.
- Amaral, A.C.Z. & Migotto, A.E. (1980). Importância dos anelídeos poliquetas na alimentação da macrofauna demersal e epibentônica da região de Ubatuba. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 29(2):31-5.
- Amaral, A.C.Z.; Nallin, S.A.H.; Steiner, T.M.; Forroni, T.O. & Gomes, D.F. (2013). *Catálogo das espécies de Annelida Polychaeta do Brasil*. Campinas: UNICAMP. Disponível em: <http://www.ib.unicamp.br/museu_zoologia/files/

- lab_museu_zoologiaCatalogo_Polychaeta_Amaral_et_al_2012.pdf>. (acesso: 15 set. 2013).
- Amaral, A.C.Z. & Nonato, E.F. (1996). *Anelídeos poliquetas da costa brasileira: características e chave para famílias; glossário*. Brasília: CNPq.
- Amaral, A.C.Z.; Nonato, E.F. & Petti, M.A.V. (1994). Contribution of *polychaetous annelids* to the diet of some Brazilian fishes. In: Dauvin, J.C.; Laubier, L. & Reish, D.J. *Actes de la 4ème Conférence Internationale des Polychètes: Memories du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 162:331-7.
- Araújo, E.S.; Souza, S.R. & Fernandes, M.S. (2003). Características morfológicas e moleculares e acúmulo de proteína em grãos de variedades de arroz do Maranhão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38(11):1281-8.
- Coelho-Costa, C.M. (2007). *Distribuição espacial e temporal dos macrozoobentos de habitats entre-marés do canal da Raposa, Baía de São Marcos, Maranhão, Brasil*. Dissertação (Biodiversidade e Conservação), Universidade Federal do Maranhão, São Luís.
- Fauchald, K. (1977). *The polychaetes worms: Definitions and keys to the orders, families and genera*. Los Angeles: Natural History Museum of Los Angeles.
- Fauvel, P. (1953). *The fauna of India: Annelida polychaeta*. Allahabad: The Indian Press.
- Feres, S.J.C.; Santos, L.A. & Tagori-Martins, R.M.C. (2008). Família *Nereidae* (Polychaeta) como bioindicadora de poluição orgânica em praias de São Luís, Maranhão - Brasil. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, 21(1):95-8.
- Franklin Junior, W.; Sousa, R.C.A. & Silva, A.R.G. (2006). Anelídeos poliquetas da costa Oeste do Ceará. In: Matthews-Cascon, H. & Lotufo, T.M.C. (Org.). *Biota Marinha da costa Oeste do Ceará*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Fukuda, M.V. (2010). *Contribuição ao conhecimento taxonômico dos sílideos (Polychaeta: Syllidae) da região sudeste-sul do Brasil*. Tese em Ciências Biológicas (Zoologia), Universidade de São Paulo.
- Glasby, C.J. & Timm, T. (2008). Global diversity of polychaetes (Polychaeta; Annelida) in freshwater. *Developments in Hydrobiology*, 198:107-15. Available at: <http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-8259-7_13>. (accessed: 2013 July 15).
- Gomes, M.F. (2006). *Variações espaciais e sazonais na composição e estrutura da comunidade macrobentônica na plataforma continental e talude superior de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil*. Dissertação em Ciências (Oceanografia Biológica), Universidade de São Paulo.
- Gomes, S.L.R.; Mendonça, M.A.R. & Souza, C.M. (2000). Literatura cinza. In: Campello, B.S.; Cendón, B.V. & Kremer, J.M. *Fontes de informação para pesquisadores e profissionais*. Belo Horizonte: UFMG.
- International Commission of Zoological Nomenclature. (1999). *International code of zoological nomenclature [the Code]*. London: Natural History Museum. Available at: <<http://www.nhm.ac.uk/hosted-sites/iczn/code/>>. (accessed: 2013 September 5).
- Joly, M.C.R.A.; Silva, M.C.R.; Nunes, M.F.O.N. & Souza, M.S. (2007). Análise da produção científica em painéis dos congressos brasileiros de avaliação psicológica. *Avaliação Psicológica*, 6(2):239-52.
- Junyi, Y., Aigen, G.; Xiuren, N. & Zhang, D. (2007). Characteristics of macrofauna and their response to aquaculture in Yueqing Bay, China. *Acta Ecologica Sinica*, (27)1:34- 41.
- Lana, P.C.; Amaral, A.C.Z.; Souza, J.R.B.; Ruta, C.; Paiva, P.C.; Brasil, A.C.S., et al. (2009). Polychaeta. In: Rocha, R.M. & Boeger, W.A. (Org). *Estado da arte e perspectivas para a zoologia no Brasil*. Curitiba: UFPR.
- Lopes, A.T.L. (1997). *Macroendofauna bentônica de substratos móveis da Praia de Panaquatira, Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil*. Dissertação (Biologia Animal), Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Lopes, A.T.L. (2003). Estrutura das comunidades de organismos bentônicos em regiões entre-marés utilizadas por aves limícolas migratórias na costa Norte do Brasil. Tese em Ciências Biológicas (Zoologia), Universidade Federal do Pará, Belém.
- Marques, A.C. & Lamas, C.J.E. (2006). Taxonomia zoológica no Brasil: estado da arte, expectativas e sugestões das ações futuras. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 43(13):139-74.
- Mochel, F.R. (1997). Mangroves on São Luís Island, Maranhão, Brazil. In: Kjerfve, B.; Lacerda, L.D. & Diop, E.H.S. (Org.). *Mangrove ecosystem studies in Latin America and Africa*. Paris: Unesco.
- Mochel, F.R. (2011). Manguezais amazônicos: status para a conservação e a sustentabilidade na zona costeira maranhense. In: Martins, M.B. & Oliveira, T.G. (Org.). *Amazônia maranhense: diversidade e conservação*. Belém: Editora do Museu Paraense Emílio Goeldi.
- Mochel, F.; Cutrim, M.V.J. & Ferreira-Correia, M.M. (2001). Degradação dos manguezais na Ilha de São Luís (MA): processos naturais e impactos antrópicos. In: Prost, M.T. & Mendes, A.C. (Org). *Ecossistemas costeiros: impactos e gestão ambiental*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi.
- Monteiro Neto, C. & Mendonça Neto, J.P. (2009). Biologia da conservação marinha. In: Pereira, R.C. & Gomes, A.S. (Org). *Biologia marinha*. Rio de Janeiro: Interciência.
- Morais, G.C. & Almeida, Z.S. (2011). Indicadores bibliométricos da Ictiofauna na Zona Costeira Maranhense. In: Nunes, J.L.S. & Piorski, N.M. (Org.). *Peixes marinhos e estuários do Maranhão*. São Luís: Café & Lápis.
- Moura, E.G. (2004). *Agroambientes de transição: entre o trópico úmido e o semi-árido do Brasil*. São Luís: UEMA.

