

ISSN 0102-9568

# Bioikos

Volume 24 | Número 1  
Janeiro - Junho • 2010



## 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 às diversas áreas da Biologia, em especial Ambiental, Biologia Molecular e Educação, da comunidade nacional e internacional.

*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 many areas of Biology, mainly Environmental, Molecular Biology and Education.*

## COLABORAÇÕES / CONTRIBUTIONS

Os manuscritos (um original e três cópias) devem ser encaminhados ao Núcleo de Editoração SBI/CCV e seguir as "Instruções aos Autores", publicadas no final de cada fascículo.

*All manuscripts (the original and three copies) should be sent to the Núcleo de Editoração SBI/CCV and should comply with the "Instructions for Authors", published at the end of each issue.*

## ASSINATURAS / SUBSCRIPTIONS

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

E-mail: [ccv.assinaturas@puc-campinas.edu.br](mailto:ccv.assinaturas@puc-campinas.edu.br)

Anual: Pessoas físicas: R\$40,00 Institucional: R\$100,00

Aceita-se permuta

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

E-mail: [ccv.assinaturas@puc-campinas.edu.br](mailto:ccv.assinaturas@puc-campinas.edu.br)

Annual: Individual rate: R\$40,00 Institutional rate: R\$100,00

Exchange is accepted

## CORRESPONDÊNCIA / CORRESPONDENCE

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

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

Núcleo de Editoração SBI/CCV  
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: [ccv.revistas@puc-campinas.edu.br](mailto:ccv.revistas@puc-campinas.edu.br)

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

## INDEXAÇÃO / INDEXING

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

## LISTA QUALIS

B-4

## Editora / Editor

Luciane Kern Junqueira (PUC-Campinas)

## Editores Associados / Associate Editors

### Ambiental

Kayna Agostini (Unimep - Piracicaba)

Luiza Ishikawa Ferreira (PUC-Campinas)

Rafael Dias Loyola (UFG - Goiânia)

### Biologia Molecular

Daniele Ribeiro Araújo (Universidade Federal do ABC - Santo André)

Edmilson Ricardo Gonçalves (PUC-Campinas)

José Meciano Filho (PUC-Campinas)

Leonardo Fernandes Fraceto (Unicamp - Campinas)

### Educação

Eduardo Galembeck (Unicamp - Campinas)

Leda Rodrigues de Assis Favetta (Unimep - Piracicaba)

Simone Sendin Guimarães (UFG - Goiânia)

## Editora Executiva / Executive Editor

Maria Cristina Matoso (SBI-PUC-Campinas)

## Conselho Editorial / Editorial Board

Adauto Ivo Milanez (Instituto de Botânica - São Paulo)

Ana Lúcia Vendel (UFPA - João Pessoa)

Carminda da Cruz-Landim (Unesp - Rio Claro)

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

Edmundo Ferraz Nonato (USP - São Paulo)

Eunice da Costa Machado (UFPR - Pontal do Paraná)

Giovana Radomille Tofoli (Universidade São Francisco - Bragança Paulista)

José Roberto Miranda (Embrapa - Campinas)

Olga Yano (Instituto de Botânica - São Paulo)

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

Paulo de Tarso da Cunha Chaves (UFPR - Curitiba)

Vadim Viviani (UFSCar - Sorocaba)

Virginia Sanches Uieda (Unesp - Botucatu)

Wesley Rodrigues Silva (Unicamp - Campinas)

## Normalização e Indexação / Standardization and Indexing

Maria Cristina Matoso

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

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

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

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

Copyright ©Bioikos

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

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

## FICHA CATALOGRÁFICA

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

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

v.24 n.1 jan./jun. 2010

Semestral

Resumo em Português e Inglês

ISSN 0102-9568

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

CDD 574



Artigos | Articles

- 3 Editorial
- 5 *Imposex* em saquiratá *Stramonita haemastoma* (Neogastropoda: Muricidae) na Baixada Santista  
*Imposex in the whelk Stramonita haemastoma (Neogastropoda: Muricidae), from Baixada Santista (SP), Brazil*  
• Juliana Beltramin De Biasi, Acácio Ribeiro Gomes Tomás, Luana Imperato
- 13 Componentes de fecundidade em *Erythrina speciosa* (Leguminosae, Faboideae)  
*Elements of fertility in Erythrina speciosa (Leguminosae, Faboideae)*  
• Bruna Rafaella Zanardi Palermo, Kayna Agostini
- 21 Angiospermas arbóreas e arbustivas do campus da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita, Rio Claro (SP)  
*Angiosperm trees and shrubs on the campus of the São Paulo State University "Júlio de Mesquita", Rio Claro (SP), Brazil*  
• Carolina de Moraes Potascheff, Júlio Antonio Lombardi, Harri Lorenzi
- 31 Polinização em área urbana: o estudo de caso de *Jacaranda mimosifolia* D. Don (Bignoniaceae)  
*Pollination in urban area: the Jacaranda mimosifolia D. Don (Bignoniaceae) case study*  
• Gustavo Rodrigues Alves, Aline Peruchi, Kayna Agostini
- 43 New record of *Dyocotophyma renale* in the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*) in the State of Goiás, Brazil  
*Novo registro do Dyocotophyma renale em lobo-guará (Chrysocyon brachyurus) no estado de Goiás*  
• Rosana Talita Braga, Carly Vynne, Marinês Conceição Rieth Corrêa, Rafael Dias Loyola
- 49 *Fauna parasitária intestinal de Chrysocyon brachyurus (lobo-guará) no Parque Nacional das Emas*  
*Intestinal parasite fauna in the Chrysocyon brachyurus (maned wolf) in the Emas National Park, Brazil*  
• Rosana Talita Braga, Carly Vynne, Rafael Dias Loyola
- 57 Análise citogenética em trabalhadores rurais expostos a agrotóxicos  
*Cytogenetic analysis investigation in farmers exposed to pesticides*  
• Anderson do Espírito Santo Pereira, Nathalia Zocal Pereira dos Santos, Leonardo Fernandes Fraceto, Renata de Lima
- 63 Instruções aos autores  
*Instructions for authors*



A revista *Bioikos* é uma revista semestral da Faculdade de Ciências Biológicas do Centro de Ciências da Vida da Pontifícia Universidade Católica de Campinas. A revista foi fundada em 1987 e publica artigos científicos originais, artigos de revisão e comunicações científicas relacionados às diversas áreas da Biologia, em especial Ambiental, Biologia Molecular e Educação, da comunidade nacional e internacional.

Ao final de 2005, a revista passou a fazer parte do Núcleo de Editoração SBI/CCV, que é um serviço mantido pelo Sistema de Bibliotecas e Informação (SBI), desde 1992, em parceria com o Centro de Ciências da Vida (CCV) da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), que tem por objetivo desenvolver o processo de editoração das publicações periódicas da Universidade na área da Saúde. Esta parceria resultou no restabelecimento da periodicidade e maior visibilidade das publicações e, as atividades compreendidas, vão desde a captação de originais, normalização, melhoria da qualidade de impressão e difusão da distribuição, assinaturas, permutas e doação, entre outras.

Em 2009 a Revista passou por uma nova reestruturação quanto ao Corpo Editorial, buscando a parceria de novos Editores Associados e a atualização do Conselho Editorial, bem como a ampliação do número de consultores *ad hoc*. A *Bioikos* está com novas metas, pois acreditamos que há muito trabalho a ser realizado na busca da excelência. Assim, os dois fascículos de 2010 já estão completos e o número de artigos passou de 10 para 14 anuais. Para 2011 pretendemos trabalhar com 40 artigos anuais, distribuídos em três fascículos, bem como pleitear a inclusão no SciELO. Paralelamente, também a partir de 2010, a *Bioikos* passa a conter uma subdivisão em grandes áreas temáticas para publicação, com Editores Associados específicos para cada área, que foram assim definidas: *Biologia Molecular*, que contempla: Biologia Celular, Fisiologia e Farmacologia, Bioquímica e Biofísica, Genética e Biologia Molecular; *Ambiental*, que contempla: Botânica, Ecologia, Zoologia, Recursos Pesqueiros; *Ensino*, que contempla: Educação, Sociedade e Ambiente, Ensino de Ciências e Biologia.

Atualmente, a revista está indexada nas bases de dados *Aquatic Sciences & Fisheries Abstracts* (ASFA), *CAB Abstracts and Global Health*, *Periódica* e *Latindex*; apresenta Qualis B4 e tiragem de 800 exemplares. O mecanismo de distribuição é por assinaturas, doação e permuta cujas solicitações podem ser feitas pelo e-mail <ccv.assinaturas@puc-campinas.edu.br>. Além disso, a revista está disponível em <<http://www.puc-campinas.edu.br/centros/CCV/revistas/Bioikos.htm>>.

Por fim, esperamos que as mudanças já realizadas e as que ainda estão por vir aumentem a visibilidade e a qualidade do nosso periódico, já corroborada por um histórico de 24 anos de trabalho.

Profa. Dra. Luciane Kern Junqueira  
Editora-Chefe



ARTIGO | ARTICLE

## *Imposex* em saquaritá *Stramonita haemastoma* (Neogastropoda: Muricidae) na Baixada Santista

*Imposex* in the whelk *Stramonita haemastoma* (Neogastropoda: Muricidae),  
from Baixada Santista (SP), Brazil

Juliana Beltramin De Biasi<sup>1</sup>  
Acácio Ribeiro Gomes Tomás<sup>1</sup>  
Luana Imparato<sup>1</sup>

### RESUMO

O neogastrópode *Stramonita haemastoma* sofre ação antrópica pela pesca e pela presença de compostos organoestânicos (tributil-estanho e trifetil-estanho) presentes em tintas anti-incrustantes de embarcações. Esses compostos promovem distúrbios endócrinos gerando masculinização (aparecimento de pênis e vaso deferente) em fêmeas saudáveis (*imposex*), podendo torná-las estéreis ou mesmo causar morte em casos extremos. Ambas as ações conjugadas podem influenciar a estrutura populacional da espécie, afetando a reprodução e, conseqüentemente, a reposição de recrutas. Este estudo objetivou avaliar a estrutura populacional da espécie *Stramonita haemastoma* em dez pontos distintos da Baixada Santista (SP), relacionando-a à pesca e à presença de tributil-estanho. Doze amostragens foram realizadas, entre julho de 2006 e maio de 2007, em localidades com diferentes intensidades quanto às ações antrópicas citadas, sendo analisadas a composição por tamanho e por gênero e a ocorrência indireta do grau de *imposex*. Os resultados apontaram 100% de fêmeas com *imposex* em áreas mais próximas ao Porto de Santos. Mesmo em regiões mais afastadas, como Peruíbe, foi registrada a ocorrência de fêmeas *imposexadas*.

**Palavras-chave:** *Imposex*. Estrutura populacional. Costa de São Paulo. Tributil-estanho. *Stramonita haemastoma*.

<sup>1</sup> Instituto de Pesca. Av. Bartolomeu de Gusmão, 192, Ponta da Praia, 11030-906, Santos, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: A.R.G. TOMÁS. E-mail: <argtomás@pesca.sp.gov.br>.

## ABSTRACT

*The neogastropod Stramonita haemastoma is affected by anthropogenic actions caused by fisheries and pollution from organotin compounds (tributyltin and triphenyltin) present in nautical antifouling paints. These compounds cause an endocrine disruption that imposes male sexual features (penis and vas deferens) to females, which may cause sterilization and even death in extremes cases. Both actions can influence the species population structure, affecting reproduction and, consequently, recruit replacement. The present study aims to evaluate the population structure of S. haemastoma in ten different locations Baixada Santista (SP, Brazil) which were exposed to distinct levels of fishery and tributyltin. Twelve samples were carried out through July 2006 to May 2007 to have size and gender composition analyzed as well as imposex indirect occurrence levels. Results point to a number of 100% female species presenting imposex in areas close to Santos harbor. Even in further areas, in the southward region - Peruipe - the presence of imposex was registered.*

**Key words:** *Imposex. Population structure. Coast of São Paulo. TBT. Stramonita haemastoma.*

## INTRODUÇÃO

Considera-se bioincrustação como o processo de colonização de organismos sésseis em quaisquer superfícies sólidas imersas (Camillo et al., 2004), sendo um grande problema para a indústria naval, já que reduz a velocidade das embarcações e amplia o consumo de combustível (Neves, 2006). Na década de 1960 foram introduzidas no mercado novas tintas anti-incrustantes, contendo o composto organoestânico tributil-estanho (TBT). Entretanto, esses compostos são perigosos ao ambiente marinho (Fernandez et al., 2005a), pois atingem também organismos não-alvo, permanecendo no ambiente por adsorção no sedimento e no material em suspensão, degradação química e fotoquímica ou ainda por ingestão (Camillo et al., 2004).

As primeiras deformidades em organismos relacionadas ao TBT foram relatadas por Smith (1971 apud Castro et al., 2004), posteriormente observadas em diferentes locais do mundo por autores como Horiguchi et al. (1994), Röss et al. (1998), Tan (1999), Blackmore (2000), Rilov et al. (2000) e Penchaszadeh et al. (2001), entre outros. Em animais presentes em costões rochosos foi verificado pseudo-hermafroditismo (Oehlmann et al., 1996) atribuído à absorção de compostos organoestânicos que provocam disfunção endócrina no organismo,

impondo caracteres morfológicos masculinos (pênis e vaso deferentes) a fêmeas (Garaventa et al., 2006). A depender da concentração desses compostos na água ou sedimento, as fêmeas da espécie podem tornar-se inférteis ou perecerem por necrose na cápsula de ovos (Gibbs & Brian, 1987). Na Argentina foram identificadas mais de 120 espécies com desregulações endócrinas, tendo o TBT como a principal causa (Penchaszadeh et al., 2001).

Estudos anteriores realizados no Brasil relatam a ocorrência de *imposex* em *Stramonita haemastoma* em localidades de São Paulo (Magalhães et al., 1996), Rio de Janeiro (Fernandez et al., 2002) e Paraná (Castro et al., 2007), relacionando-a com a proximidade de regiões portuárias (Fernandez et al., 2006). Esse táxon possui coloração externa em tons castanhos e parte interna variando do amarelo ao laranja, apresenta abertura do opérculo dentada e de duas ou mais espiras (Rios, 1985), é carnívoro, predador dos costões rochosos onde exerce importante papel na estruturação da biota, sendo amplamente distribuída ao longo da costa brasileira (Ribeiro, 2002). Possui baixa tolerância a elevadas temperaturas, exposição excessiva ao ar, não sendo capaz de regular sua osmolalidade em condições extremas (Calil, 2004). É considerada bioindicadora de TBT (Fernandez et al., 2006), pois apresenta dimorfismo nas estruturas reprodutoras de fêmeas,

como um "sexo imposto", ou, no idioma inglês, *imposex* (Garaventa et al., 2006).

O risco ao desequilíbrio populacional da espécie pode ser maior se, em áreas com presença de TBT, ocorrer subtração pela pesca que, via de regra, captura indivíduos de maior porte (adultos reprodutores), podendo implicar queda na produção de recrutas. Embora pouco se saiba sobre eventuais riscos que o TBT poderia provocar à saúde humana (Fernandez et al., 2005b), esse composto acumula-se nos tecidos adiposos, penetrando pelas biomembranas (Alzieu, 1986). Linley-Adam (1999) identificou alteração no sistema nervoso e hormonal de alguns mamíferos com assimilação via ingestão contínua de organismos contaminados, causando a biomagnificação (Takahashi et al., 1999), fenômeno observado em peixes (Axiak et al., 2000), mamíferos (Tanabe, 1999) e em aves marinhas (Guruge et al., 1997).

Embora países como França, Inglaterra, Estados Unidos, Austrália, Suécia, Alemanha e Japão já tenham abolido o uso de tintas contendo estanho, cerca de 70% de todas as embarcações existentes no mundo ainda as utilizam (Champ, 2000). O Brasil adotou, em 13 de novembro de 2002 (Leis Federais nº 6938, 9537 e 9605), a determinação da Convenção do *International Marine Organization* (IMO) que baniria totalmente ao uso de tintas com

TBT a partir de 2008. Entretanto, seus portos ainda recebem diversas embarcações de países não signatários desse acordo, que, associados à presença de tintas com organoestânicos no mercado, mantêm o impacto destas substâncias no ambiente marinho.

Este estudo objetiva avaliar a estrutura populacional de *Stramonita haemastoma*, relacionado-a a ações antrópicas (pesca e a contaminação dos organismos por TBT) ao longo da Baixada Santista - região metropolitana na costa central do Estado de São Paulo constituída por nove municípios - onde é denominada vulgarmente de saquiritã.

## Material e Métodos

Na amostragem foram selecionados doze pontos amostrais na Baixada Santista, com ações antrópicas distintas nas suas proximidades, como regiões portuárias, tráfego de embarcações, presença de marinas e estaleiros e existência de atividades de captura da espécie de modo a serem classificadas empiricamente como nulas, médias ou intensas (Quadro 1).

Um mínimo de 30 animais de diferentes tamanhos foi coletado em cada ponto, em coleta manual (por vezes com mergulho em apnéia), dependendo da declividade e exposição do costão

**Quadro 1.** Locais de amostragem na Baixada Santista entre julho de 2006 e maio de 2007 com classificação da intensidade das atividades antrópicas.

Município	Localidade	Ação (intensidade)
Bertioga	Praia do Indaiá	PE (0), TM (1), M (0), P (0), E(0)
	Praia do Guaiúba (Ilha Careca)	PE (1), TM (2), M (0), P (0), E(0)
	Enseada do Guaiúba ( Ponta Sul)	PE (0), TM (2), M (0), P (0), E(0)
Guarujá	Saco do Major	PE (2), TM (2), M (0), P (0), E(0)
	Ilha das Palmas ( Baía de Santos)	PE (2), TM (2), M (0), P (1), E(0)
	Praia do Sangava ( Baía de Santos)	PE (2), TM (2), M (0), P (1), E(0)
Santos	Molhes Canal 6	PE (0), TM (2), M (1), P (1), E(1)
	Pier Pescador	PE (2), TM (2), M (2), P (2), E(2)
São Vicente	Ilha Porchat	PE (2), TM (2), M (2), P (0), E(1)
Itanhaém	Praia dos Sonhos	PE (0), TM (2), M (1), P (0), E(1)
Peruíbe	Prainha do Guaraú	PE (0), TM (1), M (0), P (0), E(0)
	Praia do Caramboré	PE (0), TM (0), M (0), P (0), E(0)

PE: captura da espécie, TM: trânsito de embarcações; M: marinas; P: porto; E: estaleiros; 0: nula; 1: média; 2: intensa.

rochoso. Após a coleta, os animais foram mantidos em recipientes com bombas portáteis de aeração até o laboratório, onde foram transferidos para aquários de 30 l com aeração. Na narcotização foi aplicada solução de 1:1 de  $MgCl_2$  a 7% em água destilada e água do mar do local amostrado, chegando a uma solução final de 3,5% de  $MgCl_2$ . Depois de narcotizados (cerca de 30 minutos), as massas individuais foram obtidas em balança de precisão de 0,01g, além da largura e do comprimento da concha, medidos com paquímetro de 0,1mm. Posteriormente, as conchas foram quebradas com auxílio de uma morsa, para exposição das vísceras, para verificação do gênero pela visualização do pênis e do vaso deferente (em machos e em fêmeas com *imposex*) e da glândula de albúmen, da cápsula de ingestão de esperma e da glândula de cápsulas ovígeras (em fêmeas).

A avaliação do grau de *imposex* foi realizada pela escala *Vans Deferens Senquence Index* (VDSI), criada por Gibbs (1987), e reformulada para *S. haemastoma* por Fernandez et al. (2005a) (Quadro 2), seguindo o modelo de Stroben et al. (1995), o qual classifica o grau de *imposex* por rotas fállicas ou afállicas, atribuídas a diferentes concentrações de TBT no ambiente, e pelo percentual de fêmeas *imposexadas* (Gebara et al., 1999). Utilizou-se também a mensuração indireta pela fórmula *Relative Penis Index* (RPSI), que se baseia na comparação do comprimento

médio do pênis dos machos e pseudopênis das fêmeas com *imposex*:  $RPSI = [CFI^3 / CM^3] * 100$

onde:

CFI = comprimento médio do pênis das fêmeas com *imposex* por área.

CM = comprimento médio do pênis dos machos por área.

As coletas ocorreram no período de julho de 2006 a maio de 2007, totalizando 739 animais. A avaliação da intensidade da ação de pesca sobre a espécie foi realizada por meio de entrevistas com pescadores presentes nos locais de amostragem, onde foi considerada a presença da espécie, sua abundância relativa e uso da captura (isca ou alimentação), além da forma habitual de captura. Quanto à intensidade de navegação, foi aplicada classificação subjetiva (nula, média ou intensa) considerando a presença de portos, marinas e estaleiros na região circunvizinha a cada local de coleta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A saquiritá *Stramonita haemastoma* é utilizada na pesca amadora como isca, e eventualmente na culinária, principalmente pela comunidade oriental da Grande São Paulo e comunidades de baixa renda da Baixada Santista. Como a espécie está associada à ocorrência de costões, somente nos municípios em que esse ambiente se fez presente foi realizado este estudo. Ainda assim, em localidades como a Praia do Indaiá (município de Bertioga, localidade mais setentrional deste estudo) e a Praia dos Sonhos (Itanhaém) não foram registrados exemplares da espécie.

A amplitude de comprimento variou entre 12,7mm (exemplar coletado na Prainha do Guaraú) e 68,1mm (Pier do Pescador), com média geral de 30,900 e desvio-padrão de 9,85mm. A razão macho:fêmea (*sex ratio*) variou localmente. Em locais com 100% de *imposex* manteve-se em 1:1, sugerindo que mesmo *imposexadas* as fêmeas continuam a se reproduzir dependendo do grau de comprometimento (Tabela 1).

**Quadro 2.** Escala adotada de desenvolvimento do *imposex* em *Stramonita haemastoma* coletados ao longo da Baixada Santista entre julho de 2006 e maio de 2007.

Grau	Características
O	Fêmea Saudável
I	Presença de Pré-pênis (verruca)
II	Pênis já formado (cerca de 1mm)
III	Pênis com dimensões passíveis de aferição e ou vaso deferente incompleto com desenvolvimento a partir da vulva (rota afállica) ou atrás do tentáculo direito (rota fállica)
IV	Vaso deferente completo, ressaltando presença de rotas afállicas
V	Vulva bloqueada pelo tecido do vaso deferente, ressaltada a rota afállica
VI	Presença de capsulas abortadas



**Tabela 1.** Média, mediana, moda, mínimo e máximo do comprimento e largura (em mm) das conchas por local analisado na Baixada Santista e a média geral de comprimento e largura (em mm), entre julho de 2006 e maio de 2007.

Localidade	C.c.(mm)		L.c (mm)		Sex ratio
Prainha Guaraú	Média	29,79	Média	18,61	1:0.86
	Erro-padrão	0,90	Erro-padrão	0,57	
	Mediana	30,20	Mediana	18,70	
	Moda	22,30	Moda	16,00	
	Mínimo	12,70	Mínimo	7,70	
	Máximo	47,20	Máximo	28,20	
Caramboré	Média	24,89	Média	16,25	1: 0.64
	Erro-padrão	0,59	Erro-padrão	0,46	
	Mediana	25,45	Mediana	16,00	
	Moda	25,00	Moda	18,50	
	Mínimo	1,34	Mínimo	0,84	
	Máximo	3,40	Máximo	2,54	
Ilha Porchat	Média	26,23	Média	15,85	1: 0.98
	Erro-padrão	1,91	Erro-padrão	1,62	
	Mediana	2,27	Mediana	1,49	
	Moda	16,60	Moda	22,70	
	Mínimo	16,60	Mínimo	9,40	
	Máximo	43,40	Máximo	29,50	
Canal 6	Média	30,53	Média	19,43	1:1
	Erro padrão	0,75	Erro-padrão	0,48	
	Mediana	30,95	Mediana	19,25	
	Moda	30,00	Moda	19,00	
	Mínimo	16,80	Mínimo	10,00	
	Máximo	49,10	Máximo	31,00	
Pier do Pescador	Média	39,12	Média	24,57	1: 0.75
	Erro-padrão	0,97	Erro-padrão	0,67	
	Mediana	38,00	Mediana	23,70	
	Moda	35,00	Moda	24,10	
	Mínimo	23,00	Mínimo	10,40	
	Máximo	68,10	Máximo	41,70	
Ilha das Palmas	Média	32,25	Média	21,34	1: 0.47
	Erro-padrão	0,98	Erro padrão	0,65	
	Mediana	28,40	Mediana	19,50	
	Moda	22,30	Moda	12,10	
	Mínimo	1,29	Mínimo	0,90	
	Máximo	5,29	Máximo	4,03	
Praia Sangava	Média	32,43	Média	20,87	1: 0.81
	Erro-padrão	1,26	Erro-padrão		
	Mediana	31,50	Mediana	20,00	
	Moda	24,00	Moda	15,00	
	Mínimo	22,00	Mínimo	12,00	
	Máximo	51,00	Máximo		
Saco do Major	Média	34,78	Média	24,00	1: 0.48
	Erro-padrão	0,77	Erro-padrão		
	Mediana	34,00	Mediana	23,60	
	Moda	30,00	Moda	25,00	
	Mínimo	21,10	Mínimo	15,10	
	Máximo	48,00	Máximo	33,50	
Ponta Sul - Guaiúba	Média	32,91	Média	20,24	1: 1,27
	Erro-padrão	1,03	Erro-padrão	0,80	
	Mediana	31,50	Mediana	20,00	
	Moda	31,00	Moda	18,00	
	Mínimo	23,00	Mínimo	10,00	
	Máximo	60,00	Máximo	35,00	
Ilha Careca - Guaiúba	Média	31,17	Média	22,66	1: 0.91
	Erro-padrão	0,68	Erro-padrão	0,56	
	Mediana	32,10	Mediana	23,10	
	Moda	24,20	Moda	24,20	
	Mínimo	21,60	Mínimo	14,00	
	Máximo	46,20	Máximo	33,80	
	Média Total C.c (mm)	30,90	Média Total L.c (mm)	20,07	

Nas localidades mais próximas aos portos, foi registrado maior percentual de fêmeas com *imposex*, como também com maior grau (até IV), como observado em Fernandez *et al.* (2006) e em Castro *et al.* (2007). O percentual de fêmeas com *imposex* aponta 100,0% na Ilha das Palmas, Canal 6 e *Pier* do Pescador, 83,3% no Sangava, 62,9%, no Saco do Major, 91,0% na ponta sul do Guaiúba, 24,0% na Ilha do Careca, 68,0% na Ilha Porchat, 8,0% no Guaraú e 23,0% no Caramboré.