- Noronha, D.P.; Población, D.A. & Santos, C.B. (2000). Produção científica: análise cienciométrica das comunicações apresentadas nos SNBU's: 1978-1998. *Anais do 11º Seminário Nacional de Bibliotecas Universitárias*, 2000, Florianópolis. Disponível em: <http://www.eca.usp.br/nucleos/pc/artigo/Artigo%20SNBU-2000.pdf>. (acesso: 20 ago. 2013).
- Oliveira, V.M. (2009). *Variabilidade morfológica de Laeonereis (Hartman, 1945) (Polychaeta; Nereididae) ao longo do Atlântico Ocidental*. Dissertação em Ciências Biológicas (Zoologia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Oliveira, V.M. & Mochel, F.R. (1999). Macroendofauna bêntica de substratos móveis de um manguezal sob impacto das atividades humanas no sudoeste as ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, 12(1):75-93.
- Paiva, P.C. & Silva, J.R.M.C. (1998). Macro-benthic as food for a penaeid shrimp pond farm in Brazil. *Revista de Biología Tropical*, 46(2):427-30.
- Salazar-Vallejo, S. & Londoño-Mesa, M.H. (2004). Lista de especies y bibliografía de poliquetos (Polychaeta) del Pacífico Oriental Tropical. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 75(1):9-97.
- Santos, C.S.G. (1996). *Nereididae (Annelida; Polychaeta) da costa Nordeste do Brasil (2°S-18°S)*. Dissertação (Ciências Biológicas), Universidade Federal do Paraná.
- Santos, C.S.G. & Lana, P.C. (2001). *Nereididae (Annelida, Polychaeta) da costa Nordeste do Brasil. II. Gêneros Namalycastis, Ceratocephale, Laeonereis e Rullierinereis. Iheringia*, 98:137-149. (Série zoológica [online]). Available at: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-47212001000200020> (accessed: 2013 August 24).
- Santos, C.S.G. & Lana, P.C. (2003). *Nereididae (Polychaeta) da costa Nordeste do Brasil: III. Gêneros Ceratonereis e Nereis. Iheringia*, 93(1):05-22. Available at: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-47212003000100001&lng=en&nrm=iso>. (accessed: 2013 August 24).
- Santos, C.S.G. & Steiner, T.M. (2006). Família *Nereididae*. In: Amaral, A.C.Z., Rizzo, A.E. & Arruda, E.P. (Org). *Manual de identificação dos invertebrados marinhos da Região Sudeste-Sul do Brasil*. São Paulo: Edusp.
- World Register for Marine Species. (2013). *World Register of Marine Species*. Available at: <<http://www.marinespecies.org>>. (accessed: 2013 September 5).