A Ilha Porchat foi o ponto de maior ação de pesca sobre a espécie, observação corroborada por pescadores com coletas realizadas manualmente e uso exclusivo para isca; possivelmente, devido a essas circunstâncias, houve predominância de animais de menor porte. Ainda assim, foi registrada postura da espécie, sugerindo que a reprodução ocorre mesmo com grau elevado de *imposex* (IV). Na região de Santos e Guarujá as capturas ocorreram por mergulho em apnéia, sendo sua principal razão a utilização para comércio na comunidade oriental da cidade de São Paulo. Segundo as entrevistas, nestas regiões ocorrem as maiores abundâncias e animais de maior porte.

A presença da espécie nos costões com altos níveis de antropicidade pode ser relacionada à fase larval teleplânica (Castro *et al.*, 2004), sugerindo que animais de áreas distantes com menor impacto do TBT possam migrar para locais contaminados, recolonizando-os.

O crescimento do pênis e do vaso deferente em machos juvenis ocorre a partir da formação de

uma “verruga” (pré-pênis na escala VDS). Foi observado tanto o desenvolvimento de rota fálca - crescimento do vaso deferente inicia-se junto ao pré-pênis no tentáculo direito -, como o de rota afálca - crescimento inicia-se próximo à vulva. O desenvolvimento da rota fálca indicaria a semelhança entre a formação dos órgãos reprodutores masculinos tanto em machos como em fêmeas impactadas, diferenciando o *imposex* da espécie *S. haemastoma* de *Nucella lapillus* como sugerido por Stroben *et al.* (1995), Fernandez *et al.* (2005a) e Camillo *et al.* (2004).

Os resultados alcançados na análise de VDSI (Tabela 2) mostram que indivíduos amostrados no *Pier* do Pescador, na Ilha Porchat e no Canal 6 atingiram até o grau IV, de modo que esses locais podem ser considerados como os de maior impacto de TBT em face da maior proximidade de atividades que o disseminariam ao meio. As análises de RPSI demonstram o mesmo padrão: respectivamente 4,99, 4,45 e 6,98. Não foi encontrado nenhum indivíduo acima do grau IV. Fernandez *et al.* (2005b) observaram grau VI na espécie no Rio de Janeiro.

Em localidades que poderiam ser consideradas como “controles”, dada a maior distância de grandes fontes de disseminação de TBT, tais como as praias de Peruíbe e nas imediações de unidades de conservação com as Estações Ecológicas Juréia-Itatins e Tupiniquins (na parte mais austral da Baixada Santista), os índices de *imposex* apresentaram-se relevantes. Tal constatação pode ser atribuída não somente ao tráfego marítimo, mínimo na área,

**Tabela 2.** Relação entre machos e fêmeas de *Stramonita haemastoma*, fêmeas (%) com *imposex*, RPSI (*Relative Penis Index*) e VDSI (*Vans deferens Sequence Index*) por local amostrado na Baixada Santista de julho de 2006 e maio de 2007.

Local	n ( Machos/Fêmeas)	% <i>Imposex</i>	RPSI	VDSI
Praia do Indaiá	-	-	-	-
Ilha Careca	27/25	24,0	0	I
Ponta Sul	28/18	94,4	0	I - III
Saco do Major	27/28	64,0	0	I - III
Ilha das Palmas	52/55	100,0	0	I - IV
Praia do Sangava	16/12	83,3	0	I - II
Molhes do Canal 6	53/25	100,0	4,99	I - IV
<i>Pier</i> do Pescador	38/31	100,0	6,98	I - IV
Ilha Porchat	27/13	68,0	4,45	I - IV
Praia dos Sonhos	-	-	-	-
Praia do Guaraú	47/53	8,0	0	I - III
Praia do Caramboré	24/22	23,0	0	I - III

como também à possibilidade de o composto ser carregado para essas localidades por disseminação das correntes. Segundo Mensink *et al.* (1996), mesmo em concentrações baixas (na ordem de ng/l) a presença de TBT induziria ao *imposex*.

Na ponta sul do Guaiúba foram registrados exemplares com anomalias na largura da concha e na formação de espiras, que podem ser relacionadas a ações sinérgicas com outros compostos como benzopireno (Padrós *et al.*, 2003). De todas as localidades analisadas, essa é a mais próxima das áreas antiga e atual de deposição do lodo dragado do canal de navegação do Porto de Santos (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2001).

Os resultados apresentados evidenciam elevados níveis de *imposex* em Santos e Guarujá, devido tanto ao intenso tráfego nos Portos de Santos, quanto à proximidade de embarcadouros e marinas, além das correntes estuarinas canalizadas do canal do porto no sentido Guarujá (Harari & Camargo, 1998), o que possivelmente induz aos maiores níveis na área. Embora o Brasil seja signatário da convenção de sistemas anti-incrustantes da IMO para o banimento de tintas com compostos estânicos, ainda existe dificuldade no controle e no eventual monitoramento desses compostos nas áreas litorâneas.

O uso da espécie como alimento constatado na região com maior intensidade antrópica pode levar a riscos à população humana que as consome, uma vez que os compostos organoestânicos se bioacumulam no fígado e nos órgãos reprodutores (Langman, 2003) podendo causar efeitos deletérios. Em altas concentrações, apresenta efeito cancerígeno (Quiao *et al.*, 1998).

Apesar do impacto do *imposex*, a espécie ao se reproduzir não apresenta notáveis modificações em sua estrutura populacional. Isso pode estar associado a prováveis reduções na carga de TBT no meio ou à dispersão de larvas entre regiões mais expostas ao TBT (como a Baía de Santos) e outras com menor exposição.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e Instituto de Pesca pela

concessão da bolsa de iniciação científica PIBIC (Proc. 110268/2006-7), ao Prof. Dr. Marcos Antonio Fernandez (Faculdade de Oceanografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro) pelo estímulo, apoio e auxílio no início deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- Alzieu, C. (1986). TBT detrimental effects in oyster culture in France: evolution since antifouling paint regulation. *Proceedings of the Oceans 1986 Organotin Symposium* Washington, DC: Marine Technology Society. 1:130-4.
- Axiak, V.; Vella, A.J.; Agius, D.; Bonnici, P.; Cassar, G.; Cassone, R.; Chircop, P.; Micallef, D.; Mintoff, B. & Sammut, M. (2000). Evaluation of environmental levels and biological impact of TBT in Malta (Central Mediterranean). *The Science of the Total Environment*, 258(1):89-97.
- Blackmore, G. (2000). *Imposex* in *Thais clavigera* (Neogastropoda) as an indicator of TBT (tributyltin) bioavailability in coastal waters of Hong Kong. *Journal of Molluscan Studies*, 66(1):1-8.
- Calil, P. (2004). Influência da antropização na biota de 3 diferentes costões rochosos em Itapoá - SC. *Anais do I Congresso Brasileiro de Oceanografia*, 2004, Itajai. v.1.
- Camillo, E.; Quadros, J.; Castro, I.B. & Fernandez, M.A. (2004). *Imposex* in *Thais rustica* (Mollusca: Neogastropoda) (Lamarck, 1822) as an indicator of organotin compounds pollution at Maceió coast (Northeastern Brazil). *Brazilian Journal of Oceanography*, 52(2):101-5.
- Castro, I.B.; Meirelles, A.O.C.; Mathews-Cascon, H. & Fernandez, M.A. (2004). *Thais (Stramonita) rustica* (Lamarck, 1822) (Mollusca: Gastropoda: Thaididae): a potential bioindicator of contamination by organotin Northeast Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 52(2):135-9.
- Castro, I.B.; Bemvenuti, C.E. & Fillmann, G. (2007). Preliminary appraisal of *imposex* in areas under the influence of Southern Brazilian harbors. *Journal of Brazilian Society of Ecotoxicology*, 2(1):73-9.
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (2001). *Sistema Estuarino de Santos e São Vicente*. Relatório Técnico. São Paulo: CETESB.
- Champ, M.A. (2000). A review of organotin regulatory strategies, pending actions, related costs and benefits. *The Science of the Total Environment*, 258(1-2):21-71.
- Fernandez M.A.; Limaverde A.M.; Castro I.B.; Almeida, A.C.M. & Wagener, A.R. (2002). Occurrence of *imposex* in *Thais haemastoma*: possible evidence of environmental contamination derived from organotin compounds in Rio de Janeiro and Fortaleza, Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, 18(2):463-76.

- Fernandez, M.A.; Wagener, A.L.R.; Limaverde, A.M.; Scofield, A.L.; Pinheiro, F.M. & Rodrigues, E. (2005a). Imposex and surface sediment speciation: a combined approach to evaluate organotin contamination in Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Marine Environmental Research*, 59(5):435-52.
- Fernandez, M.A.; Limaverde, A.M.; Scofield, A.L. & Wagener, A.R. (2005b). Preliminary evaluation of human health risk from ingestion of organotin contaminated seafood in Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 53(1/2):75-7.
- Fernandez, M.A.; Ostritz, F.; Rezende, A.R.; Silva, S.C.; Folha, D.O. & Pinheiro, F.M. (2006). Temporal variability of imposex development in *Stramonita haemastoma* in Guanabara bay at a fixed sampling station: results from 1998-2006. *Proceeding of Environmental and Health World Congress, 2006, Santos*. 1:75-9.
- Garaventa, F.; Faimali, M. & Terlizzi, A. (2006). Imposex in pré-pollution times. Is TBT to blame? *Marine Pollution Bulletin*, 52:696-718.
- Gebara, L.; Teles, G.; Bispo, L.; Wagener, A.R. & Fernandez, M.A. (1999). Distribuição do imposex no gastrópode *Thais haemastoma* (Neogastropoda, Thaididae) na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. *Resumo da XII Semana Nacional de Oceanografia*, 1999, Rio de Janeiro. p.381-3.
- Gibbs, P.E. & Bryan, G.W. (1987). TBT paints and the demise of the dog-whelk, *Nucella lapillus* (Gastropoda). *Proceeding the Oceans*, NY. 4:1482-7.
- Guruge, K.S.; Iwata, H.; Tanaka, H. & Tanabe, S. (1997). Butyltin accumulation in the liver and kidney of seabirds. *Marine Environmental Research*, 44(2):191-9.
- Harari, J. & Camargo, R. (1998). Modelagem numérica da região costeira de Santos (SP): circulação de maré. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 46(2):135-58
- Horiguchi, T.; Shiraiishi, H.; Shimuzu, M. & Morita, M. (1994). Imposex and organotin compounds in *Thais clavigera* and *T. bronni* in Japan. *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom*, 74:651-69.
- Langman, M. (2003). Safe upper levels for vitamins and minerals. Part 3, Risk assessment. Tin. *Expert Group vitamins and minerals*. Food Standards Agency, 240-5. Available from: <[www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/vitmin2003.pdf](http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/vitmin2003.pdf)>. (accessed: 20 Oct. 2008).
- Linley-Adams, G. (1999). *The accumulation and impact of organotins on marine mammals, seabirds and fish for human consumption*: WWF-UK project nº. 98054.1-26. Available from: <[www.wwf.org.uk/filelibrary/pdf/tbt01.pdf](http://www.wwf.org.uk/filelibrary/pdf/tbt01.pdf)>. (accessed: 15 Oct. 2008).
- Magalhães, C.A.; Struchi, P.P. & Asbahr, M. (1996). Evidencia de imposex em população de *Stramonita haemastoma* (Gastropoda, Prosobranchia) em áreas portuárias do Estado de São Paulo. *Anais do III Congresso Simpósio sobre Oceanografia IOUSP*, 1996, São Paulo.
- Mensink, B.P.; Ten Hallers-Tjabbes, C.C.; Kralt, J.; Freriks, I.L. & Boon, J.P. (1996). Assessment of imposex in the common whelk, *Buccinum undatum* (L.) from the Eastern Scheldt, The Netherlands. *Marine Environmental Research*, 41(4):315-25.
- Neves, C.S. (2006). *Bioinvasão mediada por embarcações de recreio na Baía de Paranaguá, PR e suas implicações para Conservação*. Dissertação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal do Paraná.
- Oehlmann, J.; Bauer, B.; Michin, D.; Schulte-Oehlmann, U.; Fioroni, P. & Markert, B. (1996). Imposex in *Nucella lapillus* and intersex in *Littorina littorea*: interspecific comparison of two TBT-induced effects and their geographical uniformity. *Hydrobiologia*, 378(1-3):199-213.
- Padrós, J.; Pelletier, E. & Oliveira Ribeiro, C.A. (2003). Metabolic interactions between low doses of benzo[a]pirene and tributyltin in arctic char (*Salvelinus alpinus*): a long term in vivo study. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 192(1):45-55.
- Penchaszadeh, P.E.; Averbuj, A. & Clendon, M. (2001). Imposex in Gastropods from Argentina (South-Western Atlantic). *Marine Pollution Bulletin*, 42(9):790-1.
- Qiao, Y.; Taylor, P.R.; Yao, S.; Erozan, Y.S.; Luo, X.; Barret, M.J.; Yan, Q.; Giffen, C.A.; Huang, S.; Maher, M.M.; Forman, M.R. & Tockman, M.S. (1997). Risk factors and early detection of lung cancer in a cohort of Chinese tin miners. *Annals of Epidemiology*, 7(8):533-41.
- Ribeiro, V.P. (2002). *Avaliação do potencial da espécie Stramonita haemastoma* (Koll, 1987) como indicador biológico de contaminação ambiental por compostos organo-estânicos. Dissertação, Universidade Federal Fluminense.
- Rilov, G.; Gasith, A.; Evans, S.M. & Benayahu, Y. (2000). Unregulated use of TBT-based antifouling paints in Israel (Eastern Mediterranean): high contamination and imposex levels in two species of marine gastropods. *Marine Ecology Progress Series*, 192:229-38.
- Rios, E.C. (1985). *Seashells of Brazil*. 2<sup>nd</sup> ed. Rio Grande: Museu Oceanográfica da Fundação Universidade do Rio Grande.
- Stroben, E.; Schulte-Oehlmann, U.; Fioroni, P. & Oehlmann, J. (1995). A comparative method for easy assessment of coastal TBT pollution by the degree of imposex in Prosobranch species. *Haliotis*, 24:1-12.
- Takahashi, S.; Tanabe, S.; Takeichi, I. & Miyazaki, N. (1999). Distribution and specific bioaccumulation of butyltin compounds in marine ecosystem. *Archives Environmental Contamination Toxicology*, 37(1):50-61.
- Tan, K.S. (1999). Imposex in *Thais gradata* and *Chicoreus capucinus* (Mollusca, Neogastropoda, Muricidae) from the Straits of Johor: a case study using penis length, area and weight as measures of imposex severity. *Marine Pollution Bulletin*, 39(1-12):295-303.
- Tanabe, S. (1999). Butyltin contamination in marine mammals: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 39(1-12):62-72.

Recebido em: 7/8/2008

Versão final reapresentada em: 27/8/2009

Aprovado em: 29/10/2009



ARTIGO | ARTICLE

## Componentes de fecundidade em *Erythrina speciosa* (Leguminosae, Faboideae)

*Elements of fertility in Erythrina speciosa (Leguminosae, Faboideae)*

Bruna Rafaella Zanardi Palermo<sup>1</sup>

Kayna Agostini<sup>2</sup>

### RESUMO

A família Leguminosae é uma das maiores do grupo das Angiospermas, sendo encontrada em ambos os hemisférios. A subfamília Faboideae possui 430 gêneros e aproximadamente 13 800 espécies. Estudos dos componentes de fecundidade são realizados para verificar a produção de frutos e sementes. Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos dos componentes de fecundidade em *Erythrina speciosa*. Para este estudo foram realizadas as seguintes contagens: 1) número de inflorescências/indivíduo, 2) número de flores/inflorescência, 3) número de óvulos/ovário, 4) número de frutos/indivíduo e 5) número de sementes/fruto. Para tanto, foram utilizados nove indivíduos de *E. speciosa*, dos municípios de Campinas e Piracicaba (SP). Após as contagens, foram obtidas as seguintes médias: 180,88 inflorescências/indivíduo; 199,76 flores/inflorescência; 14,93 óvulos/ovário; 115,88 frutos/indivíduo; e 16,28 sementes/fruto. O maior número de frutos desenvolvidos foi verificado na posição mediana da inflorescência, seguida pela posição apical e pela posição basal, respectivamente. O aborto de sementes ocorre com maior frequência nas posições pedunculares do fruto. Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que existe um grande investimento na produção de flores para pouca formação de fruto, ocorrendo uma grande perda de energia para garantir descendentes da espécie.

**Palavras-chave:** *Erythrina speciosa*. Reprodução. Aborto. Formação de frutos. Formação de sementes.

### ABSTRACT

*Leguminosae is one of the largest families in Angiosperms, and it is distributed in both hemispheres. Faboideae has about 430 genera and 13,800 species.*

<sup>1</sup> Acadêmica, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Centro de Ciências da Vida, Faculdade de Ciências Biológicas. Av. John Boyd Dunlop, s/n., Jd. Ipaussurama, 13060-904, Campinas, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: B.R.Z. PALERMO. E-mail: <zanardibr@gmail.com>.

<sup>2</sup> Universidade Metodista de Piracicaba, Faculdade de Ciências Exatas e da Natureza. Piracicaba, SP, Brasil.

Components of fertility studies are performed to verify fruit set and seed production. The aim of this survey was to verify the effects of the components of fertility in *Erythrina speciosa*. For this study the following scores were performed: 1) number of inflorescences/individual, 2) number of flower/inflorescences, 3) number of ovules/ovary, 4) number of fruits/individual and 5) number of seeds/fruit. To accomplish this goal nine individuals of *E. speciosa* from Campinas and Piracicaba (SP), Brazil, were used. After the scores, it was obtained the following averages: 180,88 inflorescences/individual; 199,76 flower/inflorescences; 14,93 ovules/ovary; 155,88 fruits/individual and 16,28 seeds/fruit. The largest number of developed fruits was registered in the inflorescence middle position, followed by the apical and basal position, respectively. Seed abortion occurs more frequently in fruit stalk position. Based on the results we can conclude that there is a large investment in flower production regardless the low fruit set, causing a great loss of energy for descendants of the species.

**Key words:** *Erythrina speciosa*. Reproduction. Abortion. Fruit set. Seed production.

## INTRODUÇÃO

A Família Leguminosae, uma das maiores entre as Angiospermas, é constituída por cerca de 727 gêneros e aproximadamente 19 325 espécies (Lewis *et al.*, 2005), distribuídas em três subfamílias: Mimosoideae, Caesalpinioideae e Faboideae (Judd *et al.*, 1999; Lewis & Schire, 2003). Essa família possui uma grande distribuição geográfica em ambos os hemisférios (Judd *et al.*, 1999), especialmente nas regiões tropicais e subtropicais, apresentando hábitos variados, desde árvores, arbustos, ervas até trepadeiras (Joly, 2002).

A subfamília Faboideae é formada por 430 gêneros e cerca de 13 800 espécies (Lewis *et al.*, 2005), ocorrendo em diversas formações vegetais, predominando na Mata Atlântica (Agostini, 2004). São diversas as características para o sucesso ecológico e evolutivo dessa subfamília, com destaque para os vários tipos de sistemas reprodutivos e a adaptação das flores para serem visitadas por diferentes agentes polinizadores, como abelhas, beija-flores e morcegos (Arroyo, 1981).

O gênero *Erythrina*, que pertence à subfamília Faboideae, possui cerca de 112 espécies, na maioria de hábito arbóreo e comumente encontradas em áreas temperadas e quentes (Galletto *et al.*, 2000). Esse gênero é predominantemente ornitófilo, apresentando adaptações para diferentes tipos de pássaros (Proctor *et al.*, 1996), tendo como destaque

os beija-flores (Ragusa-Netto, 2002). Análises do cpDNA sugerem que os caracteres filogenéticos de *Erythrina* são altamente derivados (Bruneau, 1996). A grande diversidade da morfologia floral desse gênero pode estar associada a diferentes sistemas de polinização por pássaros (Bruneau, 1997). De maneira geral, esse gênero possui flores em tons de vermelho ou laranja, com odor suave e néctar abundante (Proctor *et al.*, 1996; Bruneau, 1997).

A madeira de algumas espécies de *Erythrina* é utilizada para a confecção de brinquedos, barcos, tamancos, calhas, palitos de fósforo, entre outros objetos como no caso da *E. velutina*, *E. crista-galli* e *E. falcata*. Outras espécies são utilizadas como condimento, no caso da *E. fusca* e outras são utilizadas na arborização de avenidas, praças e jardins, como no caso da *E. mulungu*, *E. velutina* e *E. speciosa* (Lorenzi, 2002).

A espécie *E. speciosa* é do tipo arbórea espinhenta, apresenta de 3 a 5m de altura, o tronco pode medir de 15 a 25cm de diâmetro, as folhas são compostas trifoliadas e as inflorescências são em racemos terminais. Floresce no período entre junho a setembro, já com a árvore sem folhas. Os frutos atingem a maturação entre outubro e novembro e permanecem na árvore durante um período maior (Lorenzi, 2002). Possui néctar como recurso floral e é comumente visitada por beija-flores e outros pássaros de bico curto (Mendonça & Anjos, 2006). Essa espécie pode ser encontrada em terrenos de

solo úmido, brejos de planície litorânea e de formações abertas secundárias. No Brasil, a espécie ocorre nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo até Santa Catarina, na floresta pluvial atlântica (Lorenzi, 2002).

Essa espécie de *Erythrina* é muito utilizada na ornamentação, pois as flores vermelhas são atrativas para espécies de aves e insetos (Mendonça & Anjos, 2006). Devido à grande facilidade com que se reproduz, a partir de estacas, a espécie é utilizada para a formação de cercas vivas. Sua madeira possui uma baixa durabilidade, pois é leve, porosa e macia, podendo ser aproveitada apenas para a confecção de caixotes leves e outros objetos que não necessitem de grande resistência (Lorenzi, 2002).

Apesar do grande conhecimento sobre a biologia da polinização das Leguminosae, como indicado por Arroyo (1981) e Schire (1989), os dados são muito reduzidos. Nas regiões tropicais, as informações sobre ecologia reprodutiva de Faboideae estão incluídas em estudos ao nível de comunidades (Bawa, 1985; Ramirez & Brito, 1990; Arroyo & Uslar, 1993), sendo poucos os estudos que abordam isoladamente espécies de Faboideae (Gibbs & Sasaki, 1998; Gibbs *et al.*, 1999; Agostini *et al.*, 2006).

Atualmente são realizados trabalhos que norteiam a reprodução de espécies vegetais, entre os quais estão os trabalhos dos efeitos dos componentes de fecundidade (Teixeira *et al.*, 2006; Agostini, 2008). Nesses trabalhos é possível verificar a existência de problemas reprodutivos relacionados com a nutrição do embrião pelos recursos maternos.

Em algumas famílias de Angiospermae, as sementes viáveis são originadas a partir de uma pequena proporção de óvulos, alguns dos quais não se desenvolvem devido à falta de fertilização e nos que são fertilizados, os embriões são abortados durante o desenvolvimento (Sedgley, 1980; Bawa & Webb, 1984; Teixeira *et al.*, 2006; Agostini, 2008). É de grande importância notar que estudos envolvendo esses aspectos em Leguminosae apresentam certas vantagens devido à disposição

linear dos óvulos no ovário e, conseqüentemente, das sementes nos frutos (Hossaert & Valéro, 1988; Teixeira *et al.*, 2006; Agostini, 2008).

O objetivo deste estudo foi analisar os efeitos dos componentes de fecundidade em *E. speciosa*, entender o sucesso reprodutivo dessa espécie e comparar com outros gêneros que apresentam altas taxas de aborto de frutos e sementes, como *Dahlstedtia* (Teixeira *et al.*, 2006) e *Mucuna* (Agostini, 2008).

## Material e Métodos

### Área de estudo

Estudos de campo foram realizados nos municípios de Campinas (22°53'20"S / 47°04'40"W) e Piracicaba (22°43'31"S / 47°38'57"W), estado de São Paulo.

Em Campinas foram utilizados quatro indivíduos de *E. speciosa*, sendo dois localizados no Parque Ecológico Hermógenes F. Leitão Filho e dois na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Em Piracicaba foram utilizados cinco indivíduos situados no Parque da Rua do Porto.

### Espécie estudada

*Erythrina speciosa* é do tipo arbórea espinhenta, varia de 3 a 5m de altura, com folhas compostas trifoliadas e inflorescências em racemos terminais. É encontrada em terrenos de solo úmido, brejos de planície litorânea e de formações abertas secundárias. No Brasil, a espécie ocorre nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo até Santa Catarina, na floresta pluvial atlântica (Lorenzi, 2002). Essa espécie é muito utilizada na ornamentação e suas flores vermelhas são atrativas para espécies de aves e insetos (Mendonça & Anjos, 2006). Floresce no período entre junho a setembro com a árvore sem folhas, e os frutos atingem a maturação entre outubro e novembro, permanecendo na árvore durante um período maior (Lorenzi, 2002).

## Efeitos dos componentes de fecundidade

A contagem do número de inflorescências/indivíduo foi realizada em campo. Foram utilizados nove indivíduos de *E. speciosa*.

Para contagem do número de flores/inflorescência foram utilizados nove indivíduos e em cada indivíduo foram escolhidas 10 inflorescências ao acaso, totalizando 90 inflorescências.

No caso de inflorescências onde já tinha ocorrido a senescência das flores, as contagens foram realizadas por meio das cicatrizes, que são de fácil visualização, garantindo precisão na contagem.

Para a contagem do número de óvulos/ovário foram coletadas 15 flores ao acaso, que foram levadas para o laboratório onde os ovários foram dissecados e observados na lupa para a contagem dos óvulos.

A contagem do número de frutos/indivíduo foi realizada em campo e foram utilizados nove indivíduos.

Para verificar o padrão de formação de frutos na inflorescência, foram escolhidas cinquenta inflorescências ao acaso, distribuídas aleatoriamente entre nove indivíduos. O número de frutos desenvolvidos e o padrão de formação foram registrados. As posições na inflorescência foram classificadas em: basal, mediana e apical. A posição basal está mais próxima do pedúnculo da inflorescência, enquanto a posição apical é a mais distante do pedúnculo.

Para a contagem do número de sementes por fruto foram coletados 25 frutos ao acaso, de nove indivíduos. Em laboratório, foi verificado o número de sementes desenvolvidas e número de sementes abortadas por fruto.

Para verificar o padrão de formação da semente no fruto, foram classificadas três posições nos frutos: peduncular, mediana e estilar. A posição peduncular é mais próxima ao pedicelo, enquanto a estilar é mais próxima ao estilete. Em seguida foi registrado o número de sementes abortadas em cada uma das posições.

Foi utilizado o teste estatístico  $\chi^2$  para realizar as seguintes comparações: a produção de frutos em diferentes posições da inflorescência; a taxa de sementes abortadas com a taxa de sementes desenvolvidas e a taxa de sementes abortadas em relação à posição no fruto (Zar, 1999).

## RESULTADOS

Nas inflorescências de *Erythrina speciosa* poucas flores estão abertas simultaneamente. Primeiramente as flores basais estão em antese, seguidas pelas medianas e por último as apicais. Assim, a maturação das flores na inflorescência é caracterizada como acrópeta.

Em média, cada indivíduo possui cerca de  $180,88 \pm 66,63$  ( $n=9$ ) inflorescências e cada inflorescência uma média de  $199,77 \pm 38,40$  flores ( $n=90$ ). A média de flores/indivíduo ( $36036,51 \pm 14358,49$ ;  $n=9$ ) é bem maior que a média de frutos/indivíduo ( $115,88 \pm 126,95$ ;  $n=9$ ). O desvio-padrão de flores/indivíduo e frutos/indivíduo é elevado, mostrando que esses parâmetros podem variar muito entre os indivíduos. A taxa de formação de frutos/indivíduo é extremamente baixa (0,32%).

A média de óvulos/ovário ( $14,93 \pm 3,15$ ;  $n=15$ ) é maior que a média de sementes/fruto ( $6,92 \pm 2,10$ ;  $n=25$ ). A taxa de formação de sementes/fruto é 46,35%. Assim, a taxa de formação de frutos/indivíduo é menor do que a de sementes/fruto. Durante a contagem de óvulos/ovário, foi encontrada uma larva de coleóptero consumindo os óvulos no interior do ovário.

Houve diferença na produção de frutos ( $n=25$ ) em relação à posição na inflorescência ( $\chi^2=111,38$ ;  $p<0,05$ ). A maior produção de frutos destacou-se na posição mediana (65,13%), seguida pela apical (27,06%) e a basal (7,79%), respectivamente.

Foram registradas 407 sementes, em 25 frutos, sendo 173 desenvolvidas e 234 abortadas. Foi observada uma taxa de aborto maior que a taxa de sementes desenvolvidas ( $\chi^2=9,14$ ;  $p<0,05$ ). Houve diferença na taxa de sementes abortadas em



relação à posição no fruto ( $\chi^2=33,69$ ;  $p<0,05$ ). As sementes das posições mais próximas ao pedicelo apresentaram maior taxa de aborto e nas posições mais próximas ao estilete foi verificada menor taxa de sementes abortadas.

## DISCUSSÃO

Poucas flores em antese simultaneamente por inflorescência podem favorecer o comportamento de forrageamento alimentar do tipo *trap line*, que aumenta a possibilidade de polinização cruzada, proporcionando o fluxo de pólen dentro da população (Ohashi & Thomson, 2009).

A variação do número de inflorescências e de flores entre os indivíduos de *Erythrina speciosa* estudados pode ser explicada devido à diferença entre a idade dos indivíduos e também à ocupação de habitats diferenciados que podem estimular ou inibir a floração dessa espécie.

Alguns indivíduos não produziram frutos e isso pode ser consequência da falta de polinizadores no local. Para *E. speciosa* ocorre baixa produção de frutos em relação ao número de flores/indivíduo, mas a produção de sementes em relação ao número de óvulos/ovário é alta. De modo geral, esse padrão observado para *E. speciosa* ocorre na maioria das angiospermas, isto é, a produção de frutos/flores é extremamente baixa, mas a de sementes/óvulo é alta (Bawa *et al.*, 1989).

Em *E. speciosa* na posição mediana da inflorescência ocorreu a maior produção de frutos. Esse resultado não condiz com os de Teixeira *et al.* (2006), realizado com *Dahlstedtia pentaphylla* (Leguminosae, Faboideae) e os de Agostini (2008), em *Mucuna japura* e *M. urens* (Leguminosae, Faboideae), pois ambas não apresentaram diferenças significativas na formação de frutos em relação à posição na inflorescência.

A baixa produção de frutos na posição basal pode ter ocorrido devido a duas hipóteses. Primeiramente, pode haver maior número de visitas dos polinizadores no período de antese das flores da

posição mediana da inflorescência. Em segundo lugar, a antese das flores basais dessa espécie de *Erythrina* pode ocorrer concomitantemente com outras espécies que ofereçam maior quantidade de recursos para os polinizadores. De acordo com Arista *et al.* (1999) e Medrano *et al.* (2000), as flores basais, por entrarem em antese antes das demais, seriam fertilizadas primeiro e se desenvolveriam antes, por estarem mais próximas dos recursos maternos.

Em *E. speciosa* as sementes das posições mais próximas ao estilete possuem maior taxa de desenvolvimento. Esse caso pode ser explicado pela hipótese de óvulos próximos ao estilete apresentarem chance maior de serem fertilizados antes dos demais devido à competição do crescimento dos tubos polínicos (Jaronowsky, 1962). Foi verificado um maior desenvolvimento de sementes próximas ao estilete em outras espécies de Leguminosae, como no caso da *Sophora japonica* (O'Donnell & Bawa, 1993), *Cassia fasciculata* (Lee & Bazzaz, 1986) e *Robinia pseudoacacia* (Susko, 2006). Em algumas espécies de *Lupinus* e *Medicago*, as sementes mais próximas do pedicelo floral possuem maior chance de se desenvolverem por estarem mais próximas aos recursos maternos (Horovitz *et al.*, 1976). Em outros estudos realizados com Leguminosae, com as espécies de *Dahlstedtia pentaphylla* (Teixeira *et al.*, 2006) e com *Mucuna urens* e *M. japura* (Agostini, 2008), não há diferença na produção de sementes em relação à posição no fruto.

Com base nos resultados obtidos, foi concluído que existe um grande investimento da *E. speciosa* na produção de flores para pouca formação de fruto, ocorrendo uma grande perda de energia para garantir descendentes da espécie. Para confirmação das hipóteses sugeridas em relação à baixa produção de frutos, são necessários mais estudos detalhados sobre componentes de fecundidade, estudos genéticos e de embriologia. O desenvolvimento de frutos e sementes, em relação às suas posições na inflorescência e nos frutos, respectivamente, necessita de estudos mais aprofundados para o entendimento da distribuição de recursos maternos em diferentes posições da inflorescência e do fruto.

## AGRADECIMENTOS

À Iara Bressan, do Laboratório de Biossistemática da Unicamp pelo suporte técnico e à Profa. Dra. Gislei Cristina Alves pelas críticas e sugestões que auxiliaram na elaboração deste manuscrito.

## REFERÊNCIAS

- Agostini, K. (2004). *Ecologia da polinização de Mucuna p. nov (Fabaceae) no litoral norte de São Paulo, Brasil*. 2004. Dissertação, Universidade Estadual de Campinas.
- Agostini, K.; Sazima, M. & Sazima, I. (2006). Bird pollination of explosive flowers while foraging for nectar and caterpillars. *Biotropica*, 38(5):674-8.
- Agostini, K. (2008). *Ecologia da reprodução de duas espécies de Mucuna (Leguminosae, Faboideae, Phaseoleae) - embriologia, citogenética e genética populacional - do litoral norte de São Paulo*. Tese, Universidade Estadual de Campinas.
- Arista, M.; Ortiz, P.L. & Talavera, S. (1999). Apical pattern of fruit production in the racemes of *Ceratonia siliqua* (Leguminosae: Caesalpinioideae): role of pollinations. *American Journal of Botany*, 86:1708-16.
- Arroyo, M.T.K. (1981) Breeding systems and pollination biology in Leguminosae. In: Polhill, R.M. & Raven, P.H. *Advances in legume systematics*. Part 2. Kew: Royal Britanic Garden. p.723-9.
- Arroyo, M.T.K. & Uslar, P. (1983). Breeding systems in a temperate mediterranean-type climate montane sclerophyllous forest in Central Chile. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 111:83-102.
- Bawa, K.S. & Webb, C.J. (1984). Flower, fruit and seed abortion in tropical forest trees: implications for the evolution of paternal and maternal reproductive patterns. *American Journal of Botany*, 71(5):736-51.
- Bawa, K.S. (1985). Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. II. Pollination mechanisms. *American Journal of Botany*, 72(3):346-56.
- Bawa, K.S.; Hedge, S.G.; Ganeshaiyah, K.N. & Shaanker, R.U. (1989). Embryo and seed abortion in plants. *Nature*, 342:625.
- Bruneau, A. (1996). Phylogenetic and biogeographical patterns in *Erythrina* (Leguminosae: Phaseoleae) as inferred from morphological and chloroplast DNA characters. *Systematic Botany*, 21(4):587-605.
- Bruneau, A. (1997). Evolution and homology of bird pollination syndromes in *Erythrina*. *American Journal of Botany*, 84:54-71.
- Galetto, L.; Bernadello, I.C.; Isele, J.; Vespreni, G.; Speroni, G. & Berduc, A. (2000). Reproductive biology of *Erythrina crista-galli* (Fabaceae). *Missouri Botanical Garden*, 87, (2):128-45.
- Gibbs, P.E. & Sasaki, R. (1998). Reproductive biology of *Dalbergia miscolobium* Benth. (Leguminosae - Papilionoideae) in SE Brazil: the effects of pistillate sorting on fruit-set. *Annals Botany*, 81(6):735-40.
- Gibbs, P.E.; Lewis, G.P. & Lughadha, E.N. (1999). Fruit-set induced changes in the sex of flowers in *Caesalpinia calycina* (Leguminosae). *Plant Biology*, 1(6):665-9.
- Hossaert, M. & Valére, M. (1998). Effect of ovule position in the pod on patterns of seed formation in two species of *Lathyrus* (Leguminosae, Papilonoideae). *American Journal of Botany*, 75:1714-31.
- Horovitz, A.; Meire, L. & Beiles, A. (1976). Effects of ovule positions in fabaceous flowers on set and outcrossing rates. *Botanical Gazette*, 137:250-4.
- Jaronowsky, J. (1962). Fertilization and embryo development in cases of autogamy. *Gen Pol*, 3:209-42.
- Joly, A.B. (2002). *Botânica: introdução à taxinomia vegetal*. 13ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional. p.372.
- Judd, W.C. (1999). *Plant Systematic: a phylogenetic approach*. Sunderland (MA): Sinauer Associates.
- Lee, T.D. & Bazzaz, F.A. (1986). Regulation of fruit maturation in an annual legume *Cassia fasciculata*. *Ecology*, 63(5):1374-88.
- Lewis, G.P. & Schire, B.D. (2003). Leguminosae or Fabaceae? In: Klitgaard, B.B. & Bruneau, A. (Ed.) *Advances in legume systematics: part 2*. Kew (UK): Royal Britanic Garden. p.1-3.
- Lewis, G.; Schire, B.; Mackinder, B. & Lock, M. (2005). *Legumes of the world*. Kew (UK): Royal Botanic Gardens.
- Lorenzi, H. (2002). *Árvores brasileiras*. 4ª ed. Piracicaba: Editora Plantarum. v.1.
- Medrano, M.; Gutiérrez, P. & Gutiérrez, J. (2000). Patterns of fruit and seed set within inflorescences of *Pancratium maritimum* (Amaryllidaceae): nonuniform pollination, resource imitation, or architectural effects? *American Journal of Botany*, 87:493-501.
- Mendonça, L.B. & Anjos, L. (2006). Feeding behavior of hummingbirds and perching birds on *Erythrina speciosa* Andrews (Fabaceae) flowers in an urban area, Londrina, Paraná, Brazil. *Revista Brasileira Zoologia*, 23(1):42-9.
- O'Donnell, M.E. & Bawa, K.S. (1993). Gamete selection and patterns of ovule and seed abortion. *Current Science*, 65:214-9.
- Ohashi, K. & Thomson, J.D. (2009). Trapline foraging by pollinators: its ontogeny, economics and possible

consequences for plants. *Annals of Botany*, 103(3):1365-78.

Proctor, M.P.; Yeo, P. & Lack, A.J. (1996). *The natural history of pollination*. Portland, Oregon: Timber Press.

Ragusa-Netto, J. (2002). Exploitation of *Erythrina dominguezii* Hassl. (Fabaceae) nectar by perching birds in a dry forest in Western Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 62(4b):877-83.

Ramirez, N. & Brito, Y. (1990). Reproductive biology of a tropical palm swamp community in the Venezuelan Llanos. *American Journal of Botany*, 77(10):1260-71.

Schire, B.D.A. (1989). A multidisciplinary approach to pollination biology in the Leguminosae. In: Stirton, C.H. & Zarucchi, J.L. (Ed.). *Advances in legume biology*. Kew

(UK): Royal Botanic Gardens. Monographs in Systematic Botany, 29. p.183-242.

Sedgley, M. (1980). Anatomical investigation of abscised avocado flowers and fruitlets. *Annals of Botany*, 46:771-7.

Susko, D.J. (2006). Effect of ovule position on patterns of seed maturation and abortion in *Robinia pseudoacacia* (Fabaceae). *Canadian Journal of Botany*, 84:1259-65.

Teixeira, S.P; Pereira, R.A.S. & Ranga, N.T. (2006). Components of fecundity and abortion in a tropical tree, *Dahlstedtia pentaphylla* (Leguminosae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46(6):905-13.

Zar, J.H. (1999) *Biostatistical analysis*. 4<sup>th</sup> ed. New Jersey: Prentice Hall.

Recebido em: 15/2/2010

Aprovado em: 20/4/2010



ARTIGO | ARTICLE

## Angiospermas arbóreas e arbustivas do *campus* da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita, Rio Claro (SP)

*Angiosperm trees and shrubs on the campus of the São Paulo State University  
Júlio de Mesquita, Rio Claro (SP), Brazil*

Carolina de Moraes Potascheff<sup>1</sup>

Júlio Antonio Lombardi<sup>1</sup>

Harri Lorenzi<sup>2</sup>

### RESUMO

No levantamento das espécies arbóreas e arbustivas de Angiospermas do *campus* da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho de Rio Claro, através de caminhadas quinzenais entre dezembro de 2006 e setembro de 2008 por toda a área do *campus*, foram encontradas 198 espécies nativas e exóticas pertencentes a 50 famílias. A identificação das espécies foi feita *in loco* ou a partir da literatura especializada. Duas dessas espécies, *Caesalpinia echinata* e *Dalbergia nigra*, estão incluídas na Lista das Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção, classificadas como em perigo e vulnerável, respectivamente. Essa listagem florística pode ser utilizada como material didático para estudos botânicos e práticas de atividades de educação ambiental. Comparando a diversidade florística do *campus* da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho de Rio Claro com a de outros *campi*, observa-se que a do presente trabalho foi a mais alta encontrada, mesmo quando incluídas, no levantamento, as gimnospermas, as palmeiras e outras formas de vida que não só as arbóreas e arbustivas, as quais não foram excluídas no presente trabalho.

**Palavras-chave:** Angiosperma. Arborização. Espécies cultivadas. Florística.

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências de Rio Claro, Departamento de Botânica. Av. 24A, 1515, Bela Vista, 13506-900, Rio Claro, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: J.A. LOMBARDI. E-mail: <cissus@rc.unesp.br>.

<sup>2</sup> Instituto Plantarum. Nova Odessa, SP, Brasil.

## ABSTRACT

*A floristic survey of Angiosperm species growing on the campus at the Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, conducted on fortnightly walks between December 2006 and September 2008 over the whole area of the campus, found 198 native and exotic species, belonging to 50 families. The identification of the species was carried out at the time of collection or by consulting specialized literature. Two of the species, Caesalpinia echinata and Dalbergia nigra, are included in the List of Species of Flora Threatened with Extinction, classified as in danger and vulnerable, respectively. This listing of flora can be used as teaching material for botanical studies and the practice of environmental education activities. When compared with other campus surveys, it can be seen that the Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho has the most species, even when compared with surveys that included gymnosperms and palms and other life forms not classified as trees or shrubs, which were not included in this survey.*

**Key words:** Angiosperm. Tree planting. Cultivated species. Floristic.

## INTRODUÇÃO

A área que hoje é ocupada pelo *campus* Bela Vista, há algumas décadas, fazia parte de um reflorestamento de eucalipto da atual Floresta Estadual "Edmundo Navarro de Andrade", cujo objetivo era prover a ferrovia local - Companhia Paulista de Estrada de Ferro - de combustível para mover as máquinas a vapor (Silva et al., 2002). Sendo assim, poucas árvores hoje encontradas no *campus* são remanescentes da vegetação original. A grande parte foi plantada seguindo projeto paisagístico, ou se estabeleceu por dispersão natural das sementes. As árvores mais antigas, que faziam parte do antigo reflorestamento da Companhia Paulista de Estrada de Ferro, eram alguns exemplares de *Eucalyptus grandis* que, no entanto, foram cortados há pouco tempo para a construção de um novo prédio.

Muitos trabalhos foram feitos visando levantar as espécies presentes em diversos *campi* de diferentes localidades, incluindo tanto gimnospermas, quanto angiospermas de diversos hábitos (Lombardi & Morais, 2003; Paiva et al., 2004; Kurihara et al., 2005; Faleiro & Amâncio-Pereira, 2007; Melo & Severo, 2007; Eisenlohr et al., 2008; Costa & Machado 2009).

Atualmente, no site da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp) de Rio Claro,

está disponível um guia eletrônico que permite a identificação das palmeiras e das gimnospermas do *campus* ([www.rc.unesp.br/arvoresdocampus](http://www.rc.unesp.br/arvoresdocampus)). Essa página pode ser vista como material de divulgação e ser utilizada como material didático para estudos botânicos e práticas de atividades de educação ambiental, pois contém fotos e a classificação botânica de cada uma das espécies.

Objetivando dar continuidade ao guia eletrônico do *site* da Unesp, por meio de fotos, descrição botânica, origem geográfica, fenologia da planta, além de algumas curiosidades, pretende-se obter a composição florística das Angiospermas arbóreas cultivadas no *campus* da Unesp de Rio Claro.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área estudada compreende o *campus* da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, em Rio Claro (SP), entre as coordenadas 22°23'S e 47°32'W, com altitude em torno de 626,5m e área total de 53 alqueires (Silva et al., 2002).

Para a amostragem da vegetação, foram realizadas caminhadas quinzenais entre dezembro de 2006 e setembro de 2008 por toda a área do *campus*, incluindo o entorno dos prédios, áreas arborizadas e abertas, para coletar as plantas encontradas em estado fértil. A identificação das espécies foi feita *in loco* ou, quando não possível,

consultou-se a literatura especializada disponível, considerando sempre as publicações mais recentes, e/ou foram consultados especialistas na área.

O esquema de classificação adotado foi o *Angiosperm Phylogeny Group* (2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas 198 espécies, distribuídas em 50 famílias (Anexo), das quais 60,0% são nativas do Brasil e, 37,7% são exóticas. As origens de cada espécie foram consultadas em Aronson (1992), Lorenzi (1998), Lorenzi (2000), Lorenzi et al. (2003), Souza & Lorenzi (2005) e Lorenzi et al. (2006). As famílias com maior número de espécies são: Fabaceae (48), Myrtaceae (18), Malvaceae (14), Bignoniaceae (10) e Moraceae (6).

Duas das espécies cultivadas, *Caesalpinia echinata* (em perigo) e *Dalbergia nigra* (vulnerável), estão incluídas na "Lista das Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção", da Portaria IBAMA nº 37-N, de 3 de abril de 1992.

Trabalhos de levantamentos florísticos de *campi* permitem o desenvolvimento de ações de manejo e monitoramento para a arborização local, o que propicia benefícios ambientais e paisagísticos, além do bem-estar à população que circula na área (Costa & Machado, 2009) e resultam em um rico instrumento para o desenvolvimento de práticas e de estudos botânicos (Rodrigues et al., 1994; Rodrigues et al., 1995; Rodrigues et al., 1996a; Rodrigues et al., 1996b), valorizando a arborização existente em cada local (Kurihara et al., 2005).

Muitas das espécies encontradas no *campus* da Unesp de Rio Claro são importantes fontes de alimento para animais, principalmente para aves (Gussoni & Guaraldo, 2008), as quais foram observadas alimentando-se de frutos de *Citharexylum myrianthum*, *Melia azedarach*, *Murraya paniculata*, *Prunus sellowii*, e de sementes de *Magnolia champaca*, entre outras espécies.

Segundo Lombardi & Morais (2003) e Kurihara et al. (2005), o uso de grande número de

espécies na arborização possibilita que muitas das árvores passem a servir como fontes de sementes e mudas para a maior diversificação da arborização de outras áreas.

Comparando a diversidade florística do *campus* da UNESP de Rio Claro com a de outros *campi* (Lombardi & Morais, 2003; Kurihara et al., 2005; Faleiro & Amâncio-Pereira, 2007; Melo & Severo, 2007; Eiseloher et al., 2008; Costa & Machado, 2009), observa-se que a deste trabalho foi a mais alta encontrada, mesmo quando comparada a levantamentos nos quais as gimnospermas, as palmeiras e outras formas de vida, que não só as arbóreas e arbustivas, foram incluídas.

## CONCLUSÃO

Foram encontradas 198 espécies vegetais pertencentes a 50 famílias no *campus* da Unesp de Rio Claro (SP), as quais apresentam um significativo potencial didático, visto que podem ser encontrados exemplares nativos e exóticos, das mais variadas famílias, servindo como material didático para estudos botânicos e para práticas de atividades de educação ambiental.

## REFERÊNCIAS

- Angiosperm Phylogeny Group. (2003). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APGII. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 141:399-436.
- Aronson, J. (1992). Evolutionary biology of *Acacia caven* (Leguminosae, Mimosoideae): infraspecific variation in fruit and seed characters. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 79(4):958-68.
- Costa, I.S. & Machado, R.R.B. (2009). A arborização do *campus* da UESPI Poeta Torquato Neto em Teresina (PI): diagnóstico e monitoramento. *REVESBAU*, 4(4):32-46.
- Eiseloher, P.V.; Carvalho-Okano, R.M.; Vieira, M.F.; Leone, F.R. & Stringheta, A.C.O. (2008). Flora fanerogâmica do *campus* da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. *Ceres*, 55(4):317-26.
- Faleiro, W. & Amâncio-Pereira, F. (2007). Arborização viária do *campus* Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia, MG. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal*, 6(10):1-17.

- Gussoni, A.O.A. & Guaraldo, A.C. (2008). *Aves do campus da UNESP em Rio Claro*. Rio Claro: Editora Divisa.
- Kurihara, D.L.; Imaña-Encinas, J. & Paula, J.E. (2005). Levantamento da arborização do *campus* da Universidade de Brasília. *Cerne*, 11(2):127-36.
- Lombardi, J.A. & Morais, P.O. (2003). Levantamento florístico das plantas empregadas na arborização do *campus* da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG. *Lundiana*, 4(2):83-8.
- Lorenzi, H. (1998). *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. v.2.
- Lorenzi, H. (2000). *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. v.1.
- Lorenzi, H.; Bacher, L.; Lacerda, M. & Sartori, S. (2006). *Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)*. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora.
- Lorenzi, H.; Souza, H.M.; Torres, M.A. & Bacher, L.B. (2003). *Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas*. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora.
- Melo, E.F.R.Q. & Severo, B.M.A. (2007). Vegetação arbórea do *campus* da Universidade de Passo Fundo. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 2(2):76-87.
- Paiva, P.D.O.; Landgraf, P.R.C.; Rodrigues, T.M.; Pedroso, D.O.; Oliveira Filho, A.T.; Gavilane, M.L. & Paiva, R. (2004). Identificação e caracterização das espécies arbóreas do canteiro central da Universidade Federal de Lavas/MG. *Ciência e Agrotecnologia*, 28(3):515-9.
- Rodrigues, R.R.; Carmona, R.C.P.; Silva, I.C.; Rocha, Y.T.; Lima, A.M.L. & Souza, V.C. (1994). *Trilhas do parque da ESALQ: palmeiras*. Piracicaba: Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal.
- Rodrigues, R.R.; Silva, I.C.; Carmona, R.C.P.; Souza, V.C.; Tamashiro, J.Y. & Ivanauskas, N.M. (1995). *Trilhas do Parque da ESALQ: madeiras de lei*. Piracicaba: Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal.
- Rodrigues, R.R.; Silva, I.C.; Lima, A.M.L.P.; Andrade, T.O. & Magossi, R. (1996a). *Trilhas do Parque da ESALQ: Palmeiras II*. Piracicaba: Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal.
- Rodrigues, R.R.; Silva, I.C.; Mazina, F.F. & Souza, V.C. (1996b). *Trilhas do Parque da ESALQ: árvores úteis*. Piracicaba: Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal.
- Silva, O.A.; Ribeiro, M.A.H.W. & Gerardi, L.H.O. (2002). *Mosaico Iconográfico do Instituto de Biociências-Unesp-Rio Claro-SP*. Rio Claro: UNESP.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H. (2005). *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APGII*. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora.