Recebido em: 3/10/2013
Versão final em: 1/3/2014
Aprovado em: 12/3/2014

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 em inglês (preferencialmente), em português ou espanhol e o texto deve ter de 15 a 20 laudas. As folhas devem ter numeração personalizada desde

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

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

A página do título deve conter:

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

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

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

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

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

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

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

Versão reformulada

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Exemplos de referências

Periódico

Dois autores

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

Mais de dois autores

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

Livro

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

Capítulo de Livro

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

Dissertações e Teses

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

Trabalhos apresentados em congressos e similares

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

Material eletrônico

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

LISTA DE 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

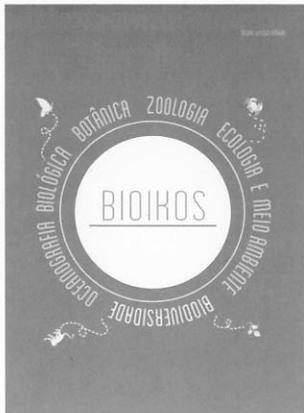
Núcleo de Editoração SBI - *Campus II*

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"/>
<input type="checkbox"/> Volume 28 (1 e 2) (2014) ⇨ Pessoas Físicas R\$ 40,00	<input type="checkbox"/> ⇨ Institucional R\$120,00	<input type="checkbox"/>

Nome: _____

Endereço: _____ Bairro _____

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

CNPJ/CPE: _____ E-mail: _____

Assinatura: _____ Data: ____ / ____ / ____

FORMAS DE PAGAMENTO

Boleto Bancário

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

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

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

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

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

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

Pontifícia Universidade Católica de Campinas

(Sociedade Campineira de Educação e Instrução)

Arcebispo: Dom Airton José dos Santos

Reitora: Profa. Dra. Angela de Mendonça Engelbrecht

Vice-Reitor: Prof. Dr. Germano Rigacci Júnior

Pró-Reitoria de Graduação: Prof. Dr. Orandi Mina Falsarella

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação: Profa. Dra. Sueli do Carmo Bettine

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

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

Diretor do Centro de Ciências da Vida: Prof. Dr. Gustavo Henrique da Silva

Diretora-Adjunto: Profa. Dra. Glória Maria A.S. Tedrus

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

Bioikos

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

Capa / Cover

Agência Ideia Original

Editoração eletrônica / DTP

Toque Final

Impressão / Printing

E-Color Editora e Gráfica

Tiragem / Edition

800

Distribuição / Distribution

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



SUMÁRIO | CONTENTS
ISSN 0102-9568

Artigos | Articles

Botânica | Botany

- 3 Avaliação das características germinativas da espécie arbórea sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth - Fabaceae) - *ahead of print*
Evaluation of the germination characteristics of the tree known as "sucupira-preta" (Bowdichia virgilioides Kunth - Fabaceae)
| Márcia Maria Rosa-Magri | Silvana Perissato Meneghin

Ecologia e Meio Ambiente | Ecology and Environment

- 11 Entomofauna capturada em armadilha para dípteros na Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro
Entomofauna caught with fly-traps in the Tinguá Biological Reserve, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, Brazil
| Analu Bento da Silva | Bárbara de Queiroz Gadelha | Antônia de Castro Ribeiro | Adriana Cristina Pedroso Ferraz | Valéria Magalhães Aguiar
- 25 Registro de icitiofauna hipogea en la provincia de Salta (Argentina, Sud America)
Record of hypogeal ichthyofauna in the Salta province (Argentina, South America)
| Sergio Enrique Gómez
- 31 Compartimentalização e qualidade da água: o caso da Represa Billings
Compartmentalization and water quality: Billings reservoir case
| Sheila Cardoso-Silva | Paula Yuri Nishimura | Paula Regina Padial | Carolina Fiorillo Mariani | Viviane Moschini-Carlos | Marcelo Luiz Martins Pompêo

Zoologia | Zoology

- 45 Anelídeos Poliquetas do estado do Maranhão, Brasil: síntese do conhecimento
Polychaetes Annelids from state of Maranhão, Brazil: History of knowledge
| Rannyele Passos Ribeiro | Zafira da Silva de Almeida