Recebido em: 2/3/2010  
Aprovado: 20/4/2010

ANEXO  
ESPÉCIES ENCONTRADAS NO CAMPUS DA UNESP, RIO CLARO (SP) E SUAS ORIGENS

Família/Espécie	Origem
<b>AGAVACEAE</b>	
<i>Yucca elephantipes</i> Hort. ex Regel	México e Guatemala
<b>ALTINGIACEAE</b>	
<i>Liquidambar</i> sp.	
<b>ANACARDIACEAE</b>	
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Nativa
<i>Mangifera indica</i> L.	Índia e Burma
<i>Schinus molle</i> L.	Nativa
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	Nativa
<i>Spondias purpurea</i> L.	América Central
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Nativa
<b>ANNONACEAE</b>	
<i>Annona cacans</i> Warm.	Nativa
<i>Duguetia furfuracea</i> (A.St.-Hil.) Saff.	Nativa
<i>Rollinia mucosa</i> Baill.	Nativa
<i>Rollinia silvatica</i> Mart.	Nativa
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	Nativa
<b>APOCYNACEAE</b>	
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A.DC.	Nativa
<i>Nerium oleander</i> L.	Mediterrâneo
<i>Plumeria rubra</i> L.	México, Guianas e Equador
<i>Rauvolfia sellowii</i> Müll. Arg.	Nativa
<i>Tabernaemontana laeta</i> Mart.	Nativa
<i>Thevetia thevetioides</i> Schum.	México
<b>ARALIACEAE</b>	
<i>Schefflera actinophylla</i> Harms	Austrália
<i>Schefflera vinosa</i> (Cham. & Schlttdl.) Frodin & Fiaschi	Nativa
<b>ASTERACEAE</b>	
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	Nativa
<b>BIGNONIACEAE</b>	
<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Martius.	Nativa
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Argentina, Bolívia e Paraguai
<i>Spathodea nilotica</i> Seem.	África Central
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) S. Moore	Nativa
<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Toledo	Nativa
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart.) Standl.	Nativa
<i>Tabebuia roseo-alba</i> (Ridl.) Sandwith	Nativa
<i>Tabebuia rosea</i>	Costa Rica
<i>Tabebuia</i> sp.	
<i>Tecoma stans</i> Juss.	Américas e Antilhas
<b>BIXACEAE</b>	
<i>Cochlospermum gossypium</i> DC.	Índia
<i>Bixa orellana</i> L.	Nativa



ANEXO  
ESPÉCIES ENCONTRADAS NO CAMPUS DA UNESP, RIO CLARO (SP) E SUAS ORIGENS

continuação

Família/Espécie	Origem
<b>BORAGINACEAE</b>	
<i>Cordia abyssinica</i> R.Br.	África, Índia e Austrália
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	Nativa
<i>Cordia superba</i> Cham.	Nativa
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Steud.	Nativa
<b>CACTACEAE</b>	
<i>Pereskia grandiflora</i> Hort. ex Pfeiff.	América Tropical
<b>CARICACEAE</b>	
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	Nativa
<b>CASUARINACEAE</b>	
<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	Austrália, Bornéu e Sumatra
<b>CELASTRACEAE</b>	
<i>Maytenus robusta</i> Reissek	Nativa
<b>CHRYSOBALANACEAE</b>	
<i>Licania tomentosa</i> Kuntze	Nativa
<b>CLUSIACEAE</b>	
<i>Kielmeyera</i> sp.	
<i>Clusia</i> sp.	
<b>COMBRETACEAE</b>	
<i>Terminalia cattapa</i> L.	Ásia e Madagascar
<i>Terminalia argentea</i> Mart.	Nativa
<b>DILLENIACEAE</b>	
<i>Dillenia indica</i> Blanco	Ásia Tropical
<b>EBENACEAE</b>	
<i>Diospyros kaki</i> L.f.	Ásia
<b>ELAEOCARPACEAE</b>	
<i>Elaeocarpus serratus</i> L.	Sri-Lanka
<b>EUPHORBIACEAE</b>	
<i>Aleurites moluccana</i> (L.) Willd.	Índia e Malásia
<i>Croton urucurana</i> Baill.	Nativa
<i>Euphorbia leucocephala</i> Lhotsy	África
<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A.Juss.) Müll. Arg	Nativa
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	Nativa
<i>Pachystroma longifolium</i> I.M. Johnst.	Nativa
<b>FABACEAE</b>	
<i>Acacia caven</i> (Molina) Molina	Sul da América do Sul
<i>Acacia mangium</i> Willd.	Austrália e Malásia
<i>Acacia podalyraefolia</i> A. Cunn. Ex G. Don	Austrália
<i>Albizia</i> sp.	
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Nativa

ANEXO  
ESPÉCIES ENCONTRADAS NO CAMPUS DA UNESP, RIO CLARO (SP) E SUAS ORIGENS

continuação

Família/Espécie	Origem
<i>Bauhinia forficata</i> Link	Nativa
<i>Bauhinia variegata</i> L.	Índia
<i>Caesalpinia echinata</i> Lam.	Nativa
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex Tul. var. <i>leiostachya</i> Benth.	Nativa
<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	Nativa
<i>Caesalpinia pulcherrima</i> Sw.	Antilhas
<i>Cassia ferruginea</i> Schrad. Ex DC.	Nativa
<i>Cassia fistula</i> L.	Índia
<i>Cassia grandis</i> L.f.	Nativa
<i>Cassia javanica</i> L.	Malásia
<i>Cenostigma macrophyllum</i> Tul.	Nativa
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guill. ex Benth.	Nativa
<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A. Howard	Nativa
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Nativa
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Nativa
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	Nativa
<i>Delonix regia</i> Raf.	Madagascar
<i>Erythrina speciosa</i> Andrews	Nativa
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	Nativa
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	México, norte da América do Sul
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Nativa
<i>Hymenaea courbaril</i> var. <i>stilbocarpa</i> (Hayne) Y.T. Lee & Langenh.	Nativa
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Nativa
<i>Inga uruguensis</i> Hook. & Arn.	Nativa
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	América Tropical
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	Nativa
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth.	Nativa
<i>Myroxylon peruiferum</i> L.f.	Nativa
<i>Ormosia arborea</i> Harms	Nativa
<i>Parkia platycephala</i> Benth.	Nativa
<i>Piptadenia paniculata</i> Benth.	Nativa
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	Nativa
<i>Poecilanthe parviflora</i> Benth.	Nativa
<i>Pterocarpus</i> sp.	
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Nativa
<i>Samanea tubulosa</i> (Benth.) Barneby & J.W. Grimes	Nativa
<i>Samanea</i> sp.	
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Colladon) H.S. Irwin & Barneby	Nativa
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & Barneby	Nativa
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	Nativa
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	Nativa
<i>Tamarindus indica</i> L.	África Tropical
<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	Bolívia e norte da Argentina
FAGACEAE	
<i>Castanea sativa</i> Mill.	Europa, norte da África e China
LAURACEAE	
<i>Ocotea</i> sp.	
<i>Persea americana</i> Mill.	América Central
LECYTHIDACEAE	
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	Nativa
<i>Lecythis pisonis</i> Camb.	Nativa

ANEXO  
ESPÉCIES ENCONTRADAS NO CAMPUS DA UNESP, RIO CLARO (SP) E SUAS ORIGENS

continuação

Família/Espécie	Origem
<b>LYTHRACEAE</b>	
<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Koehne	Nativa
<i>Lafoensia pacari</i> St. Hil.	Nativa
<i>Lagerstroemia indica</i> L.	Índia
<i>Lagerstroemia speciosa</i> Pers.	Índia
<i>Punica granatum</i> L.	Irã
<b>MAGNOLIACEAE</b>	
<i>Magnolia champaca</i> (L.) Figlar	Índia e Himalaia
<i>Magnolia grandiflora</i> L.	Estados Unidos
<i>Magnolia ovata</i> P. Parm.	Nativa
<b>MALPIGHIACEAE</b>	
<i>Bunchosia armeniaca</i> DC.	Países andinos
<i>Lophantera lactescens</i> Ducke	Nativa
<i>Malpighia emarginata</i> DC.	América Central
<b>MALVACEAE</b>	
<i>Bombacopsis glabra</i> (Pasq.) A. Robyns	Nativa
<i>Ceiba erianthos</i> K. Schum.	Nativa
<i>Ceiba glaziovii</i> K. Schum.	Nativa
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Ravena	Nativa
<i>Eriotheca candolleana</i> (K.Schum.) A. Robyns	Nativa
<i>Hibiscus mutabilis</i> L.	China
<i>Hibiscus rosasinensis</i> L.	Ásia Tropical
<i>Hibiscus schizopetalus</i> Hook.f.	África Tropical Oriental
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	Nativa
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	Nativa
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	Nativa
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	Nativa
<i>Sterculia apetala</i> Druce	Nativa
<i>Sterculia striata</i> A.St.-Hil. & Naudin	Nativa
<b>MELASTOMATACEAE</b>	
<i>Miconia</i> sp.	
<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	Nativa
<i>Tibouchina mutabilis</i> Cogn.	Nativa
<b>MELIACEAE</b>	
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Ásia
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Nativa
<i>Melia azedarach</i> L.	Índia e China
<i>Swietenia macrophylla</i> King	Nativa
<b>MORACEAE</b>	
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Índia
<i>Ficus benjamina</i> L.	Índia, China, Tailândia, Filipinas, Austrália e Nova Guiné
<i>Ficus lyrata</i> Warb.	África
<i>Ficus</i> sp.	
<i>Morus nigra</i> L.	China e Japão
<i>Maclura tinctoria</i> D. Don ex Steud.	Nativa

ANEXO  
ESPÉCIES ENCONTRADAS NO CAMPUS DA UNESP, RIO CLARO (SP) E SUAS ORIGENS

Família/Espécie	Origem	conclusão
<b>MUNTINGIACEAE</b>		
<i>Muntingia calabura</i> L.	América Central até Colômbia	
<b>MYRTACEAE</b>		
<i>Callistemon viminalis</i> Cheel	Austrália	
<i>Campomanesia phaea</i> (O. Berg) Landrum	Nativa	
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg	Nativa	
<i>Eucalyptus</i> sp. 1	Exótica	
<i>Eucalyptus</i> sp. 2	Exótica	
<i>Eucalyptus</i> sp. 3	Exótica	
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	Nativa	
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Nativa	
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Nativa	
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	Nativa	
<i>Eugenia speciosa</i> Cambess.	Nativa	
<i>Melaleuca leucadendron</i> L.	Austrália	
<i>Myrcia rufipes</i> DC.	Nativa	
<i>Plinia</i> sp.		
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Nativa	
<i>Psidium guajava</i> L.	Nativa	
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Índia e Sri-Lanka	
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Índia e Malásia	
<b>OCHNACEAE</b>		
<i>Ouratea</i> sp.		
<b>OLEACEAE</b>		
<i>Fraxinus americana</i> L.	Estados Unidos e Canadá	
<b>OXALIDACEAE</b>		
<i>Averrhoa carambola</i> L.	Indonésia e Malásia	
<b>POLYGONACEAE</b>		
<i>Triplaris americana</i> L.	Nativa	
<b>PROTEACEAE</b>		
<i>Grevillea banksii</i> R.Br.	Austrália	
<i>Grevillea robusta</i> A.Cunn.	Austrália	
<i>Macadamia integrifolia</i> Maiden & Betche	Austrália	
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	Nativa	
<b>RHAMNACEAE</b>		
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	Japão, China e Himalaia	
<b>ROSACEAE</b>		
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Japão	
<i>Prunus sellowii</i> Koehne	Nativa	
<b>RUBIACEAE</b>		
<i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth. K. Schum.	Nativa	
<i>Genipa americana</i> L.	Nativa	

ANEXO  
ESPÉCIES ENCONTRADAS NO CAMPUS DA UNESP, RIO CLARO (SP) E SUAS ORIGENS

conclusão

Família/Espécie	Origem
<b>RUTACEAE</b>	
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	Nativa
<i>Citrus</i> sp. 1	Eurásia
<i>Citrus</i> sp. 2	Eurásia
<i>Citrus</i> sp. 3	Eurásia
<i>Esenbeckia leiocarpa</i> Engl.	Nativa
<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	Índia
<b>SALICACEAE</b>	
<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	Nativa
<i>Casearia silvestris</i> Eichler	Nativa
<b>SAPINDACEAE</b>	
<i>Dodonea viscosa</i> (L.) Jacq.	Nativa
<i>Koelreuteria bipinnata</i> Franch.	China
<i>Sapindus saponaria</i> L.	Nativa
<b>SIMAROUBACEAE</b>	
<i>Simarouba versicolor</i> A.St.-Hil.	Nativa
<b>STRELITZIACEAE</b>	
<i>Strelitzia augusta</i> Thunb.	África do Sul
<b>URTICACEAE</b>	
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	Nativa
<i>Cecropia</i> sp.	
<b>VERBENACEAE</b>	
<i>Callicarpa reevesii</i> Wall.	China
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	Nativa
<i>Tectona grandis</i> L.f.	Índia e Indonésia
<b>VOCHYSIACEAE</b>	
<i>Vochysia</i> sp.	



ARTIGO | ARTICLE

## Polinização em área urbana: o estudo de caso de *Jacaranda mimosifolia* D. Don (Bignoniaceae)

*Pollination in urban area: the Jacaranda mimosifolia D. Don (Bignoniaceae) case study*

Gustavo Rodrigues Alves<sup>1</sup>

Aline Peruchi<sup>1</sup>

Kayna Agostini<sup>1</sup>

### RESUMO

*Jacaranda mimosifolia* D. Don (Bignoniaceae) é nativa da Argentina, Bolívia e Paraguai e exótica no estado de São Paulo. Essa espécie é ornamental e utilizada na arborização urbana. O objetivo deste estudo foi analisar a biologia floral e sistema reprodutivo e verificar os visitantes florais de *J. mimosifolia* em área urbana de Piracicaba (SP), no período de setembro a novembro de 2008. As flores dessa espécie são tubulares com quatro estames e um estaminódio desenvolvido. Durante a antese as flores são roxas, com odor suave e os osmóforos estão localizados no estaminódio. Néctar foi o recurso utilizado pelos visitantes florais. *Jacaranda mimosifolia* é autoincompatível. As visitas florais iniciaram-se às 6h30min e diminuíram às 17h30min. Entre os visitantes florais de *J. mimosifolia*, as abelhas de grande porte apresentaram comportamento de polinizadores, realizando visitas legítimas. *Eulaema nigrita* foi a mais abundante, com 14,8% das visitas, e apresentou comportamento de polinizador. Houve ainda um grande número de pilhadores de néctar, e *Apis mellifera* foi a espécie pilhadora com maior número de visitas (15,7%). Mesmo sendo uma espécie exótica, *J. mimosifolia* possui polinizadores nativos responsáveis pela polinização cruzada, porém apenas as abelhas de médio e grande porte atuam como polinizadores efetivos.

**Palavras-chaves:** Jacarandá-mimoso. Espécie exótica. Visitantes florais. Melitofilia. Pilhadores.

### ABSTRACT

*Jacaranda mimosifolia* D. Don (Bignoniaceae) is natural from Argentina, Bolivia and Paraguay and it is exotic in São Paulo State, Brazil. This species is ornamental

<sup>1</sup> Universidade Metodista de Piracicaba, Faculdade de Ciências Exatas e da Natureza. Rod. do Açúcar, Km 156, 13400-911, Piracicaba, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: G.R. ALVES. E-mail: <gustavo\_ralves@yahoo.com.br>.

and used in urban areas. The aim of this study was to analyze floral biology and reproductive system and verify floral visitors of *J. mimosifolia* in an urban area of Piracicaba, Brazil, from september to november 2008. The flowers of this species are tubular with four stamens and one well developed staminode. During anthesis the flowers are purple, smooth odor and the osmophores are located in staminode. Nectar was the resource used by floral visitors. *J. mimosifolia* is self-incompatible. Floral visits began at 6h30min and decreased at 17h30min among the pollinators of *J. mimosifolia*, the large bees behaved as pollinators, performing legitimate visits. *Eulaema nigrita* was the most abundant bee species, with 14.88% of visits and it presents pollinator behavior. There was also a large number of nectar robbers, and *Apis mellifera* was the robber species with the highest number of visits (15.70%). Even if an exotic species, *J. mimosifolia* has native pollinators responsible for cross-pollination, but only bees of medium and large size act as effective pollinators.

**Key words:** Jacarandá-mimoso. Exotic species. Floral visitors. Melittophily. Nectar robbers.

## INTRODUÇÃO

Ecólogos de populações e comunidades geralmente evitam estudar áreas urbanas, preferindo habitats naturais. Há muitas razões para intensificar os estudos ecológicos em cidades. A urbanização é uma tendência que transforma o uso da terra em todo mundo e modifica radicalmente os padrões e processos ecológicos (Faeth et al., 2005).

No Brasil muitas espécies vegetais têm sido introduzidas em ambiente urbano para fins ornamentais. Por ter sua origem em outro território, essas espécies são conhecidas como exóticas (Biondi & Pedrosa-Macedo, 2008). Essas plantas apenas conseguem estabelecer-se e invadir um novo habitat se as condições físicas são adequadas e se os micro-organismos simbióticos, os polinizadores e os dispersores de sementes estão presentes (Stout et al., 2006).

Estudos de ecologia reprodutiva em ambientes urbanos são particularmente importantes, pois podem avaliar o potencial adaptativo de uma espécie presente em área urbanizada ou o processo de naturalização de uma espécie exótica no Brasil (Figueiredo, 2008).

As espécies exóticas que apresentam recursos florais, como pólen e néctar, atraem animais nativos que podem se tornar polinizadores efetivos, dependendo do comportamento e da frequência de visitas realizadas (Biondi & Pedrosa-Macedo, 2008).

Muitos grupos de insetos dependem diretamente de tais recursos para a alimentação, uma vez que o néctar dispõe de carboidratos e água, enquanto o pólen é uma fonte rica de proteínas (Roubik, 1992). Segundo Bawa (1990), entre os insetos polinizadores, as abelhas destacam-se como o mais importante grupo, tanto em abundância como em riqueza de espécies polinizadoras.

A família Bignoniaceae, utilizada amplamente no paisagismo de ruas e parques urbanos, possui grande potencial ornamental e econômico. Essa família apresenta aproximadamente 800 espécies distribuídas em 120 gêneros, ocorrendo no Brasil cerca de 350 espécies em 50 gêneros distintos (Souza & Lorenzi, 2005). A tribo Tecomeae apresenta maior número de espécies, estando 203 espécies distribuídas em 19 gêneros na região neotropical (Bittencourt, 2003).

O gênero *Jacaranda* é neotropical e possui cerca de 50 espécies (Morawetz, 1982; Gentry, 1992) e é polinizado exclusivamente por abelhas de médio e grande porte (Gentry, 1990). A espécie *Jacaranda mimosifolia* D. Don (Bignoniaceae, Tecomeae), conhecida popularmente como jacarandá-mimoso ou carobaguaçu, é uma árvore nativa da Argentina, Bolívia e Paraguai, mas pode ser encontrada em Santa Catarina e em regiões temperadas e tropicais. No estado de São Paulo, essa espécie é introduzida e frequentemente utilizada na arborização urbana e

na ornamentação de parques (Lorenzi et al., 2003; Socolowski & Takaki, 2004).

Encontra-se na literatura um grande número de trabalhos sobre taxonomia e embriologia de Bignoniaceae, no entanto, raramente esses trabalhos referem-se à biologia floral, reprodutiva ou à polinização das espécies dessa família. Segundo Bittencourt et al. (2003), apenas 29 espécies de Bignoniaceae têm o sistema reprodutivo determinado de forma conclusiva.

O objetivo geral deste estudo foi analisar se *Jacaranda mimosifolia* possui polinizadores efetivos, uma vez que essa espécie é introduzida no Estado de São Paulo, Brasil. Os objetivos específicos do trabalho foram: 1) analisar as características da morfologia e biologia floral de *J. mimosifolia*; 2) verificar quais os recursos florais oferecidos para os visitantes; 3) analisar o sistema reprodutivo de *J. mimosifolia* e 4) observar e classificar os visitantes florais em pilhadores e polinizadores de *J. mimosifolia*.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Biologia floral

O trabalho de campo foi realizado em populações de *J. mimosifolia* na região de Piracicaba, São Paulo (22°42'30"S e 47°38'01"W), no período de setembro a novembro de 2008.

Para este trabalho foram utilizados seis indivíduos de *J. mimosifolia* que foram observados *in situ* para verificar o número de inflorescência por indivíduo, de flores por inflorescência, de flores abertas por dia. Também foram determinadas as fases da antese, coloração (Kornerup & Wanscher, 1963) e intensidade do odor, por meio da verificação da presença de osmóforos pela técnica do vermelho neutro (n= 10 flores), que cora células com alta atividade metabólica, indicando as partes florais emissoras de odor (Dafni et al., 2005).

Para verificar a produção de néctar em *J. mimosifolia*, botões em pré-antese foram

previamente ensacados para evitar o acesso de visitantes. O volume de néctar (n= 30 flores) foi medido com microseringas e a concentração de açúcares foi determinada com auxílio de um refratômetro de bolso (Atago® 0-32%) (Galetto & Bernardello, 2005). Os dados de volume e concentração de néctar foram coletados em três horários pré-determinados (8h - 13h - 17h) durante a antese.

A receptividade do estigma (n=10 flores) foi testada utilizando H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> pelo método de atividade da catalase (Dafni, 1992). A viabilidade do grão pólen (n=10 flores) foi estimada por meio do método de coloração por carmim acético, que cora citoplasmas em atividade (Radford et al., 1974).

### Sistema reprodutivo

Para o estudo do sistema reprodutivo foram realizados testes de polinização manual em cinco indivíduos, seguindo os métodos de Radford et al. (1974). Botões em pré-antese foram ensacados e os seguintes tratamentos foram realizados: 1) Autopolinização: grãos de pólen foram depositados no estigma da própria flor; 2) Polinização Cruzada: grãos de pólen provenientes de flores de indivíduos diferentes foram transferidos para estigmas de flores emasculadas; 3) Geitonogamia: grãos de pólen provenientes de flores de um indivíduo foram depositados nos estigmas de flores emasculadas do mesmo indivíduo; 4) Controle: flores foram ensacadas e não receberam tratamento posterior.

### Visitantes florais

Indivíduos de *J. mimosifolia* foram observados de forma direta para o estudo dos visitantes florais. As observações foram realizadas em três dias não consecutivos e em três horários distintos: 6h -10h, 10h01min-14h e 14h01min-18h, totalizando 72 horas. Nesse período foram registrados os horários de visita, os recursos utilizados e o comportamento dos visitantes na flor. Pilhadores e polinizadores foram diferenciados pelo comportamento apresentado



durante a coleta dos recursos florais, sendo considerados polinizadores aqueles visitantes que, ao entrarem na flor, tocavam os órgãos reprodutivos da planta, e pilhadores, aqueles que coletam algum recurso sem que necessariamente toquem nos órgãos reprodutivos da flor. No caso dos pilhadores, também foi identificada se a visita foi legítima (quando ocorre pela abertura da corola) ou ilegítima (quando ocorre por perfurações no tubo da corola).

Os visitantes, com exceção das aves, foram coletados com rede entomológica, e os indivíduos coletados foram comparados com a coleção do museu de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Após a identificação, os exemplares foram montados em alfinetes e conservados a seco e depositados na coleção do Laboratório de Biologia da Universidade Metodista de Piracicaba (Unimep), *campus* Taquaral. As aves foram observadas e comparadas com o guia de campo de aves da grande São Paulo (Develey & Endrigo, 2004).

## RESULTADOS

### Biologia floral

A floração de *J. mimosifolia* ocorreu entre os meses de agosto a novembro. Essa espécie possui inflorescências do tipo panícula com média  $x = 386 \pm 156$  inflorescências por indivíduo. Cada

inflorescência possui em média  $x = 57 \pm 29$  flores por inflorescência e apresenta de 4 a 8 flores em antese por dia.

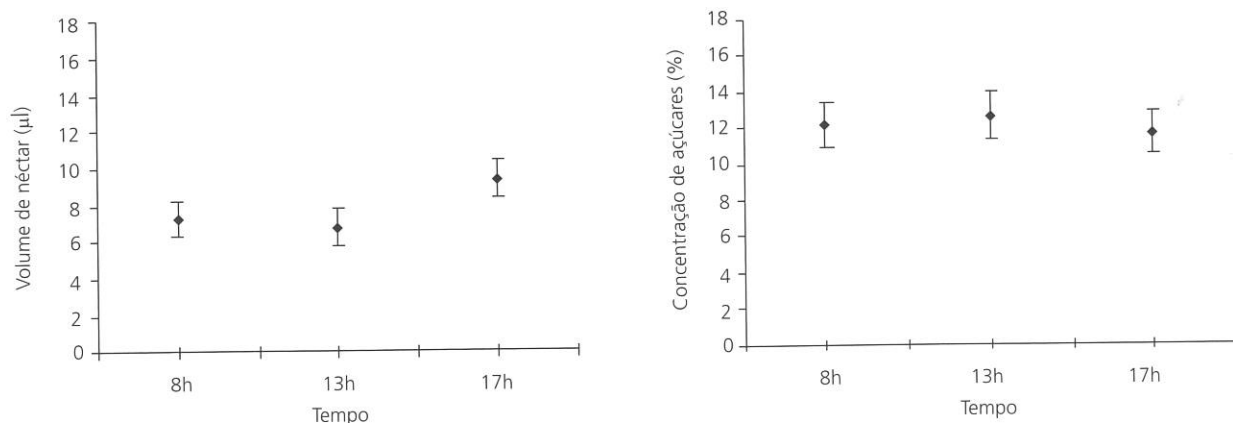
As flores são tubulares, há quatro estames e um estaminódio desenvolvido e diferenciado. Quando estão em antese, as flores apresentam coloração azul-roxeada e odor suave. Por meio do teste foi identificada a presença de osmóforos no estaminódio e em áreas de coloração brancas no interior da corola.

O início da antese é às 6h e é marcada pela abertura dos lobos da corola; mas são necessárias várias horas para a flor completar a abertura dos lobos da corola, finalizando às 10 horas. O tempo de duração da flor é de dois a três dias, ao fim dos quais a corola se desprende e cai.

As anteras já se encontram abertas e o estaminódio apresenta grãos de pólen sobre os pêlos glandulares antes do início da antese. A viabilidade dos grãos de pólen foi de 97%.

O estigma de *J. mimosifolia* é bifido. Durante o primeiro dia de antese o estigma permaneceu com os lobos fechados, já no segundo dia os lobos estavam abertos e receptivos.

A produção de néctar foi contínua ao longo do primeiro dia de antese, aumentando de  $7,25\mu\text{l}$ , em média, as 8h para  $9,39\mu\text{l}$ , em média, as 17 horas. Uma única flor produziu  $23,42\mu\text{l}$  ao longo do primeiro dia de antese. A concentração de açúcares no néctar variou de 12% a 15% durante todo o dia (Figura 1).



**Figura 1.** Volume de néctar e concentração de açúcares no néctar em flores de *Jacaranda mimosifolia* previamente ensacadas, em antese de primeiro dia. Piracicaba (SP), 2008.

Em algumas flores a produção de néctar também foi observada nos demais dias de antese. Em uma das flores verificadas foram extraídos 5µl de néctar as 8h do primeiro dia da antese. Em outra verificação feita às 15h foram extraídos mais 2µl de néctar desta flor. A última coleta foi realizada às 8h do dia seguinte, quando foi verificada a produção de mais 2µl de néctar.

## Biologia reprodutiva

De acordo com os dados obtidos nos experimentos com polinização manual, *J. mimosifolia* é autoincompatível, pois no tratamento de autopolinização não ocorreu a formação de frutos. No tratamento de geitonogamia, houve a taxa de formação de frutos foi de 40%, enquanto no tratamento de polinização cruzada foi de 70%. A

agamospermia não ocorre nesta espécie, pois não houve a formação de frutos no tratamento controle (Tabela 1).

## Visitantes florais

As visitas em flores de *J. mimosifolia* iniciaram-se às 6h30mim, ocorrendo diminuição às 17 horas. No total 121 visitantes foram registrados, sendo 10 espécies de abelhas, duas de vespas e três de aves (Tabela 2).

As abelhas de grande porte que visitaram *J. mimosifolia* apresentaram comportamento de polinizadores, pois estabeleceram contato com as anteras e estigma (Tabela 2). *Eulaema nigrita* correspondeu a 14,8% das visitas, *Bombus morio* a 8,3% e *Xylocopa* sp. a 0,8%. As primeiras visitas de *E. nigrita* e *B. morio* ocorreram pela manhã e

**Tabela 1.** Experimento de polinização manual realizado em populações de *Jacaranda mimosifolia*, na região de Piracicaba (SP), 2008.

Tratamento	Flores (n)	Frutos (n)	Frutos (%)
Autopolinização	10	0	0
Polinização cruzada	10	7	70
Geitonogamia	10	4	40
Controle	10	0	0

**Tabela 2.** Frequência absoluta e relativa, recurso explorado, porte e comportamento em flores de *Jacaranda mimosifolia*. Piracicaba (SP), 2008.

Espécie	Frequência		Recurso	Frequência Comportamento	Porte
	n	%			
<b>Insetos</b>					
<i>Apis mellifera</i>	19	15,70	N, P	Pilhador	M
<i>Bombus morio</i>	10	8,26	N, P	Polinizador	G
<i>Centris</i> sp. 1	2	1,65	N	Pilhador	M
<i>Centris</i> sp. 2	1	0,83	N	Pilhador	M
<i>Euglossa cordata</i>	3	2,48	P	Pilhador	P
<i>Eulaema nigrita</i>	18	14,88	N, P	Polinizador	G
<i>Oxaea flavuscan</i>	14	11,57	N	Pilhador	M
<i>Oxaea</i> sp.	5	4,13	N	Pilhador	M
<i>Trigona spinipes</i>	16	13,22	N	Pilhador	P
<i>Xylocopa</i> sp.	1	0,83	N,P	Polinizador	G
<i>Vespa</i> sp. 1	2	1,65	N	Pilhador	P
<i>Vespa</i> sp. 2	1	0,83	N	Pilhador	P
<b>Aves</b>					
<i>Eupetomena macroura</i>	10	8,26	N, P	Pilhador	
<i>Amazilia lactea</i>	17	14,05	N, P	Pilhador	
<i>Coereba flaveola</i>	2	1,65	N	Pilhador	
<b>Total</b>	121	100,00			

Recurso: N: néctar; P: pólen; Porte: P: pequeno; M: médio; G: grande.

continuavam ao longo do dia (Tabela 3). A espécie *E. nigrita* realizou visitas legítimas, coletou néctar e durante a visita o corpo dessa abelha ocupava todo o diâmetro do tubo floral, realizando o contato com anteras e estigma (Figura 2). *Eulaema nigrita* visitou várias flores na mesma inflorescência ou em diferentes inflorescências antes de encerrar o forrageamento no indivíduo de *J. mimosifolia*. Tanto *B. morio* como *Xylocopa* sp. apresentaram comportamento semelhante a *E. nigrita*.

Entre as espécies de abelhas pilhadoras, as mais frequentes foram *A. mellifera* que apresentou 15,7%, *Trigona spinipes* com 13,2% e *Oxaea flavuscan* representando 11,6% da frequência de visitas. A maioria dos pilhadores realizou visitas ilegítimas, abordando a flor por outros orifícios e não pela abertura da corola. No tubo da corola foi observada grande quantidade de perfurações (Figura 3). Provavelmente, essas perfurações foram realizadas por *T. spinipes* para coleta de néctar de modo ilegítimo.

Indivíduos de *A. mellifera* foram observados pilhando néctar de modo ilegítimo pelas perfurações da corola realizadas pela espécie *T. spinipes*. A espécie *A. mellifera* também realizou visitas legítimas para pilhar néctar, porém, devido ao tamanho corporal, essa abelha alcançava o nectário floral sem

tocar nas partes reprodutivas da flor, podendo realizar polinizações ocasionais.

Visitantes como *Euglossa cordata*, *Centris* sp. 1, *Centris* sp. 2 e as duas espécies de vespas apresentaram comportamento de pilhadoras de néctar ou polinizadoras ocasionais, pois assim como *A. mellifera*, podem alcançar o nectário floral sem haver contato com os órgãos reprodutivos da flor.

*Oxaea flavuscan*, por realizar voos rápidos, visitou várias flores no mesmo indivíduo, permanecendo poucos segundos na flor (3 - 6 segundos) e obtendo néctar exclusivamente pela perfuração da corola. Indivíduos de *Oxaea* sp., com 4,1% das visitas, apresentaram comportamento semelhante ao da espécie *O. flavuscan* na obtenção do recurso floral.

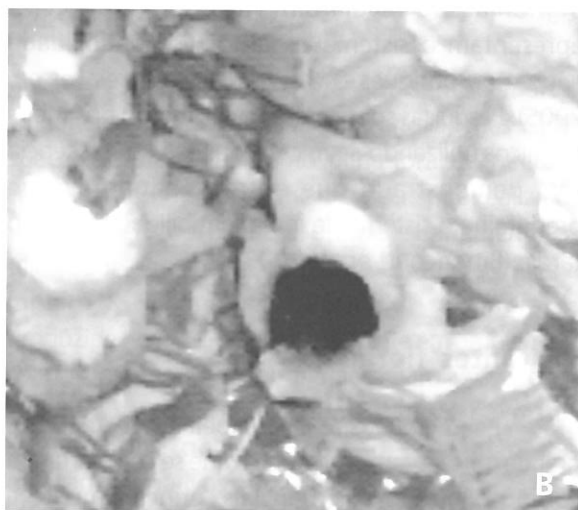
As espécies de aves que visitaram *J. mimosifolia* também apresentaram comportamento polinizador e/ou pilhador. Entre essas aves, estão os beija-flores *Amazilia lactea* que correspondem a 14,0% das visitas e *Eupetomena macroura* a 8,3%, já *Coereba flaveola* apresentou um percentual de visita de apenas 1,6%. A espécie *E. macroura* realizou visitas legítimas, enquanto *A. lactea* realizava tanto visitas legítimas como ilegítimas, pois foram observados indivíduos coletando néctar pela

**Tabela 3.** Número de visitantes de *Jacaranda mimosifolia* nos três horários de observação (total de 72 horas de observação). Piracicaba (SP), 2008.

Visitantes florais	Horários			Total
	6:00-10:00 h	10:01-14:00 h	14:01-16:00 h	
<i>Apis mellifera</i>	7	5	7	19
<i>Bombus morio</i>	2	-	8	10
<i>Centris</i> sp. 1	-	-	2	2
<i>Centris</i> sp. 2	-	1	-	1
<i>Euglossa cordata</i>	-	2	1	3
<i>Eulaema nigrita</i>	5	4	9	18
<i>Oxaea flavuscan</i>	10	3	1	14
<i>Oxaea</i> sp.	-	3	2	5
<i>Trigona spinipes</i>	8	5	3	16
<i>Xylocopa</i> sp.	-	-	1	1
<i>Vespa</i> sp. 1	1	-	1	2
<i>Vespa</i> sp. 2	-	-	1	1
<i>Eupetomena macroura</i>	7	3	-	10
<i>Amazilia lactea</i>	13	4	-	17
<i>Coereba flaveola</i>	2	-	-	2
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>30</b>	<b>36</b>	<b>121</b>

perfuração da corola realizada por outras abelhas. Ambos os beija-flores visitaram as flores de *J. mimosifolia* para coleta de néctar, tocando ocasionalmente as partes reprodutivas da flor com o bico ou com a cabeça, podendo, assim, serem considerados polinizadores ocasionais.

Foram observados beija-flores e abelhas forrageando juntos, e não apresentaram comportamento agressivo, porém as visitas das aves se restringiam, em grande parte, ao primeiro horário (6h-10h), não sendo registrada, no último horário (14h01-18h), nenhuma visita de aves.



**Figura 2.** *Eulaema nigrita* abordando flor de *Jacaranda mimosifolia* em A, e realizando visita legítima em B.



**Figura 3.** Perfuração na corola, realizada por *Trigona spinipes* para obtenção de néctar (em destaque).

## DISCUSSÃO

### Biologia floral

A floração de *J. mimosifolia* possui o padrão anual, pois essa espécie floresce apenas uma vez ao ano (Newstrom *et al.*, 1994). Com relação à quantidade de flores produzida ao longo da floração, a espécie estudada pode ser caracterizada como “estacionária”, pois o indivíduo produz poucas flores por dia durante um período extenso (Gentry, 1974a).

As flores de *J. mimosifolia* são do tipo Anemopaegma. Alguns autores classificam a flor Anemopaegma como sendo a mais comum entre os representantes da família Bignoniaceae e as principais características são odor suave, néctar, corola com tubo cilíndrico, frequentemente amarela ou lilás e com o interior do tubo de coloração diversa, observadas em espécies melitófilas (Gentry, 1974b; Gentry, 1980).

Flores tubulares geralmente restringem a guilda de polinizadores, pois o acesso ao néctar é dificultado; para tanto os polinizadores devem possuir estruturas especializadas que permitam o acesso ao néctar.

Neste estudo foi confirmado que uma das estruturas responsáveis pela produção de odor em *J.*

*mimosifolia* é o estaminódio. As flores de *Jacaranda*, de um modo geral, apresentam estaminódio muito desenvolvido, porém sua função permanece desconhecida. Vieira et al. (1992) realizaram estudos com *J. caroba* e sugeriram um papel triplo do estaminódio: orientação visual (devido ao contraste entre a cor do estaminódio e a cor da corola); guia olfativo (devido liberação de odor pelos tricomas glandulares) e auxílio no contato do polinizador com as anteras e o estigma (pela diminuição do diâmetro útil da abertura da corola).

A duração da antese de *J. mimosifolia* difere da de *J. rugosa* (Milet-Pinheiro & Schlindwein, 2009). Nessa última espécie, a duração da antese é apenas de, no máximo, 16 horas, tendo início entre 23h e 3h e término às 15h do dia seguinte (Milet-Pinheiro & Schlindwein, 2009). A maior longevidade das flores de *J. mimosifolia* pode aumentar a possibilidade de as flores serem visitadas e polinizadas (Primack, 1985).

A espécie *J. mimosifolia* também difere de *J. rugosa* na sequência de abertura dos elementos reprodutivos. Logo após a abertura das flores de *J. rugosa*, as anteras já estão deiscendo, o estigma está receptivo e o néctar presente (Milet-Pinheiro & Schlindwein, 2009). Em *J. mimosifolia* ocorre o processo de hercogamia temporal, caracterizado como protandria, pois a abertura das anteras ocorre antes de o estigma estar receptivo. A protandria é importante para evitar a autopolinização (Endress, 1994). Os estigmas da maioria das espécies de Bignoniaceae são sensitivos, isto é, quando o grão de pólen está em contato com o estigma, os lobos estigmáticos se fecham, principalmente quando o pólen é xenogâmico (Milet-Pinheiro et al., 2009). A sensibilidade estigmática, que promove o fechamento dos lobos estigmáticos, após o toque do polinizador, pode ser interpretada como uma hercogamia do tipo “de movimento” (Webb & Lloyd, 1986), uma vez que a superfície estigmática receptiva não é tocada uma segunda vez numa mesma visita. A hercogamia em espécies autoincompatíveis, caso de *J. mimosifolia*, é interpretado como um eficiente mecanismo redutor da interferência entre as funções de doação e de recepção de pólen nas flores (Webb & Lloyd, 1986).

O principal recurso oferecido por *J. mimosifolia* para seus visitantes florais é o néctar. O volume e a concentração do néctar dessa espécie estão relacionados com a síndrome de melitofilia, embora a concentração de açúcares no néctar de flores melitófilas varie comumente de 20% a 40% (Faegri & van der Pijl, 1980). O néctar de *J. mimosifolia* é produzido continuamente, portanto essa espécie oferece recurso para os polinizadores durante toda a antese, estimulando visitas consecutivas dos polinizadores e favorecendo a geitonogamia ou a polinização cruzada.

O volume de néctar em *J. mimosifolia* é relativamente alto quando comparado com outras espécies de Bignoniaceae polinizadas por abelhas (Souza et al., 2004). A baixa concentração de açúcares no néctar de *J. mimosifolia* pode ser uma vantagem em períodos secos, pois a quantidade de água presente no néctar pode servir como recurso para os visitantes florais. Em *J. rugosa*, a produção de néctar também é contínua, o volume total produzido é semelhante ao de *J. mimosifolia*, mas a concentração de açúcares no néctar de *J. rugosa* é superior à concentração apresentada por *J. mimosifolia* (Milet-Pinheiro & Schlindwein, 2009).

## Biologia reprodutiva

Outros estudos sobre sistema reprodutivo em Bignoniaceae revelaram que muitas espécies apresentam o sistema de autoincompatibilidade (Gobatto-Rodrigues & Stort, 1992; Correia et al., 2005). Pesquisas sobre o desenvolvimento dos tubos polínicos utilizando-se microscopia de fluorescência têm demonstrado que entre as Bignoniaceae predomina o sistema de incompatibilidade de ação tardia (Bittencourt et al., 2003).

## Visitantes florais

Em *J. mimosifolia* as abelhas de médio e grande porte foram os visitantes que se comportaram como polinizadores potenciais, principalmente a espécie *Eulaema nigrata*, que pertence à tribo Euglossini. A melitofilia em Bignoniaceae está, em

geral, associada a flores vistosas, relativamente grandes com corola tubulares e achatada dorsoventralmente, e a néctar disponível como recurso floral.

Abelhas de médio e grande porte, especialmente fêmeas de Euglossini, são os mais eficientes polinizadores das espécies melitófilas de Bignoniaceae (Gentry, 1974 a,b). Os autores Milet-Pinheiro & Schlindwein (2009) verificaram que o principal polinizador de *J. rugosa* é *Euglossa melanotricha*, que pertence à tribo Euglossini e os autores Guimarães et al. (2008) demonstram que *E. nigríta* e *B. morio* são as principais abelhas polinizadoras de *J. oxyphylla*. Abelhas da tribo Euglossini possuem notável capacidade de voo e atuam como polinizadores de longa-distância (Janzen, 1971).

As abelhas de grande e médio porte são eficientes agentes polinizadores de *J. mimosifolia*, pois, devido ao tamanho e ao comportamento realizado durante as visitas, necessariamente contactavam os órgãos reprodutores das flores.

Estudos sobre a entomofauna visitante de *Stenolobium stans* (Juss.) Seem (Bignoniaceae), realizados por Dutra & Machado (2001), obtiveram resultados semelhantes. Os autores relatam que tanto *A. mellifera* como outras abelhas de pequeno porte se comportam como pilhadores e polinizadores ocasionais. Essas abelhas, em geral, não voam entre indivíduos diferentes, assim contribuem pouco para polinização e formação de fruto.

A espécie *A. mellifera* apresentou maior frequência de visitas em *J. mimosifolia*, mas essa espécie atua apenas como pilhadora de néctar. Alguns estudos indicam que a espécie que realiza o maior número de visitas não é necessariamente o polinizador da espécie de planta estudada (Milet-Pinheiro & Schlindwein, 2009). *A. mellifera* é introduzida no Brasil e muito frequente em ambientes urbanos, o que pode ser prejudicial para as espécies de plantas e para os polinizadores nativos, pois essa espécie pode ocupar o nicho ecológico de polinizadores nativos potenciais.

A frequência de visitas de espécies pilhadoras em *J. mimosifolia* foi maior no período da tarde, como

também foi verificado por Milet-Pinheiro & Schlindwein (2009) para *J. rugosa*. A espécie *T. spinipes*, responsável por fazer perfurações na base da corola para alcançar o néctar, também foi um dos pilhadores mais frequentes em *J. rugosa* (Milet-Pinheiro & Schlindwein, 2009).

De acordo com Pollato & Alves Jr, (2008), o néctar retirado pelos pilhadores pode diminuir o recurso disponível aos polinizadores, porém, com a diminuição de tal recurso, os polinizadores podem realizar um maior número de visitas em busca do recurso escasso, aumentando assim o sucesso reprodutivo da planta. Em *J. rugosa*, a remoção contínua de néctar por pilhadores diminui a permanência dos polinizadores nas flores em 50%, assim os polinizadores efetivos duplicam o número de visitas nas flores para coletar a mesma quantidade de recurso (néctar). Nesse contexto, a redução na duração das visitas pode aumentar o número de visitas entre indivíduos co-específicos de *J. rugosa* e, conseqüentemente, aumentar o fluxo de pólen, a taxa de polinização cruzada e a taxa de formação de frutos (Milet-Pinheiro & Schlindwein, 2009).

Assim, a conclusão deste trabalho é que a morfologia e a biologia floral de *J. mimosifolia* permitem que várias espécies de animais, em frequências distintas de visitação, consumam o néctar que é produzido continuamente pela flor. Apenas algumas abelhas de médio e grande porte possuem comportamento adequado para atuarem como polinizadores potenciais do jacarandá mimoso. Desse modo, mesmo sendo uma espécie exótica, *J. mimosifolia* possui polinizadores nativos responsáveis pela polinização cruzada, que é responsável pela alta taxa de formação de frutos, uma vez que essa espécie de planta possui sistema reprodutivo autoincompatível.

De maneira geral, trabalhos sobre biologia reprodutiva de espécies de plantas nativas ou exóticas em ambientes urbanos são importantes, pois podem auxiliar em planos de manejo em áreas urbanas, visando atender maior diversidade de espécies de polinizadores nativos, o que, segundo Owen (1991), transformaria o ambiente urbano em corredor biológico, conectando fragmentos florestais próximos.

## AGRADECIMENTOS

A Ana Mayumi Hayashi pelo suporte técnico em laboratório, Luciane Kern Junqueira e a Lorena Coutinho Nery da Fonseca pelas críticas e sugestões que auxiliaram na elaboração deste manuscrito.

## REFERÊNCIAS

- Bawa, K.S. (1990). Plant-pollinator interactions in tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21:399-422.
- Biondi, D. & Pedrosa-Macedo, J.H. (2008). Plantas invasoras encontradas na área urbana de Curitiba (PR). *Revista Floresta*, 38(1):129-44.
- Bittencourt Jr, N.S. (2003). Autoincompatibilidade de ação tardia e outros sistemas reprodutivos em Bignoniaceae. Campinas. Tese, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas.
- Bittencourt Jr., N.S.; Gibbs, P.E. & Semir, J. (2003). Histological study of post pollination events in *Spathodea campanulata* Beauv. (Bignoniaceae), a species with late-acting self-incompatibility. *Annals of Botany*, 91(7):827-34.
- Correia, M.C.R.; Pinheiro, M.C.B. & Lima, H.A. (2005). Biologia floral e polinização de *Arabidaea conjugata* (Vell.) Mart. - Bignoniaceae. *Acta Botanica Brasílica*, 19(3):501-10.
- Dafni, A. (1992). *Pollination ecology: practical approach*. Oxford: Oxford University Press.
- Dafni, A.; Kevan, P.G. & Husband, B.C. (2005). *Practical pollination biology*. Ontário: Enviroquest.
- Develey, P.F. & Endrigo, E. (2004). *Aves da Grande São Paulo, guia de campo*. São Paulo: Aves e Fotos Editora.
- Dutra, J.C.S. & Machado, V.L.L. (2001). Entomofauna visitante de *Stenolobium stans* (Juss.) Seem (Bignoniaceae), durante seu período de floração. *Neotropical Entomology*, 30(1):43-53.
- Endress, P.K. (1994). *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Faegri, K. & van der Pijl, L. (1980). *The principle of pollination ecology*. New York: Pergamon Press.
- Faeth, S.H.; Warren, P.S.; Shochat, E. & Marussich, W.A. (2005). Trophic dynamics in urban communities. *BioScience*, 55(5):399-407.
- Figueiredo, R.A.; Oliveira, A.A.; Zacharias, M.A.; Barbosa, S.M.; Perieira, F.F.; Cazela, G.N.; Viana, J.O. & Camargo, R.A. (2008). Reproductive ecology of the exotic tree *Muntingia calabura* L. (Muntingiaceae) in Southeastern Brazil. *Revista Árvore*, 32(6):993-9.
- Galleto, L. & Bernadello, G. (2005). Rewards in flowers: nectar. In: Dafni, A.; Kevan, P.G. & Husband, B.C. (Ed.). *Practical pollination biology*. Ontário: Enviroquest.
- Gentry, A.H. (1974a). Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. *Biotropica*, 6(1):64-8.
- Gentry, A.H. (1974b). Coevolutionary patterns in Central American Bignoniaceae. *Annals of Missouri Botanical Garden*, 61:728-54.
- Gentry, A.H. (1980). *Bignoniaceae*. Part I. 25. New York: The New York Botanical Garden. Flora Neotropica, Monograph.
- Gentry, A.H. (1990) Evolutionary patterns in Neotropical Bignoniaceae. *Memoirs of the New York Botanical Garden*. 55, 118-29.
- Gentry, A.H. (1992). *Bignoniaceae*. Part I. 25. New York: The New York Botanical Garden. Flora Neotropica, Monograph
- Gobatto-Rodrigues, A.A. & Stort, M.N.S. (1992). Biologia floral e reprodução de *Pyrostegia venusta* (Ker-Gawl.) Miers (Bignoniaceae). *Revista Brasileira de Botânica*, 15(1):37-41.
- Guimarães, E.; Stasi, L.C. & Maimoni-Rodella, R.C.S. (2008). Pollination Biology of *Jacaranda oxyphylla* with an Emphasis on Staminate Function. *Annals of Botany*, 102(5):699-711.
- Janzen, D.H. (1971). Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants. *Science*, 171(3967):203-5.
- Kornerup, A. & Wanscher, J.H. (1963). *Taschenlexikon der Farben*. Deutschland: Musterschmidt Verlag.
- Lorenzi, H.; Souza, H.M. & Torres, M.A.V. (2003). *Árvores exóticas do Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas*. São Paulo: Instituto Plantarium de Estudos da Flora.
- Milet-Pinheiro, P.; Carvalho, A.T.; Kevan, P.G. & Schlindwein, C. (2009). Permanent stigma closure in Bignoniaceae: mechanism and implications for fruit set in self-incompatible species. *Flora*, 204(1):82-8.
- Milet-Pinheiro, P. & Schlindwein, C. (2009). Pollination in *Jacaranda rugosa* (Bignoniaceae): euglossine pollinators, nectar robbers and low fruit set. *Plant Biology*, 11(2):131-41.
- Morawetz, W. (1982). Morphologisch-Ökologische Differenzierung, Biologie, Systematik und Evolution der Neotropischen Gattung *Jacaranda* (Bignoniaceae). *Österreichische Akademie der Wissenschaften. Math-Naturwissenschaften Denkschriften*, 123:1-184.
- Newstrom, L.E.; Frankie, G.W. & Baker, H.G. (1994). A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica*, 26(2):141-59.

- Owen, J. (1991). *The ecology of a garden: the first fifteen years*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Polatto, L.P. & Alves Jr, V.V.A. (2008). Utilização dos recursos florais pelos visitantes em *Sparattosperma leucanthum* (Vell.) K. Schum. (Bignoniaceae). *Neotropical Entomology*, 37(4):389-98.
- Primack, R.B. (1985). Longevity of individual flowers. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 16:15-37.
- Radford, A.E.; Dickinson, W.C.; Massey, J.R. & Bell, C.R. (1974). *Vascular plant systematics*. New York: Harper & Row.
- Roubik, D.W. (1992). *Ecology and natural history of tropical bees*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Socolowski, F. & Takaki, M. (2004). Germination of *Jacaranda mimosifolia* (D. Don - Bignoniaceae) seeds: effects of light, temperature and water stress. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 47(5):785-92.
- Souza, D.A.S.; Lenzi, M. & Orth, A.I. (2004). Contribuição a ecologia da polinização de *Tabebuia pulcherrina* (Bignoniaceae) em área de restinga, no sul de Santa Catarina. *Biotemas*, 17(2):47-66.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H. (2005). *Botânica Sistemática*. São Paulo: Instituto Plantarium de Estudos da Flora.
- Stout, J.C.; Parnell, J.A.N.; Arroyo, J. & Crowe, T.P. (2006). Pollination ecology and seed production of *Rhododendron ponticum* in native and exotic habitats. *Biodiversity and Conservation*, 15(2):755-77.
- Vieira, M.F.; Meira, R.M.S.; Queiroz, L.P. & Meira-Neto, J.A.A. (1992). Polinização e reprodução de *Jacaranda caroba* (Vell.) Dc. (Bignoniaceae) em área de cerrado do sudeste brasileiro. *Anais do 8º Congresso da SBPC*. São Paulo.
- Webb, C.J. & Lloyd, D.G. (1986). The avoidance of interference between the presentation of pollen and stigmas in angiosperms. II. Herkogamy. *New Zealand Journal of Botany*, 24:163-78.

Recebido em: 2/3/2010

Aprovado em: 20/5/2010





ARTIGO | ARTICLE

## New record of *Dyoctophyma renale* in the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*) in the State of Goiás, Brazil

*Novo registro do Dyoctophyma renale em lobo-guará (Chrysocyon brachyurus) no estado de Goiás*

Rosana Talita Braga<sup>1</sup>  
Carly Vynne<sup>2</sup>  
Marinês Conceição Rieth Corrêa<sup>3</sup>  
Rafael Dias Loyola<sup>1</sup>

### ABSTRACT

The maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*) is the largest canid of South America and is classified as Near Threatened by International Union for Conservation of Nature. This species has a large home range and often occurs in areas where human-wildlife conflicts are likely to take place. The maned wolf has been previously shown to be infected by a diversity of parasite species. Here we present a new record of the giant kidney worm (*Dyoctophyma renale* Goeze 1972) in the maned wolf found in the State of Goiás, central Brazil. This parasite has been also found in other Brazilian states and has been shown to be linked to *C. brachyurus* mortality rates. The occurrence of this parasite in the State of Goiás is a crucial piece of information for evaluating the distribution as well as the potential influence of this parasite on the plight of the maned wolf in Brazil.

**Key words:** Maned wolf, Brazil. Giant kidney worm. Nematode. Parasitology. Cerrado.

### RESUMO

*O lobo-guará (Chrysocyon brachyurus) é o maior canídeo da América do Sul, sendo classificado como quase ameaçado de extinção pela União Internacional para a*

<sup>1</sup> Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia, Laboratório de Ecologia Aplicada e Conservação. Caixa Postal 131, 74001-970, Goiânia, GO, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: R.D. LOYOLA. E-mail: <avispa@gmail.com>.

<sup>2</sup> University of Washington, Department of Biology, Seattle, Washington, EUA.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Goiás, Fundação Educacional de Jataí, Goiânia, GO, Brasil.

*Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais e como uma espécie vulnerável pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. A espécie possui área de vida extensa, ocorrendo inclusive em áreas onde conflitos entre animais silvestres e populações humanas podem acontecer. Sabe-se que o lobo-guará pode ser infectado por diversos parasitas. Neste estudo, é apresentado um novo registro do verme gigante renal (Dyocotophyma renale Goeze 1972) encontrado em lobo-guará, no estado de Goiás. Esse parasita já foi encontrado em outros estados brasileiros, sendo associado a taxas de mortalidade em populações de lobo-guará. A ocorrência desse parasita no estado de Goiás é uma informação crucial para avaliar tanto a distribuição geográfica quanto a influência potencial desse parasita na sobrevivência do lobo-guará no Brasil.*

**Palavras-chave:** Lobo-guará, Brasil. Verme gigante renal. Nematóide. Parasitologia. Cerrado.

## INTRODUCTION

The maned wolf (*Chrysocyon brachyurus* Illiger 1811) is the largest canid in South America, and is listed as a CITES Appendix II species (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, 2009). It is also highlighted as Near Threatened (NT) species on the IUCN Red List (International Union for Conservation of Nature, 2009). The main threat to the persistence of wild maned wolf populations are habitat loss and fragmentation, road kills, and contact with domestic dogs (Rodden *et al.*, 2004). Disease is also increasingly becoming recognized as an important threat (Deem *et al.*, 2005). Parasites are known to infect maned wolves and to cause mortality in captivity (Maia & Gouveia, 2002), but their impact on wild populations is largely unknown.

The giant kidney worm (*Dyocotophyma renale* Goeze 1972) is the largest known nematode infesting the maned wolf. The kidney worm is globally distributed and has been frequently described as parasitizing both domestic and wild carnivores (Barriga, 1982; Ribeiro *et al.*, 2007). Beyond *C. brachyurus*, *D. renale* parasites other species of wild carnivores such as the bush dog (*Speothos venaticus*) and the South American coati (*Nasua nasua*), among others (Vieira *et al.*, 2008).

The parasite usually infects the right kidney, which becomes severely inflamed or totally atrophied (Matera *et al.*, 1968). Adult kidney-worm size varies between 14 and 103cm in length, and female worms

are larger than males (Barriga, 1982). The males have thin, transverse striations on the outer layer. Both sexes are blood red in colour, have round bodies, and are slightly tapered at the ends. The eggs are ellipsoid with a hard covering and small depressions, and are often found in parasitized animals' urine (Barriga, 1982).

The life cycle of *D. renale* presents three basic life forms: eggs, infectious larvae, and female and male adults. For completing this cycle the kidney worm needs (1) a vertebrate mammal host, (2) an intermediate host, which is a free-living invertebrate, and (3) a paratenic host, usually fishes, amphibians or crustaceans (in paratenic hosts the larvae do not develop into adults). The infestation of *D. renale* occurs by the consumption of an intermediate or paratenic host (Barriga, 1982). As adults develop, the eggs are eliminated in the urine of the vertebrate host, mature slowly in water, and begin a new cycle (Barriga, 1982). The infection of kidney worm may cause host death due to kidney failure, as it gradually consumes renal tissues.

The State of Goiás is characterized by remnants of *Cerrado* surrounded by pasture (both native and cultivated) and agricultural areas. The current status and trends of maned wolf populations in the region remain unknown, and there is little knowledge on how landscape change affects these populations. The Brazilian *Cerrado* has undergone a severe habitat fragmentation, resulting in several small and isolated remnants distributed across the landscape, being classified as a biodiversity hotspot

due to such habitat loss and high plant endemism (Myers *et al.*, 2000). This landscape scenario forces the wolves to move among remnants and to face the multiple hazards that are associated with the intermediate matrix, such as poaching, road kills, agrochemicals, and other pollutants. They become also more vulnerable to infections caused by parasites.

## MATERIAL AND METHODS

An approximately four year-old male of *C. brachyurus* was brought to a captive rehabilitation centre for wild animals in the city of Jataí, in the state *Goiás*, after being hit by a car on a federal highway (BR-158). In captivity, the wolf remained three days under observation and medical attention before its death, presumably resulting from injuries provoked by the accident. The animal was then frozen until necropsy. During necropsy, a longitudinal cut was made in the right and left kidneys in order to evaluate the tissue structure and any possible abnormalities. The tissues along with the macroscopic findings were kept in 70% alcohol.

## RESULTS AND DISCUSSION

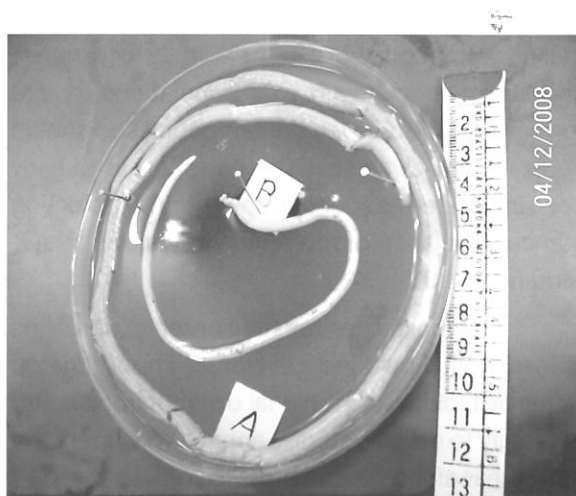
We detected a new record of *D. renale* in a free-living *C. brachyurus*. During the necropsy, it was observed that virtually all tissue of the right kidney had been consumed by the kidney worm, leading to kidney atrophy. This kidney contained seven adult giant kidney worms, being four females and three males varying from 14 to 45cm in length (Figure 1). The left kidney was parasite-free, but macroscopically presented a hypertrophied structure, characterized by the hyper function required of this uninfected kidney.

Given that the parasite is a known threat to maned wolf survival, and given that this region is thought to be a stronghold of the global population of maned wolves, reporting of the giant kidney worm occurrence in wolves in this region is of great importance. *D. renale* has a worldwide distribution and has also been recorded in humans and dogs,

which characterizes *D. renale* as a potentially zoonotic parasite (Hanjan *et al.*, 1968; Barriga, 1982; Ribeiro *et al.*, 2007).

The first record of *D. renale* in *C. brachyurus* in Brazil was done in 1860 (Leite *et al.*, 2005). In the state of *Goiás*, such parasitism was recorded for the first time by Carneiro *et al.* (1974). However, our knowledge on *D. renale* distribution and its level of infestation in wild canid populations in *Goiás* is extremely scarce. The destruction of native habitats has made free-living animals more vulnerable to parasitism. Wild canids are potentially susceptible to some common illnesses found in domestic dogs (Fowler, 1986).

In epidemiological studies, parasitic diseases are cited as one of the principal causes of maned wolf's mortality in captivity (Maia & Gouveia, 2002). In the first two decades of *C. brachyurus* studies in Brazil, there have been indications that *D. renale* infection can be very dangerous to wild animals' health (Dietz, 1984). Intestinal parasites cause injury to the intestinal lining, leading to poor absorption of nutrients (Northrop-Clewes *et al.*, 2001). Hence, infection by *D. renale* may debilitate the host, reducing its resistance to injury or disease, and thus contributing to host mortality.



**Figure 1.** (A) Female and (B) male of the giant kidney worm (*Dyocotophyma renale*) found in the parenchyma of the right kidney of a maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*) during the necropsy. Necropsy performed at the captive rehabilitation centre for wild animals. Jataí (GO), Brazil (2008).

The maned wolf's diet constitutes primarily of fruit, birds, marsupials, and rodents (Rodden et al., 2004), and these items do not fit as intermediate or transport host. However, as the species foraging behaviour is opportunistic (Rodden et al., 2004), accidental ingestion of contaminated prey items are likely to occur. The region in which the animal was found is surrounded by waterways, supporting the hypothesis of the ingestion of water containing parasite eggs delivered by amphibians or infected fishes (transport hosts).

It has been suggested that the presence of fruits of *Solanum lycocarpum* (Solanaceae; the so-called *lobeira*), the principal food item found in the diet of the maned wolf (Santos et al., 2003), might help it to get rid of parasites such as *D. renale*, as the ingestion of these fruits may produce inhibitory effects on the parasite development (Silveira, 1969). Therefore, it is imperative to evaluate if the regional distribution of maned wolf populations matches those of *S. lycocarpum* populations within *Goiás*. Another alternative is to test the anti-parasitic potential of other fruits that are also found in the diet of maned wolves within the region.

The occurrence of *D. renale*, in combination with habitat destruction and direct persecution of wolves, may represent a threat to the survival of maned wolf populations in the wild. Its occurrence and infestation rates in wild populations require further study. Moreover, human population should be examined given that the parasite has already been implicated as zoonotic and thus risks infecting human population of this region as well (Sujatha & Fernando, 1983).

New guidelines for the conservation of the maned wolf should include current knowledge on *D. renale* biology and regional distribution. It is also necessary to develop studies about its occurrence in other areas of the state, in order to consider the likely level of infestation in wild maned wolf populations. One way to accomplish this would be the creation of a reception centre for wild animals' necropsy, which would ensure a standard practice for evaluating the presence and distribution of this parasite in maned

wolves across the State of *Goiás*. Better understanding about the importance of this parasite for the persistence of local maned wolf populations would entail great benefits for conservation and management of this unique and endangered canid species.

## REFERENCES

- Barriga, O.O. (1982). Diocotophymosis. In: Schultz M.G. (Ed.). *Handbook series in zoonoses*. Florida: CRC. p.83-92.
- Carneiro, J.R.; Pereira, E. & Puglia, L.R. (1974). Nota sobre a ocorrência de *Dioctophyme renale* (Goeze, 1782) em Goiânia. *Revista de Patologia Tropical*, 3(2):215-6.
- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. (2009). Available from: <<http://www.cites.org/eng/resources/species.html>>. (accessed 10 July 2009).
- Deem, D.V.M.S.L. & Emmons, L.H. (2005). Exposure of free-ranging maned wolves (*Chrysocyon brachyurus*) to infectious and parasitic disease agents in the Noel Kempff Mercado national park, Bolivia. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 36(2):192-7.
- Dietz, J.M. (1984). Ecology and social organization of the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 392(1):1-24.
- Fowler, M.E. (Ed.) (1986). *Zoo and Wild Animal Medicine*. 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia: Saunders. v.48.
- Hanjan, A.; Sadighan, A.; Mikakhfar, B. & Arfaa, F. (1968). The first report of human infection with *Dioctophyma renale* in Iran. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 62(5):647-8.
- Leite, L.C.; Círio, S.M.; Diniz, J.M.F.; Luz, E.; Navarro-Silva, M.A.; Silva, A.W.C.; Leite, S.C.; Zadorosnei, A.C.; Musiat, K.C.; Veronesi, E.M. & Pereira, C.C. (2005). Lesões anatomopatológicas presentes na infecção por *Dioctophyma renale* (Goeze, 1782) em cães domésticos (*Canis familiaris*, Linnaeus, 1758). *Archives of Veterinary Science*, 10(1):95-101.
- Maia, O.B. & Gouveia, A.M.G. (2002). Birth and mortality of maned wolf *Chrysocyon brachyurus* (ILLIGER, 1811) in captivity. *Brazilian Journal of Biology*, 62(1):25-32.
- Matera, E.A., Saiba, A.M., & Matera, A. (1968). The occurrence of diocotophymiasis in the Maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*). *International Zoo Yearbook*, 8:24-7.
- Myers, N.; Mittermeier, R.A.; Mittermeier, C.G.; Fonseca, G.A.B. & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403:853-8.

Northrop-Clewes, C.A.; Rousham, E.K.; Mascie-Taylor, C.G.N. & Lunn, P.G. (2001). Anthelmintic treatment of rural Bangladeshi children: effect on host physiology, growth, and biochemical status. *American Journal of Clinical Nutrition*, 73(1):53-60.

Ribeiro, T.L.D.; Bracaraense, A.P.F.R.L.; Reis, A.C.F.; Yamamura, M.H. & Headley, S.A. (2007). Giant kidney worm (*Dyoctophyma renale*) infections in dogs from Northern Paraná, Brazil. *Veterinary Parasitology*, 145(3-4):366-70.

Rodden, M.; Rodrigues, F. & Bestelmeyer, S. (2004). Maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*). In: Sillero-Zubiri, C.; Hoffmann, M. & Macdonald, D.W. (Ed.). *Canids: foxes, wolves, jackals and dogs*. IUCN/SSC Canid Specialist Group. Gland: INCN. p.38-44.

Santos, E.F.; Setz, E.Z.F. & Gobbit, N. (2003). Diet of maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*) and its role in seed dispersal on a cattle ranch in Brazil. *Journal of Zoology*, 260:203-8.

Silveira, E.K.P. (1969). O lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*): possível ação inibidora de certas solanáceas sobre o nematóide renal. *Vellozia*, 7:58-60.

Sujatha, S.E. & Fernando, M.B.B.S. (1983). The Giant Kidney Worm (*Dyoctophyma renale*) infection in man in Australia. *Journal of Surgeon Pathology*, 7(3):281-4.

União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais. (2009). IUCN red list of threatened species. Version 2009.1. Available from: <<http://www.iucnredlist.org>>. (accessed 10 July 2009).

Vieira, F.M.; Luque, J.L. & Muniz-Pereira, L.C. (2008). Checklist of helminth parasites in wild carnivore mammals from Brazil. *Zootaxa*, 1721:1-23.

Received on: 18/11/2009

Approved on: 1/2/2010



ARTIGO | ARTICLE

## Fauna parasitária intestinal de *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará) no Parque Nacional das Emas

*Intestinal parasite fauna in the Chrysocyon brachyurus (maned wolf)  
in the Emas National Park, Brazil*

Rosana Talita Braga<sup>1</sup>

Carly Vynne<sup>2</sup>

Rafael Dias Loyola<sup>1</sup>

### RESUMO

O lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) é uma espécie ameaçada de extinção. A perda de habitat tem aumentado o contato de populações de lobo-guará com animais domésticos, aumentando a probabilidade de transmissão de patógenos entre eles. Utilizar informações sobre níveis de infecções helmintológicas como indicadores da prevalência de endoparasitoses é crucial em estudos de populações de espécies ameaçadas de extinção. O objetivo, portanto, foi identificar e fornecer informações sobre a diversidade de parasitas intestinais encontrada na população de *C. brachyurus* que ocorre no Parque Nacional das Emas, Goiás/Mato Grosso do Sul. Para isso, foram realizadas campanhas para coleta de fezes entre os meses de julho de 2008 e janeiro de 2009. Foram utilizados os métodos de sedimentação espontânea e método de Baermann, para pesquisa de ovos, larvas, vermes adultos e cistos de parasitas intestinais. Foram registrados seis tipos de parasitas intestinais em diferentes frequências durante as análises: *Ancylostoma caninum*, *Trichuris vulpis*, *Ascaris* sp., *Strongyloides* sp., e cistos de *Ameba* sp.. Esses agentes foram anteriormente descritos como parasitas de humanos, animais domésticos e/ou animais selvagens. Foi registrado ainda a ocorrência de *Trichuris* cf. *trichiura*, sendo este o primeiro relato desse parasita em carnívoros silvestres, anteriormente apenas descrito em humanos, primatas não-humanos e suínos domésticos. O ciclo de transmissão de parasitoses entre humanos, animais domésticos e animais selvagens é favorecido pela fragmentação dos habitats naturais e pela presença de alto índice de parasitas intestinais. Em combinação com fatores como caça e

<sup>1</sup> Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia, Laboratório de Ecologia Aplicada e Conservação. Caixa Postal 131, 74001-970, Goiânia, GO, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: R.T. BRAGA. E-mail: <avispa@gmail.com>.

<sup>2</sup> University of Washington, Department of Biology, Seattle, WA, United States of America.

escassez de recursos alimentares, tais parasitoses podem representar ameaças reais para populações já em risco.

**Palavras-chave:** Lobo-guará. Parasitoses intestinais. Conservação. *Trichuris vulpis*.

## ABSTRACT

*The maned wolf (Chrysocyon brachyurus) is a threatened species. Habitat loss increases the contact of this wild canid with domestic animals, increasing the probability of illnesses transmission from one to another. Therefore, acquiring reliable information on the levels of helminthes infections is essential in terms of endangered species population studies. Our aim was to produce a local database containing information about intestinal parasites diversity found in the population of C. brachyurus that inhabits Programa Nacional das Emas, Goiás/Mato Grosso do Sul. For this purpose, we collected feces in campaigns carried out between July 2008 and January 2009. In the laboratory spontaneous and Baermann's method were used to search for eggs, adult larvae, worms and intestinal parasites cysts. We registered six intestinal parasites in different frequencies during the analyses: Ancylostoma caninum, Trichuris vulpis, Ascaris sp., Strongyloides sp., and domestic cysts of Ameba sp. that had been already described as parasites of humans and domestic and/or wildlife animals. We also registered the occurrence of Trichuris cf. trichiura which up to this moment had been only described as a human parasite, occurring also in non-human primates, primates in captivity, and pigs. Habitat fragmentation favors the transmission of parasites from humans and domestic animals to wild ones. Further, such habitat loss increases the index of intestinal parasites in wildlife populations. Along with other factors as hunting and food resource limitation, parasite infection can represent real threats for populations already at risk.*

**Key words:** Maned wolf. Intestinal parasites. Conservation. *Trichuris vulpis*.

## INTRODUÇÃO

Mamíferos da ordem Carnívora são de importância vital para a estabilidade e integridade da maioria dos ecossistemas. A regulação do tipo *top-down*, mecanismo por meio do qual predadores controlam populações de espécies em níveis tróficos inferiores, estruturando comunidades inteiras, ressalta a importância ecológica desses mamíferos. A ausência de espécies de carnívoros pode causar efeitos graves, como desequilíbrios em cadeias tróficas e superabundância de populações de roedores, répteis e insetos (Terborgh et al., 2001).

O lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) pertence à ordem Carnívora e à família Canidae, sendo o maior canídeo da América do Sul. Sua distribuição é restrita a áreas não florestadas, ocorrendo desde a nascente do Rio Parnaíba, no Nordeste brasileiro, rumo ao oeste, no extremo sul

da Bacia Amazônica, Planalto Central, Pantanal Mato-grossense, até o Estado do Rio Grande do Sul (Dietz, 1985). A espécie também ocorre na parte leste do Peru, no Chaco paraguaio, leste da Bolívia e norte da Argentina (Dietz, 1985). Essa espécie é globalmente classificada como Quase Ameaçada e, nacionalmente, como uma espécie vulnerável à extinção (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2003). Diversos fatores contribuem para esse *status* e, entre os principais, está a perda e fragmentação de seus habitats. Esse cenário proporciona também o aumento da proximidade do canídeo silvestre com animais domésticos, aumentando a probabilidade de transmissão de patógenos (Fowler, 1986).

O Parque Nacional das Emas possui uma população de *C. brachyurus* de aproximadamente 70 indivíduos (Silveira et al., 2009). Populações de carnívoros são sensíveis, entre outros fatores, à

fragmentação de habitats, aumentando-se a sensibilidade de acordo com a área de vida das espécies. A área de vida do lobo-guará no Parque Nacional das Emas é de aproximadamente 80km<sup>2</sup> (Silveira et al., 2009).

Os canídeos silvestres são potencialmente susceptíveis a várias doenças comuns em cães domésticos (Fowler, 1986). As contínuas modificações ambientais favorecem a disseminação de patógenos e, em estudos epidemiológicos, infecções parasitárias são citadas como uma das principais causas de mortalidade de lobos-guarás (Maia & Goveia, 2002).

O objetivo deste trabalho foi identificar e fornecer informações sobre a diversidade de parasitas intestinais na população de *C. brachyurus* que ocorre no Parque Nacional das Emas. Esse tipo de informação descritiva acrescenta conhecimento sobre parasitoses que acometem espécies selvagens, servindo de alerta para estudos em populações de animais selvagens em outras unidades de conservação.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O Parque Nacional das Emas (Parna Emas) está situado no sudoeste do estado de Goiás, na região limítrofe com o estado de Mato Grosso do Sul, e parte da Zona de amortecimento abrange o estado de Mato Grosso. Criado em 1961, seus 133 mil hectares compreendem uma das maiores reservas contínuas de Cerrado no Sistema de Unidades de Conservação do País (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal/Fundação Brasileira para Conservação da Natureza, 1981). A vegetação local é composta por dez fitofisionomias, a saber, mata ciliar, campo úmido, campo de murunduns, vereda, mata mesofítica de interflúvio, campo limpo, campo sujo, campo cerrado, cerrado sentido restrito, e cerradão (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal/Fundação Brasileira para Conservação da Natureza, 1981). Sua drenagem é formada pelos

rios Jacuba, Formoso e seus afluentes. A altitude varia de 650 a 1000m, com clima caracterizado por uma acentuada estação seca de junho a agosto (estando inclusive sujeito à geadas). A precipitação anual varia de 1500 a 2000mm. O Parque encontra-se entre os divisores de águas das Bacias Amazônica, do Prata, e do Pantanal (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal/Fundação Brasileira para Conservação da Natureza, 1981).

Foram coletadas as fezes em campanhas aleatórias (realizadas entre os meses de julho de 2008 e janeiro de 2009). As amostras encontradas foram armazenadas em recipientes com MIF (conservante a base de glicerina, formol concentrado, mertiolato e água destilada). As seguintes informações foram anotadas para cada amostra: número da amostra, data de coleta, coordenadas geográficas e fitofisionomia em que foi coletada.

Os métodos utilizados foram de sedimentação espontânea e método de Baermann, em fezes para pesquisa de ovos, larvas, vermes adultos e cistos de parasitas intestinais. As amostras de fezes foram analisadas em microscópio óptico (lente de aumento 40X e 100X).

Além de identificar os parasitas intestinais ao menor nível taxonômico possível, fez-se também uma análise da frequência de sua ocorrência. Assim, foi dividido o total de ocorrência de cada parasita pelo número de amostras, obtendo a frequência absoluta. As frequências relativas de cada parasita foram calculadas dividindo-se os totais de ocorrência de cada parasita pela soma das ocorrências de todos os parasitas nas amostras.

## RESULTADOS

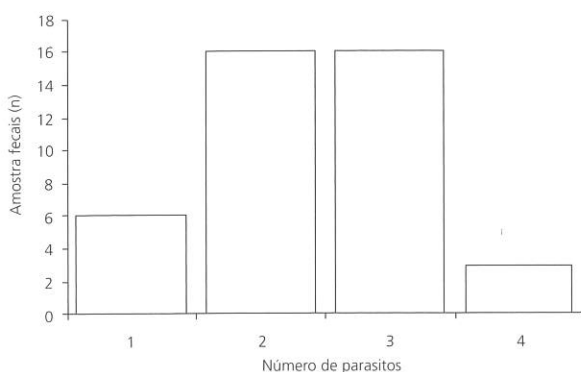
Foram analisadas 49 amostras de fezes de lobo-guará e registrados seis tipos de parasitas intestinais em diferentes frequências durante as análises (Tabela 1). Das amostras analisadas, seis obtiveram resultados negativos, não sendo contabilizadas na análise geral. Também foram amostras contendo apenas uma espécie de parasita intestinal, embora a maioria das amostras contivesse de dois a quatro parasitas diferentes (Figura 1).



**Tabela 1.** Registros de ocorrência de parasitas intestinais na população de lobo-guará do Parque Nacional das Emas (GO/MT), entre julho 2008 e janeiro de 2009, e suas respectivas frequências.

Parasita intestinal	Número de registros	Frequência absoluta (%)	Frequência relativa (%)
Filo Nematoda			
Família Ancylostomatidae			
<i>Ancylostoma caninum</i>	20,0	47,0	33,3
Família Trichuridae			
<i>Trichuris</i> cf. <i>trichiura</i>	15,0	35,0	25,0
<i>Trichuris vulpis</i>	4,0	9,3	6,6
Família Ascaridae			
<i>Ascaris</i> sp.	14,0	33,0	23,3
Família Strongyloididae			
<i>Strongyloides</i> sp.	4,0	9,3	6,6
Subfilo Amoebae			
<i>Ameba</i> sp.	3,0	7,0	5,0

Nota: A frequência absoluta refere-se à frequência de ocorrência de parasitas na amostras (n=43), ao passo que a frequência relativa refere-se a frequência de ocorrência de parasitas em relação ao total identificado (n=60). Por conveniência os valores são apresentados em porcentagem.



**Figura 1.** Distribuição do número de parasitas intestinais por amostra fecal. Coletas realizadas entre julho de 2008 e janeiro de 2009, no Parque Nacional das Emas (GO/MT).

As frequências absolutas observadas foram semelhantes para *Trichuris* cf. *trichiura* e *Ascaris* sp. No entanto, foi observada uma maior frequência de ocorrência de *Ancylostoma caninum*. Menores frequências, também semelhantes, foram observadas para *Trichuris vulpis*, *Strongyloides* sp. e cistos de *Ameba* sp.. A distribuição de frequências relativas de cada parasita intestinal foi similar à observada para as frequências absolutas.

## DISCUSSÃO

A utilização de metodologias não invasivas é muito importante para o estudo de populações

ameaçadas, pois não exige contato com os indivíduos, e, por meio da coleta das fezes no campo, é possível obter informações importantes sobre a população parasitária do local e suas relações interespecíficas dentro do ecossistema em questão. Nesse sentido, a análise fecal para o estudo de parasitoses intestinais é um método eficiente e relativamente simples. A maior dificuldade está em obter esforço amostral suficiente apenas com fezes frescas, para que não haja perda de espécies de parasitas por ações de intemperismo, gerando falsos resultados. O método apresenta uma limitação quanto à identificação de amebas, pois não foi possível evidenciar estruturas necessárias para a identificação e classificação desses protozoários em níveis taxonômicos inferiores.

Em virtude do processo de fragmentação de áreas nativas de Cerrado, populações de carnívoros como *C. brachyurus* passaram a entrar em contato com espécies e ambientes domésticos (Curi, 2005). Também nesse contexto, tornou-se mais suscetível a visita de animais domésticos em ambientes naturais. Essas migrações aumentaram a probabilidade de infecção de espécies selvagens por doenças de potencial zoonótico, principalmente as parasitoses intestinais (Curi, 2005).

A prevalência de parasitas intestinais pode variar devido a fatores como: região geográfica,

comportamento do hospedeiro, estação do ano e composição da população dos hospedeiros (Labarthe et al., 2004). Os parasitas podem ser adquiridos pelos seus hospedeiros no ambiente ou por intermédio de outras espécies hospedeiras (Chame et al., 2007). Nessa dinâmica, fatores climáticos podem determinar a extinção de algumas espécies de patógenos e proporcionar a dispersão de outros (Araújo et al., 1988).

*Ancylostoma caninum* e *Strongyloides* sp. já foram registrados por outros autores (Mundim et al. 1991; Gilioli & Silva, 2000) como parasitas frequentes em lobo-guará. A contaminação por esse parasita pode ser explicada pela presença do hospedeiro preferencial, o cão doméstico (*Canis familiaris*) próximo da área do Parna Emas (Ruas et al., 2008), e o uso dessas áreas por *C. brachyurus*. Pode haver sobreposição de uso de habitat entre espécies de canídeos silvestres e domésticos, quando em coexistência, e, com isso, há possibilidade de infecção cruzada entre os hospedeiros, ou infecção pelas próprias fezes, que tem sua dispersão maximizada pela característica comportamental dos canídeos de demarcação de território com fezes e urina (Schrag & Wiener, 1995).

Assim como Gilioli & Silva (2000) e Mussart et al. (2003), nesta pesquisa foi constatada a presença de duas espécies do gênero *Trichuris*. *Trichuris vulpis*, é um parasita comumente registrado em canídeos domésticos (Scaini et al., 2003; Leite et al., 2004), os quais são os hospedeiros definitivos desse parasita (Ho et al., 2006). Há também registros de infecção por *T. vulpis* em humanos (Mirdha et al., 1998), o que ressalta o caráter zoonótico desse parasita.

O registro de *Trichuris* cf. *trichiura* é de suma importância, uma vez que esse parasita só havia sido encontrado em fezes de suínos domésticos (Vicente et al., 1997), humanas e primatas não-humanos (Chame et al., 2007). O gênero *Trichuris* é transmitido por fezes contaminadas (Scaini et al., 2003), e a situação do Parna Emas maximiza as probabilidades de infecção, pois seu entorno é composto por uma área extremamente fragmentada. Assim como *T. vulpis* (parasita de cães domésticos) é transmitido para o *C. brachyurus*, *T. trichiura*

(parasita de humanos e suínos domésticos) também pode ser, devido a essa similaridade da via de contaminação para todo o gênero *Trichuris*.

O parasita potencialmente zoonótico *Ascaris renalis* (sinônimos: *Dyoctophyma renale*, *Ascaris visceralis*, *Strongylus gigas*, *Eustrongylus gigas*) vem sendo registrado parasitando o sistema urinário, especialmente o rim direito do *C. brachyurus* (Ribeiro et al., 2007); no entanto pouco se sabe sobre a ocorrência do gênero *Ascaris* no sistema digestivo dessa espécie. Os resultados obtidos são positivos para ascarídeos, e novamente o ciclo de contaminação pode envolver agentes antropogênicos, pois o homem também é infectado por esse gênero (Chame et al., 2007). Ovos de *Ascaris* sp. podem ser dispersados pelo ambiente por meio das fezes de indivíduos contaminados, infectando recursos hídricos, o solo e recursos alimentares (Braga et al., 2007).

As amebas são protozoários dispersos pelas fezes de indivíduos contaminados e, devido à proteção conferida por sua parede, cistos de ameba podem sobreviver dias e até semanas no ambiente (água, solo e substratos alimentares) (Cordeiro et al., 2007). Amebíases são relatadas com frequência em humanos (Cordeiro et al., 2007), mas também são patogênicas para animais (Carlesso et al., 2007). Amebas são causadoras de infecções que podem ser letais, principalmente em indivíduos debilitados e imunocomprometidos (Pacheco & Martins, 2008). Devido a isso, provavelmente, dentre os parasitas registrados, esse protozoário apresenta maior potencial de contribuir para a mortalidade dos indivíduos por ele infectados.

O padrão natural de movimentação do *C. brachyurus* é responsável pela sua extensa área de vida. Mudanças na paisagem, como diminuição dos recursos alimentares e hídricos, podem contribuir para alteração do padrão de uso da área pela espécie. Brandão (2007) infere que as maiores diversidades de fauna helmintológica estão relacionadas às espécies de hospedeiros cujas dietas são amplas e oportunistas, como *C. brachyurus*. Além disso, bordas antropizadas podem tornar-se atrativas pela

abundância de alguns recursos ali presentes, independentemente da estação climática (Brandão, 2007). Por essa razão, faz-se necessário amostrar regiões do Parna Emas não amostradas neste estudo, em especial regiões limítrofes do Parque, para o conhecimento mais abrangente da fauna parasitária dessa população de *C. brachyurus*. Seria ainda interessante individualizar amostras fecais por análise do DNA, a fim de avaliar o índice de parasitismo de cada indivíduo e saber quantos indivíduos as 43 amostras fecais representam.

Notam-se que todos os parasitas registrados nas fezes do *C. brachyurus* já foram relatados como parasitas de humanos e/ou animais domésticos. O ciclo de transmissão de parasitoses entre humanos, animais domésticos e animais selvagens torna-se favorecido devido à fragmentação dos habitats naturais, situação que promove mudança na ecologia dos hospedeiros, dos patógenos ou de ambos (Schrag & Wiener, 1995; Aguirre et al., 2002). A presença de alto índice de parasitas intestinais, em combinação com fatores como a fragmentação de áreas, caça e escassez de recursos alimentares, pode representar uma ameaça para populações já em risco, como as de *C. brachyurus*. Resultados como os aqui apresentados podem fornecer a base para modelos de fluxo entre parasitas e animais silvestres e domésticos, o que possibilita conhecer cadeias de transmissão de zoonoses emergentes e, ainda, suas perspectivas diante da urbanização e de impactos antrópicos sobre ecossistemas naturais (Brandão, 2007).

## CONCLUSÃO

Dados descritivos como os apresentados neste estudo não possibilitam a quantificação do impacto de parasitoses sobre as taxas de mortalidade nessa população de lobo-guará. Entretanto os parasitas encontrados são patogênicos e com potencial zoonótico, sendo capazes de colaborar para o declínio da população. É provável que a cadeia de contaminação por essas parasitoses não esteja ligada apenas a animais domésticos, mas também a humanos.

Conhecer e compreender os patógenos presentes nas populações de animais domésticos que vivem na zona de amortecimento de unidades de conservação é essencial para ações de manejo e de conservação da fauna no interior do Parna Emas. É necessário, portanto, adotar medidas de controle de parasitoses na borda do Parque, em especial daquelas que acometem canídeos domésticos, no intuito de minimizar o fluxo de zoonoses. Esse tipo de monitoramento demanda uma abordagem multidisciplinar, com a participação de epidemiologistas, veterinários e biólogos da conservação, com o propósito de elucidar medidas mitigadoras que subsidiem a conservação de populações de espécies ameaçadas, como o lobo-guará.

## REFERÊNCIAS

- Aguirre, A.A. (Org.). (2002). Conservation medicine: ecological health in practice. New York: Oxford University Press.
- Araújo, A.; Ferreira, L.F.; Confalonieri, U. & Chame, M. (1988). Hookworms and the peopling of América. *Cadernos de Saúde Pública*, 2(4):226-33.
- Braga, F.R.; Araújo, J.V.; Campos, A.K.; Carvalho, R.O.; Silva, A.R.; Tavela, A.O. & Maciel, A.S. (2008). Observação *in vitro* dos isolados *Duddingtonia flagrans*, *Monacrosporium thaumasium* e *Verticillium chlamydosporium* sobre ovos de *Ascaris lumbricoides* (Lineu, 1758). *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 40(3):356-8.
- Brandão, M.L. (2007). Helminths of mammals from the region of Serra da Capivara National Park, Southeastern Piauí: diversity and anthropic influences. *Dissertação*, Escola Nacional de Saúde Pública.
- Carlesso, A.M.; Simonetti, A.B.; Artuso, G.L. & Rott, M.B. (2007). Isolamento e identificação de amebas de vida livre potencialmente patogênicas em amostras de ambientes de hospital público da cidade de Porto Alegre, RS. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 40(3):316-20.
- Chame, M.; Batouli-Santos, A.L. & Brandão, M.L. (2007). As migrações humanas e animais e a introdução de parasitas exóticos invasores no Brasil. *FUMDHAMentos*, 7:47-62.
- Cordeiro, T.G.P. & Macedo, H.W. (2007). Amebíase. *Revista de Patologia Tropical*, 36(2):119-28.

- Curi, N.H.A. (2005). *Avaliação do estado de saúde e do risco de transmissão de doenças entre canídeos (Mammalia, Carnivora) silvestres e domésticos na região da Serra do Cipó, Minas Gerais: implicações para conservação*. Dissertação, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
- Dietz, J.M. (1985). *Chrysocyon brachyurus*. *Mammalian Species*, 234:1-4.
- Fowler, M.E. (Org.) (1986). *Zoo and Wild Animal Medicine*. Philadelphia: W.B. Saunders Company. 48:799-811.
- Gilioli, R. & Silva, F.A. (2000). Frequência de parasitas e infecção por *Salmonella* em lobos guará, *Chrysocyon brachyurus*, mantidos em zoológicos no Estado de São Paulo. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 52(4):337-41.
- Ho, S.; Watanabe, Y.; Lee, Y.; Shih, T.; Tu, W. & Ooi, H. (2006). Survey of gastrointestinal parasitic infections in quarantined dogs in Taiwan. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 68(1):69-70.
- Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal/ Fundação Brasileira para Conservação da Natureza. (1981). Plano de Manejo Parque Nacional das Emas. Brasília: IBDF.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção. 2003. Disponível em: <<http://sosfauna.braslink.com/ameac.htm>>.
- Labarthe, N.; Serrão, M.L.; Ferreira, A.M.R.; Almeida, N.E.T.O. & Guerreiro, J. (2004). A survey of gastrointestinal helminths in cats of the metropolitan region of Rio de Janeiro, Brazil. *Veterinary Parasitology*, 133(2-3):133-9.
- Leite, L.C.; Marinoni, L.P.; Círio, S.M.; Diniz, J.M.F.; Silva, M.A.N.; Luz, E.; Molinari, H.P.; Vargas, C.S.G.; Leite, S.C.; Zadorosnei, A.C.B. & Veronesi, E.M. (2004). Endoparasitas em cães (*Canis familiaris*) na cidade de Curitiba - Paraná - Brasil. *Archives of Veterinary Science*, 9(2):95-9.
- Maia, O.B. & Gouveia, A.M.G. (2002). Birth and mortality of maned wolves *Chrysocyon brachyurus* (Illiger, 1811) in captivity. *Revista Brasileira de Biologia*, 62(1):25-32.
- Mirdha, B.R.; Singh, Y.G.; Samantray, J.C. & Mishra, B. (1998). *Trichuris vulpis* infection in slum children. *Indian Journal of Gastroenterology*, 17(4):154.
- Mundim, M.J.S.; Machado, M.I.; Bevilaqua, E.; Mundim, A.V.; Maywald, P.G. & Oliveira, M.G. (1991). Ocorrência e identificação de ancilostomatídeos em lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*, Illiger 1811) da região do Triângulo Mineiro, Minas Gerais, Brasil. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 28(1):39-43.
- Mussart, N.B.; Solis, G.A.; Arzuaga, S.M. & Coppo, J.A. (2003). Determinaciones hematológicas y urinárias en aguará-guazú (*Chrysocyon brachyurus*) en cautiverio en el nordeste argentino. *Revista Veterinária*, 14(2):79-84.
- Pacheco, L.G.; Martins, A.V. (2008). A importância do estudo das amebas de vida livre. *Saúde & Ambiente em Revista*, 3(1):57-65.
- Ribeiro, T.L.D.; Bracaraense, A.P.F.R.L.; Reis, A.C.F.; Yamamura, M.H. & Headley, S.A. (2007). Giant kidney worm (*Dioctophyma renale*) infections in dogs from Northern Paraná, Brazil. *Veterinary Parasitology*, 145:366-70.
- Ruas, J.L.; Muller, G.; Farias, N.A.R.; Gallina, T.; Lucas, A.S.; Pappen, F.G. & Sinkoc, A.L. (2008). Helminths do cachorro do campo, *Pseudalopex gymnocercus* (Fischer, 1814) e do cachorro do mato, *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766) no sul do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 17(2):87-92.
- Scaini, C.J.; Toledo, R.N.; Lovatel, R.; Dionello, M.A.; Gatti, F.A.; Susin, L. & Signorini, V.R.M. (2003). Contaminação ambiental por ovos e larvas de helmintos em fezes de cães na área central do Balneário cassino, Rio Grande do Sul. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 36(5):617-9.
- Schrag, J. & Wiener, P. (1995). Emerging infectious disease: what are the relative roles of ecology and evolution? *Trends in Ecology and Evolution*, 10(8):319-24.
- Silveira, L.; Furtado, M.M.; Tôres, N.M.; Sollmann, R.; Uhl, G. & Jácomo, A.T.A. (2009). Maned Wolf density in a Central Brazilian Grassland Reserve. *Journal of Wildlife Management*, 73(1):68-71.
- Terborgh, J.; Lopez, L. & Nuñez, P. (2001). Ecological meltdown in predator-free forest fragments. *Science*, 294(5548):1923-6.
- União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais. (2009). IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>>.
- Vicente, J.J.; Rodrigues, H.O.; Gomes, D.C. & Pinto, R.M. (1997). Nematóides do Brasil. Parte V nematóides de mamíferos. *Revista Brasileira de Zoologia*, 14(supl. 1):1-452.

Recebido em: 23/11/2009

Aprovado em: 13/1/2010



ARTIGO | ARTICLE

## Análise citogenética em trabalhadores rurais expostos a agrotóxicos

### *Cytogenetic analysis investigation in farmers exposed to pesticides*

Anderson do Espírito Santo Pereira<sup>1</sup>

Nathalia Zocal Pereira dos Santos<sup>1</sup>

Leonardo Fernandes Fraceto<sup>2</sup>

Renata de Lima<sup>1</sup>

#### RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos genotóxicos da exposição aos agrotóxicos em trabalhadores rurais, usando dois testes para avaliação, o colinesterásico e o citogenético, uma vez que se observa que não são obedecidas às indicações de segurança, o que conseqüentemente, leva a danos a saúde como os efeitos neurotóxicos, o câncer e até mesmo a morte. Foram estudados trabalhadores rurais residentes no município de São Miguel Arcanjo (SP), local que possui sua economia voltada à agricultura. Como métodos foram realizados testes citogenéticos e medida dos níveis de colinesterase. Estes níveis são constantemente dosados nos indivíduos que trabalham na agricultura, porém acredita-se que estes não refletem possíveis alterações no material genético. Os resultados mostraram um grande número de indivíduos com alterações genéticas (de 36 indivíduos analisados, 21 apresentaram algum tipo de alteração), o que leva a uma reflexão com relação ao uso indevido dos produtos tóxicos, assim como, a não utilização de equipamento de proteção individual. Estas informações sugerem a existência de uma questão social e educacional envolvida com este assunto e a necessidade de mais atenção à saúde do trabalhador em regiões rurais.

**Palavras-chave:** Análise citogenética. Aberrações cromossômicas. Exposição a praguicidas. Inibidores da colinesterase.

#### ABSTRACT

*This study aimed to evaluate the genotoxic effect in agricultural workers that are exposed to pesticides, using two different tests for evaluation; the cholinesterase*

<sup>1</sup> Universidade de Sorocaba, Departamento de Biotecnologia. Rod. Raposo Tavares, km 92,5, 18023-000, Sorocaba, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: R. LIMA. E-mail: <renata.lima@prof.uniso.br>.

<sup>2</sup> Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Departamento de Engenharia Ambiental. Sorocaba, SP, Brasil.

and the cytogenetic. At a time that we observed that indications of safety are not obeyed, what consequently, cause damages to their health as a neurotoxic effect, cancer and even death. The studied was conducted in agricultural workers residing in the city of São Miguel Arcanjo (SP) that has a major part of its economy directed to agriculture. The method was carried through cytogenetic tests and measures in the levels of cholinesterase. These levels were constantly dosed in the individuals working in agriculture; believing that these do not reflect possible alterations in the genetic material. The results had shown a great number of individuals with genetic alterations (of 36 individuals analyzed, 21 had presented some type of alteration), what has lead us to a reflection in regards to the improper use of the pesticides, as well as, not using proper personal protection equipment. This information has lead us to believe that the problem with this subject involved a social and educational matter and that perhaps we should pay more attention to the health of agricultural workers in the region.

**Key words:** Cytogenetic analysis. Chromosome aberrations. Pesticide exposure. Cholinesterase inhibitors.

## INTRODUÇÃO

No último século aconteceram grandes mudanças com relação aos processos tecnológicos na agricultura, o que levou a uma modificação da maneira de produzir, renovando a maneira de pensar e agir. A agricultura que por gerações foi a forma de vida dos agricultores e de suas famílias, torna-se uma atividade comercial (Organização Internacional do Trabalho, 2005).

Para ter um rendimento maior nestes processos e ter o controle de fatores indesejáveis, o agricultor faz uso indiscriminado de diversos produtos químicos, que embora sejam eficientes, são agentes poluidores e podem causar danos ao ambiente (Nunes & Tajara, 1998). No Brasil a pesquisa dos efeitos que estes produtos podem causar a saúde tem aumentado nos últimos anos, porém ainda é insuficiente. A informação ainda é falha, tanto com relação ao uso, como com relação às consequências devido ao mau uso do produto (Faria et al., 2007).

Uma das consequências da má utilização dos agrotóxicos é o câncer, uma doença caracterizada pelo acúmulo de falhas no material genético e erros cromossômicos, cuja causa, na maioria das vezes, esta relacionada com a exposição a agentes genotóxicos, os quais podem provocar uma instabilidade cromossômica como ganho ou perda de cromossomos, deleções e/ou translocações que induzem à carcinogênese (Klein, 1981; Rowley, 1984; Cavanee et al., 1983; Vogelstein & Kinzler et al.,

1998). Estudos que visam à saúde do trabalhador mostram que em diversos países os indivíduos que estão em contato constante com diferentes tipos de praguicidas apresentam alterações (aberrações) cromossômicas, estando estas relacionadas à utilização de agrotóxicos, bem como a qualidade de vida destes indivíduos (Bréga et al., 1998; Shabtai et al., 1979; Reynolds et al., 2002).

Na tentativa de mensurar e controlar a exposição dos trabalhadores aos agentes toxicológicos conhecidos é classicamente investigado o nível da enzima colinesterase nestes indivíduos. Esta enzima tem como função a hidrólise da acetilcolina, a qual é responsável pela transmissão de impulso nervoso nas fibras pré-ganglionares e pré-ganglionares parassimpáticas (FUNASA, 2001). Agrotóxicos do tipo organofosforados (OP) e carbamatos têm a característica de quando absorvidos pela pele ou ingeridos apresentarem como consequência a inibição de enzimas colinesterases (Organização Pan-Americana de Saúde/ Organização Mundial Saúde, 1996). Os inibidores de AChE (acetilcolinesterase) atuam como pseudo-substrato ligando-se ao aminoácido serina do sitio ativo da enzima, causando um aumento da inibição, ocorrendo assim um acúmulo de acetilcolina nas sinapses, levando o indivíduo à morte e a falência respiratória (Timothy et al., 2009). Muitos trabalhadores rurais, preocupados com os níveis de intoxicação por estes produtos, periodicamente avaliam o nível de exposição dos pesticidas através de dosagem de

enzimas (Organization for Economic Co-Operation and Development, 1997; Faria et al., 2004).

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da exposição aos agrotóxicos em 36 trabalhadores rurais do município de São Miguel Arcanjo, para isto foram realizados dois tipos de procedimentos, a análise citogenética e a dosagem de colinesterase.

## CASUÍSTICA E MÉTODOS

As amostras de sangue periférico foram coletadas de 46 indivíduos divididos em 2 grupos, um grupo controle negativo (10 indivíduos) e um grupo de exposição a pesticidas (36 indivíduos), todos os participantes são moradores do município de São Miguel Arcanjo, sendo o critério de inclusão o trabalho na lavoura e a ausência de doença crônica como doenças autoimunes, câncer, infecções. Sendo o estudo realizado mediante assinatura de termo de consentimento livre e esclarecido e aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade de Sorocaba (protocolo CEP-UNISO nº 022/08). O material coletado foi dividido em duas alíquotas, uma para realização dos ensaios de colinesterase e outra para realização das análises citogenéticas.

As análises de citogenética foram realizadas através de cultura de linfócitos, na qual 500µL de sangue periférico que foram incubados em 5mL de meio de cultura RPMI (Cultilab®) suplementado com 20% de soro fetal bovino e 2% de fitohemaglutinina, tudo mantido a 37°C em incubadora com umidade controlada e com 5% de CO<sub>2</sub> durante 72 horas (Moorhead et al., 1960). Aproximadamente 40 minutos antes do final do período de incubação foram adicionados 15µL de colchicina em cada cultura, no fim do período de 72h de incubação foi realizada a hipotonia celular com solução de KCl 0,075M a 37°C, por 1 hora. Após hipotonia o material foi fixado em metanol/ácido acético (3:1, v/v) e corado com o corante Giemsa, as lâminas foram analisadas por microscopia.

Para a quantificação da colinesterase foi utilizando o protocolo comercial para dosagem de colinesterase (Winner), seguindo os procedimentos do fabricante contidos neste (Knedel et al., 1967).

## RESULTADOS

Dos 46 indivíduos analisados 82,6% são do sexo masculino e 17,4% feminino, 36 indivíduos trabalham diretamente com a agricultura e moram na zona rural, enquanto o restante do grupo (10 indivíduos) habita zona urbana não tendo contato com pesticidas (grupo-controle). Fatores como agentes químicos externos foram levantados (Figura 1), assim como a utilização de Equipamento de Proteção Individual (EPI), que mostrou que 80,5% trabalham sem utilizar os acessórios adequados para se evitar o contato com estes produtos.

Em média são utilizados 61 produtos diferentes para pulverização, que possuem 54 ingredientes ativos diferentes, pertencentes a 37 grupos químicos, sendo os organofosforados utilizados por 94,4% dos indivíduos, os Alquilenobis (ditocarbamato) por 91,0% e os Dicarboximida por 86,0%. A utilização conjunta de Carbamato Alquilenobis foi observada em 8,3% dos casos.

A classificação toxicológica foi determinada tomando como base os bancos de dados fornecidos pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) pelo sistema AGROFIT (portaria nº 220), como resultado do levantamento realizado foi verificado que 7 dos produtos utilizados pelos voluntários deste estudo são classificados como extremamente tóxicos, 14 como altamente tóxicos, 24 como mediamente tóxicos e 14 como pouco tóxicos e 2 produtos não apresentam classificação. Observa-se que a utilização simultânea de vários produtos é prática comum entre os agricultores.

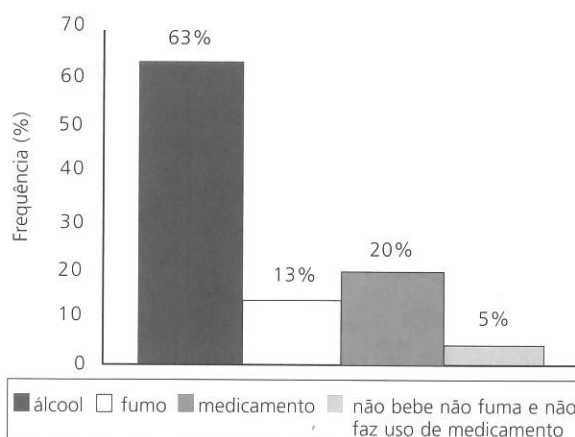


Figura 1. Distribuição dos fatores externos a que os indivíduos estudados são expostos.

No Brasil grande parte do estudo sobre contaminação com agrotóxicos aborda questões ocupacionais, acidentais ou suicidas, não existindo muitos relatos com relação aos efeitos da exposição contínua, assim como, estudos que investiguem os efeitos a longo prazo da exposição a agrotóxicos.

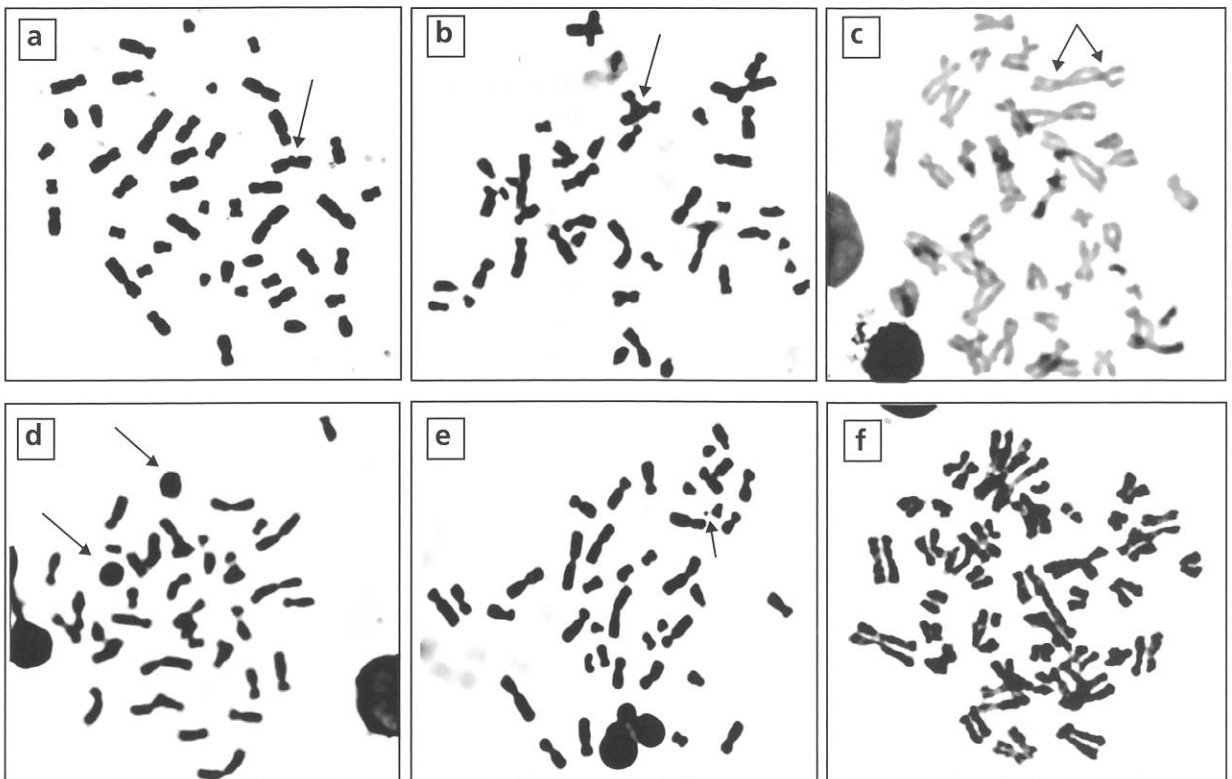
Neste trabalho, o grupo-controle não apresentou alteração nos níveis de colinesterase, já o grupo de indivíduos em exposição aos pesticidas apresentou 13,9% dos resultados com alteração dos níveis de colinesterase, fato que não era esperado, uma vez que, a maioria está exposta a altas concentrações de organofosforados. Uma possível justificativa para este resultado é o fato da existência de monitoramento periódico desta enzima seguida de temporadas de abstinência quando o teste é positivo.

Com relação a análise citogenética, observou-se que dos 36 indivíduos estudados, 58,3% apresentaram alteração. Estes números demonstram que as alterações genéticas independem do nível

de colinesterase sanguíneo e sugerem que a exposição é um fator determinante para aparecimento de alterações genéticas. As alterações encontradas e respectivas frequências foram: perda cromossômica (8,3%), alterações estruturais (5,6%), quebras cromossômicas (27,2%) e endoduplicações (11,1%) (Figura 2), alterações descritas anteriormente em estudos que envolviam agrotóxicos (Kourakis et al., 1992; Shaham et al., 2001; Bolognesi, 2003).

Na tentativa de explicar os diferentes tipos alterações genéticas encontradas, os indivíduos expostos aos agrotóxicos foram separados em dois grupos, os positivos e os negativos para danos genéticos, e posteriormente subdivididos em subgrupos com relação ao resultado das análises de colinesterase (Tabela 1).

Não foi encontrada correlação entre a classe toxicológica do composto utilizado e o tipo de dano encontrado nos indivíduos, pois todos os indivíduos que apresentaram danos faziam uso de pelo menos um composto pertencente à classe toxicológica I



**Figura 2:** Alterações encontradas nos indivíduos expostos a agrotóxicos. a) a seta indica quebra cromossômica. b) seta indica cromossomo trirradial. c) seta indica cromossomo diacêntrico. d) nas setas indicação de cromossomo circular (em anel). e) seta indica a presença de fragmento. f) endoduplicação do conjunto cromossômico. São Miguel Arcanjo (SP), 2009.



(extremamente tóxico), sendo que o Triazol foi o composto mais utilizado.

Os indivíduos que apresentaram endoduplicação utilizam piretróides nas suas lavouras e fazem tratamento médico com aminofilina, sendo esta, de acordo com a NBR-14725 (Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químico - FISPQ), contra-indicada para indivíduos que estão em contato com piretróides.

Estudos mostram que a exposição a agentes xenobióticos, no caso os agrotóxicos, aumentam a frequência de danos no material genético (Moreira *et al.*, 2002). Logo, a exposição aos pesticidas é fator importante no aparecimento de alterações genéticas, devendo ser melhor estudada para garantir a saúde do trabalhador.

## DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos pode-se concluir que o grupo estudado está exposto a uma grande carga de diferentes tipos de agroquímicos e esta exposição foi responsável pelas alterações genéticas encontradas, uma vez que, não houve significância nos outros fatores levantados. Desta maneira, considera-se que a utilização de equipamento de proteção é de extrema importância para saúde do trabalhador.

O teste de colinesterase não é suficiente para excluir o dano causado pela exposição a agrotóxicos. A colinesterase mede a intoxicação do indivíduo, porém alterações genéticas podem sugerir aumento no risco de aparecimento de tumores. Os testes que medem o nível de colinesterase não apresentam ligação às alterações cromossômicas encontradas, logo, mesmo indivíduos com níveis normais, estão sujeitos a danos no material genético.

A resposta a exposição é dependente do metabolismo de cada indivíduo, sendo que este metabolismo é dependente de genes que podem apresentar polimorfismos genéticos levando a síntese diferenciada das enzimas de biotransformação das fases I e II. A alteração no metabolismo destes compostos pode ser responsável pela maior suscetibilidade a danos cromossômicos (Raunio *et al.*, 1995), sendo um fator de grande influência para aparição de danos no material genético.

A interação entre os agroquímicos e medicamentos tem sido relatada na literatura (Mertens *et al.*, 1976; Fenyvesi *et al.*, 1985) e indica que existe a necessidade de se considerar a atividade profissional no momento de indicação dos medicamentos. Como exemplo de algumas das interações de agroquímicos e medicamentos destacam-se as entre o pesticida organofosforado mevinfós e atropina (Mertens *et al.*, 1976) e do fungicida thiram e fármacos que agem no sistema nervoso central (Fenyvesi *et al.*, 1985).

**Tabela 1.** Dados de idade, tempo que trabalha com agricultura, média diária que trabalha realizando pulverização com relação a alterações citogenéticas e alterações na colinesterase encontradas no estudo. São Miguel Arcanjo (SP), 2009.

Fator analisado	Não alterados citogeneticamente				Alterados citogeneticamente			
	Colinesterase				Colinesterase			
	Normal		Alterada		Normal		Alterada	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
Idade	39,0	11,5	37,5	4,9	43,0	9,6	49,0	11,2
Tempo que Trabalha com Agricultura (anos)	12,0	11,5	14,0	0,7	10,0	10,5	18,5	12,0
Tempo médio de pulverização (horas)	1,0	2,2	1,0	3,5	1,0	1,4	2,0	2,0

M: média; DP: desvio-padrão.

Neste contexto, este estudo conclui que uma investigação mais ampla deve ser realizada na tentativa de monitorar o estado de saúde dos indivíduos que estão expostos a agentes químicos na agricultura.

Todos os fatores citados devem fazer parte dos cuidados com a saúde do trabalhador juntamente com maior atenção a educação com relação à importância da utilização do equipamento de proteção, a fim de que estes possam ter uma melhor qualidade de vida.

## REFERÊNCIAS

- Bolognesi C. (2003). Genotoxicity of pesticides: a review of human biomonitoring studies. *Mutation Research*, 543(3):251-72.
- Brêga S.M.; Vassilieff L.; Almeida A.; Mercadante A.; Bissacot D.; Cury, P.R. & Freire-Maia, D.V. (1998). Clinical, cytogenetic and toxicological studies in rural workers exposed to pesticides in Botucatu, São Paulo, Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, 14(3):109-15.
- Cavenee, W.K.; Dryja, T.P.; Phillips, R.A.; Benedict, W.F.; Godbout, R.; Gallie, B.I.; Murphree, A.I.; Strong, L.A. & White, R.L. (1983). Expression of recessive alleles by chromosomal mechanisms in retinoblastoma. *Nature*, 305:779-84.
- Faria, N.M.X.; Facchini, L.A.; Fassa, A.C.G. & Tomasi, E. (2004). Trabalho rural e intoxicações por agrotóxicos. *Cadernos de Saúde Pública*, 20(5):1298-308.
- Faria, N.M.X.; Fassa, A.G. & Facchini, L.A. (2007). Intoxicação por agrotóxicos no Brasil: os sistemas oficiais de informação e desafios para realização de estudos epidemiológicos. *Ciência & Saúde Coletiva*, 12(1):25-38.
- Fenyvesi, G.; Botos, M. & Ivan, J. (1985). Pesticide-drug interactions in rats. *Archives of Toxicology Supplement*, 8:269-71.
- FUNASA. Avaliação da Colinesterase Sanguínea Humana. Disponível em: <[http://www.portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/ipcv\\_012.pdf](http://www.portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/ipcv_012.pdf)>. (Acesso 6 maio 2009).
- Klein, G. (1981). The role of gene dosage and genetic transposition in carcinogenesis. *Nature*, 294:313-8.
- Knedel, M. & Böttger, R. (1967). Eine kinetische Methode zur Bestimmung der Aktivität der Pseudocholinesterase (Acylcholinacylhydrolase 3.1.1.8). *Klinische Wochenschrift*, 45:325-7.
- Kourakis, A.; Mouratidou, M.; Kokkinos, G.; Barbouti, A.; Kotsis, A.; Mourelatos, D. & Dozi-Vassiliades, J. (1992). Frequencies of chromosomal aberrations in pesticide sprayers working in plastic green houses. *Mutation Research*, 279(2):145-8.
- Maroni, M. & Fait, A. (1993). Health effects in man from long-term exposure to pesticides. *Toxicology*, 78:1-180.
- Mertens, H.W.; Steen, J.A. & Lewis, M.F. (1976). Some behavioral effects of pesticides: the interaction of mevinphos and atropine in pigeons. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 47:137-41.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2003). Base de dados de produtos agrotóxicos e fitossanitários, Disponível em: [http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). (Acesso: 20 maio 2009).
- Moorhead, P.S.; Nowell, P.C.; Mellman, W.J.; Battips, D.M. & Hungerford, D.A. (1960). Chromosome preparations of leukocyte cultures from human peripheral blood. *Experimental Cell Research*, 32:609-12.
- Moreira, J.C.; Jacob, S.C.; Peres, F.; Lima, J.S.; Meyer, A.; Oliveira-Silva, J.J.; Sarcinelli, P.N. Batista, D.F.; Egler, M.; Faria, M.V.C.; Araujo, A.J.; Kubota, H.K.; Soares, M.O.; Alves, S.R.; Moura, C.M. & Guri, R. (2002). Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. *Ciência & Saúde Coletiva*, 7(2):299-311.
- Nunes, M.V. & Tajara, E.H. (1998). Efeitos tardios dos praguicidas organoclorados no homem. *Revista de Saúde Pública*, 32(4):372-82.
- Organização Internacional do Trabalho. (1998). Agricultura y sectores basados en recursos biológicos[OIT]. *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*, 3(64):64.2-64.77.
- Organização Pan-Americana de Saúde. (1996). Manual de vigilância da saúde de populações expostas a agrotóxicos. Brasília: OPAS.
- Organization for Economic Co-operation and Development. (1997). Guidance document for the conduct of studies of occupational exposure to pesticides during agricultural application. Paris.
- Raunio, H.; Husgafvel-Pursiainen, K.; Anttila, S.; Hietanen, E.; Hirvonen, A. & Pelkonen, O. (1995). Diagnosis of polymorphisms in carcinogen-activating and inactivating enzymes and cancer susceptibility. *Gene*, 159(1):113-21.
- Reynolds, P.; Von, B.J.; Gunie, R.B.; Goldberg, D.E.; Hertz, A. & Harnly, M.E. (2002). Childhood cancer and agricultural pesticide use: an ecologic study in California. *Environmental Health Perspectives*, 110(3):319-24.
- Rowley, J.D. (1984). Biological implications of consistent chromosome rearrangements in leukemia and lymphoma. *Cancer Research*, 44(48):3159-68.
- Shabtai, E.; Bichacho, S. & Halbrecht, L. (1979). Cytogenetic observation in infertile men working with insecticidal compounds. *Acta Genetica Medical et Gemellologiae*, 27:51-6.
- Shaham, J.; Kaufman, Z.; Gurvich, R. & Levi, Z. (2001). Frequency of sister-chromatid exchange among greenhouse farmers exposed to pesticides. *Mutation Research*, 491(1-2):71-80.
- Vogelstein, B. & Kinzler, K.W. (1998). *The genetic basis of human cancer*. New York: McGraw-Hill.

Recebido em: 25/1/2010

Versão final reapresentada em: 8/3/2010

Aprovado: 30/3/2010

## INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Bioikos publica trabalhos científicos originais, artigos de revisão e comunicações científicas relacionados às diversas áreas da Biologia, em especial Ambiental, Biologia Molecular e Educação.

### 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. Caso contrário, são devolvidos para adequação às normas, inclusão de carta ou de outros documentos eventualmente necessários.

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. Devem ainda evitar o uso da primeira pessoa ("meu estudo...") ou da terceira pessoa do plural ("percebemos..."), pois em textos científicos o discurso deve ser impessoal e sem juízo de valor.

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. Na detecção de problemas de redação, o manuscrito é devolvido aos autores para as alterações devidas; o trabalho reformulado deve retornar no prazo máximo determinado.

**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

São aceitos trabalhos acompanhados de carta assinada por todos os autores, 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.

Caso haja utilização de figuras ou tabelas publicadas em outras fontes, deve-se anexar documento que ateste a permissão para seu uso. A carta deve indicar nome, endereço, números de telefone e *e-mail* do autor para o qual a correspondência deve ser enviada.

**Autoria:** O número de autores deve ser coerente com as dimensões do projeto. O crédito de autoria deve ser baseado em contribuições substanciais, tais como concepção e desenho ou análise e interpretação dos dados. Não se justifica a inclusão de nomes de autores cuja contribuição não se enquadre nos critérios acima; neste caso, devem figurar na seção de agradecimentos.

#### 3. Estrutura do artigo

Enviar quatro cópias do manuscrito, que deve ser formatado com espaço 1,5 entrelinhas e fonte arial tamanho 11, para o Núcleo de Editoração da revista, acompanhadas de cópia em disquete ou CD-ROM. O arquivo deve ser gravado em editor de texto similar ou superior à versão 97-2003 do *Word (Windows)*. O(s) nomes do(s) autor(es) e do arquivo devem estar indicados no rótulo do disquete ou CD-ROM.

Das quatro cópias descritas no item anterior, três devem vir sem nenhuma identificação dos autores, para que a avaliação possa ser realizada com sigilo; porém, devem ser completas e idênticas ao manuscrito original, omitindo-se apenas esta informação. É fundamental que o escopo do artigo não contenha qualquer forma de identificação da autoria, o que inclui referência a trabalhos anteriores do(s) autor(es) ou da instituição de origem, por exemplo.

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 3cm).

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

Todas as páginas devem ser numeradas a partir da página de identificação. Para esclarecimentos de eventuais dúvidas quanto à forma, sugere-se consulta a este fascículo.

**Versão reformulada:** a versão reformulada deve ser encaminhada em três cópias completas, em papel e em disquete ou CD-ROM etiquetado, indicando o número do protocolo, o número da versão, o nome dos autores e o nome do arquivo. O(s) autor(es) deve(m) enviar apenas a última versão do trabalho.

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.

A página de rosto 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.

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.

**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 devem destacar objetivos, métodos básicos adotados, informação sobre o local, população e amostragem da pesquisa, resultados e conclusões mais relevantes, considerando os objetivos do trabalho e indicando formas de continuidade do estudo.

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, 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, e não ser em manuscritos submetidos como artigo de revisão.

**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.

**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. Figuras digitalizadas devem ter extensão JPEG e resolução mínima de 300 dpi.

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

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 nos seguintes tipos de arquivo: TIFF (Tagged Image File Format) ou BMP (Bitmap). A resolução mínima deve ser de 300dpi (pontos por polegada), com tamanho mínimo de 16,2cm de largura.

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:** 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 mais de dois autores, citam-se todos. 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

Thatcher, V.E. & Brasil-Sato, M.C. (2008). *Ergasilussalmini* sp. nov. (Copepoda: Ergasilidae) a branchial parasite of "dourado", *Salminus franciscanus* from the upper São Francisco River, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 25(3):555-7.

#### Mais de dois autores

Rafael, J.A.; Silva, N.M. & Dias, R.M.N.S. (2008). Baratas (Insecta, Blattaria) sinantrópicas na cidade de Manaus, Amazonas, Brasil. *Acta Amazônica*, 38(1):173-8.

### Livro

Ângelo, C. & Mayr, E. (2008). *Isto é biologia: a ciência do mundo vivo*. São Paulo: Companhia das Letras.

#### Mais de dois autores

Alberts, B.; Bray, D.; Lewis, J.; Johnson, A.; Raff, M.; Roberts, K.; Walter, P. & Hopkin, K. (2007). *Fundamentos da biologia celular*. 2.ed. Porto Alegre: Artmed.

### Capítulo de Livro

Alterthum, F. (2005). Crescimento bacteriano. In: Trubulsi, L.R. & Alterthum, F. *Microbiologia*. 4.ed. São Paulo: Atheneu. Biblioteca Biomédica.

### Dissertações e Teses

Silva, A.B. (2008). *Planejamento experimental e modelagem estatística do efeito do uso do lodo de esgoto em solos*. Dissertação em Desenvolvimento de Processos Ambientais, Universidade Católica de Pernambuco.

### Trabalhos apresentados em congressos e similares

Tubino, R.A.; Paes, E.T. & Monteiro-Neto, C. (2007). Determinação objetiva de guildas ecológicas de peixes da região costeira de Itaipu, Niterói-Rj, Brasil. *Anais do XII Congresso Latino Americano de Ciências do Mar - COLACMAR*, 2007, Florianópolis. v.1.

**Material eletrônico** deverá informar: disponível em: <<http://www...>>. (acesso: 4 jun. 2008).

## LISTA DE CHECAGEM

- Declaração de responsabilidade e transferência de direitos autorais assinada por cada autor;

- Enviar ao editor quatro vias do original (um original e três cópias) e um disquete ou CD-ROM etiquetado com as seguintes informações: nome do(s) autor(es) e do arquivo. Na reapresentação, incluir o número do protocolo;

- 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 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 \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

#### **Toda correspondência deve ser enviada à revista Bioikos no endereço abaixo:**

Núcleo de Editoração SBI/CCV - *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: [ccv.revistas@puc-campinas.edu.br](mailto:ccv.revistas@puc-campinas.edu.br)

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

## INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

**Bioikos** publishes original scientific studies, review articles and scientific communications related to many areas of Biology, especially Environmental, Molecular Biology and Education.

### EDITORIAL PROCEDURES

#### 1. Manuscript evaluation

Texts submitted to the journal for review that are in agreement with the editorial policy will only start if they are also in agreement with the "instructions to the authors." If not, they will be returned so that they can be formatted according to the rules or to include a letter or other documents that may become necessary.

It is strongly recommended that the authors seek for professional linguistic advisement (certified reviewers or translators of Portuguese and English) before they submit articles that may contain errors and/or morphological, syntax, idiomatic or stylistic inadequacies. The use of the first person of the singular or plural should be avoided since scientific discourses should be impersonal and not contain judgment of value.

Original articles identified with errors or morphological and syntax inadequacies will be returned even before they are submitted to assessment regarding the merit of the work and the convenience of its publication.

The manuscripts that are approved in this phase will be sent to *ad hoc* referees (reviewers) selected by the editors. Each manuscript will be sent to two reviewers of known competence in the selected theme. If they are not in agreement, the manuscript will be sent to a third referee.

The peer review assessment is the blind review system where the identity of the authors and the referees are kept secret. Thus, the authors should do everything possible to avoid the identification of the authors of the manuscript.

If there is a conflict of interest on the part of the referees, the Editorial Committee will send the manuscript to another *ad hoc* referee.

The opinions of the referees consist of three possibilities: a) full acceptance; b) accepted with reformulations; c) fully refused. They authors will be notified whatever the case.

The final decision regarding the publishing of the article is always from the editors and they are allowed to make any adjustments they find necessary. If there are essay problems, the text will be returned to the authors so that corrections are made within the maximum stipulated period.

**Accepted manuscripts:** accepted manuscripts can be returned to the authors for approval of changes that were made in the editing and formatting processes, according to the style of the journal.

**Copies:** typographical copies will be sent to the others for correction of printing errors. The copies should return to the *Núcleo de Editoração* on the stipulated deadline. Other changes in the original manuscript will not be accepted during this phase.

#### 2. Submission of works

Works must be accompanied by a letter signed by all authors describing the type of work and thematic area, declaring that the manuscript is being presented only to the *Bioikos* and agreeing to transfer the copyright to the journal.

If figures and tables published elsewhere are used, the authorization for their use must also be attached to the manuscript.

**Authorship:** the number of authors must be coherent with the dimensions of the project. Authorship credit must be based on substantial contributions, such as conception and design, or data analysis and interpretation. Including the names of authors who do not fit within the parameters listed above is not justified. Other contributors may be cited in the Acknowledgement section.

#### 3. Presentation of the manuscript

Please send four copies of the manuscript to the *Núcleo de Editoração* of the Journal formatted with double spacing between the lines and font Arial 11. The material should also be sent in floppy disc or CD-ROM. The file should be saved in a text editor similar or above version 97-2003 of MSWord (Windows). The names of the authors or file should be printed on the label of the floppy disc or CD-ROM.

Of the four copies mentioned above, three should come without any identification of the authors so that the assessment can be done secretly; however they should be complete and identical to the original manuscript, omitting only the authorship. It is essential that the scope of the article *does not contain any form of identification of the authors*, which includes, for example, references to previous works of one or more of the authors or the institution where the work was done.

The text should contain from 15 to 20 pages. The pages must have personalized numbering starting with the cover page which should be number 1. The paper must be size A4 with at least 2.5cm of upper and lower margins and 3cm of left and right margins.

The articles (originals, research note) should have approximately 30 references, except for review articles which can have around 50.

All pages should be numbered starting from the identification page. This document contains information that should clarify doubts regarding the formatting.

**Reformulated version:** The reformulated version must be sent in three complete copies, in paper and in a floppy disc or CD-ROM with a label indicating the number of the protocol, the version number, the name of the authors and the name of the file. It is absolutely forbidden to return the previous version.

The text of the article must use a colored font (blue) for all changes, together with a letter to the editor confirming the interest in publishing in this journal and informing what changes were made in the manuscript. If there is disagreement regarding the recommendations of the referees, the authors should present the arguments that justify their stance. The manuscript title and code should be specified.

The **cover page**: should contain:

a) Full title - must be concise, avoiding excess words such as "assessment of...", "considerations on...", "exploratory study...".

b) Short title with up to 40 characters in Portuguese (or Spanish) and English.

c) Full name of all the authors indicating where each one works. Each author is allowed one employee and one title. The authors should therefore choose among their titles and employees those that they judge to be most important.

d) All data regarding titles and employees should be presented in full, without abbreviations.

e) List the full addresses of all the universities with which the authors have affiliations.

f) Indicate an address to exchange correspondence, including the manuscript, with the editor, including facsimile, telephone and e-mail address.

g) Full address to correspond with the authors, including contact name, telephone, facsimile and e-mail.

**Observation**: this should be the only part of the text with identification of the authors.

**Abstract**: all articles submitted in Portuguese or Spanish should have an abstract in the original language and English, with at least 150 words and at most 250 words.

The articles submitted in English should contain the abstract in Portuguese or Spanish and in English.

For original articles, the abstracts must be objectives, basic methods adopted, information on the location, population and sample of the research, most relevant results and conclusions, considering the objectives of the work and indicating ways to continue the study.

The text should not contain citations and abbreviations. Highlight at least three and at most six keywords.

**Text**: except for manuscripts presented as Review and Research Note, the works should follow the formal structure for scientific works:

**Introduction**: must contain current literature review and pertinent to the theme, adequate to the presentation of the problem and that highlights its relevance. It should not be extensive unless it is a manuscript submitted as Review.

**Methods**: must contain a clear and brief description of the method employed along with the correspondent bibliography, including: adopted procedures, universe and sample; measurement instruments and if applicable, validation method; statistical treatment.

**Statistical analysis**: The authors must demonstrate that the statistical procedures employed were not only appropriate to test the hypotheses of the study but have also been correctly interpreted. Do not forget to mention the level of significance adopted (e.g.  $p < 0.05$ ;  $p < 0.01$ ;  $p < 0.001$ ).

If experiments with animals are reported, indicate if the directives of the institutional or national research councils - or any law regarding the care and use of laboratory animals - were followed and inform the number of the procedure.

**Results**: whenever possible, the results should be presented in tables and figures and constructed in a way as to be self-explanatory and contain statistical analysis. Avoid repeating the data within the text.

Tables, charts and figures together should be limited to five and numbered consecutively and independently with Arabic characters according to the order in which data is mentioned and must come in individual and separate sheets. Their locations should be indicated in the text. Information on the location and year of the study is absolutely necessary.

Each element should have a brief title. Tables and charts must have open side borders.

The author is responsible for the quality of the figures (drawings, illustrations, tables, charts and graphs). It must be possible to reduce their size to one or two columns (7,6 and 16,2cm respectively) without loss of sharpness. Landscape format is absolutely forbidden. Digital figures should have the jpeg extension and a minimum resolution of 300 dpi. Printing of colored images when this printing is possible is paid by the authors. If the authors are interested, the Bioikos will inform them of the costs which will vary according to the number of images, their distribution in different pages and the concomitant publication of colored material by other authors.

Figures should be sent in a high-quality print version in black-and-white and/or different tones of gray and/or hachure.

Graphs should be submitted separately in WMF (Windows Metafile) format file and in the format of the program in which they were generated (SPSS, Excel), accompanied by their quantitative parameters in table form and with the names of all the variables.

Satellite images and photographs should be submitted in the following types of files: TIFF (Tagged Image File Format) or BMP (Bitmap). Minimum resolution should be 300dpi (dots per inch), with a minimum width of 16,2cm.

Once the costs are presented to the authors, these are asked to deposit the amount in a bank account. The information regarding the account will be disclosed when necessary.

**Discussion**: should explore adequately and objectively the results and discuss them in light of other observations already registered in the literature.

**Conclusion**: present the relevant conclusions taking into account the objectives of the work and indicate ways that the study can be continued. Bibliographical citations in this section are absolutely forbidden.

**Acknowledgements**: acknowledgments are accepted in a paragraph with no more than three lines and may contain the names



of institutions or individuals who actually collaborated with the research.

- **Scientific name:** the full scientific name of a species must be mentioned in the subtitles of the figures, tables and charts, in the abstract, *resumo* and introduction; later, the generic name must be abbreviated.

- **Attachments:** only include attachments if they are vital for understanding of the text. The editors will judge if they are indeed necessary.

- **Abbreviations and acronyms:** must be used in a standardized manner and restricted only to those used conventionally or sanctioned by use followed by their full meaning when first cited in the text.

- **References:** the references must be in alphabetical order according to the author's last name, chronological by author and located at the end of the text. All authors must be cited when more than two authors are involved. Include the full journal title. We present some examples of the most common cases for reference. Undergraduate papers, congress abstract, symposiums, workshops etc. will not be accepted. Dissertations and theses should be avoided whenever possible.

If an unpublished work of one of the authors of the study is mentioned (that is, an article in press) it is necessary to include the letter of acceptance of the journal who accepted the article for publication. If unpublished data obtained by other researchers are cited in the manuscript, it is necessary to include a letter authorizing the disclosure of the data by their authors.

- **Citations in text:** must be included in the reference list. Cite the author's last name followed by the year of publication, for example, Rocha (2008); if two authors are involved, cite both, for example, Santos & Martins (2008); if three or more are involved, cite the first one followed by *et al.*, for example, Funari *et al.* (2008). Citations are separated by a semicolon (;) and in chronological order, for example, (Santos, 2005; Almeida *et al.*, 2007; Oliveira & Rocha, 2008).

**The exactness and adequateness of the references to works that have been consulted and mentioned in the text of the article are of responsibility of the authors.** All authors whose works are cited in the text should be listed in the "References" section.

## References examples

### Journal

#### Two authors

Thatcher, V.E. & Brasil-Sato, M.C. (2008). *Ergasilussalmini* sp. nov. (Copepoda: Ergasilidae) a branchial parasite of "dourado", *Salminus franciscanus* from the upper São Francisco River, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 25(3):555-7.

#### More than two authors

Rafael, J.A.; Silva, N.M. & Dias, R.M.N.S. (2008). Baratas (Insecta, Blattaria) sinantrópicas na cidade de Manaus, Amazonas, Brasil. *Acta Amazônica*, 38(1):173-8.

### Book

Ângelo, C. & Mayr, E. (2008). *Isto é biologia: a ciência do mundo vivo*. São Paulo: Companhia das Letras.

### More than two authors

Alberts, B.; Bray, D.; Lewis, J.; Johnson, A.; Raff, M.; Roberts, K.; Walter, P. & Hopkin, K. (2007). *Fundamentos da biologia celular*. 2.ed. Porto Alegre: Artmed.

### Book chapter

Alterthum, F. (2005). Crescimento bacteriano. In: Trubulsi, L.R. & Alterthum, F. *Microbiologia*. 4.ed. São Paulo: Atheneu. Biblioteca Biomédica.

### Dissertations and theses

Silva, A.B. (2008). *Planejamento experimental e modelagem estatística do efeito do uso do lodo de esgoto em solos*. Dissertação em Desenvolvimento de Processos Ambientais, Universidade Católica de Pernambuco.

### Paper presented in congress whose article was published in proceedings

Tubino, R.A.; Paes, E.T. & Monteiro-Neto, C. (2007). Determinação objetiva de guildas ecológicas de peixes da região costeira de Itaipu, Niterói-Rj, Brasil. *Anais do XII Congresso Latino Americano de Ciências do Mar - COLACMAR, 2007*, Florianópolis. v.1.

Electronic material must inform: Available from: <<http://www...>>. (accessed: 4 June 2008).

## CHECKLIST

- Declaration of responsibility and transfer of copyright signed by each author.
- Send four copies of the original to the Editor (one original and three copies) and a floppy disc or CD-ROM labeled with the following information: name of the authors and name of the file. If it is a second or more version, include the number of the protocol.
- Verify if the text, including abstract, tables and references, is written with Arial font size 11 and double spaced. The upper and lower margins should have at least 2.5 cm and the lateral margins should have at least 3cm.
- Verify if the information of the legends of the figures and tables is complete.
- Prepare a cover page with the requested information.
- Include the name of the sponsors and the number of the proceeding.
- Indicate if the article is based on a thesis/dissertation placing the title, name of the institution, year of defense and number of pages.
- Include the title of the manuscript in Portuguese and in English.

- Include a short title with 40 characters at most for the legend of each page.

- Include abstracts with a minimum 150 words and a maximum of 250 words, in Portuguese or Spanish and English, and keywords when applicable.

- Verify if the references are in accordance with the standard of the Journal and if they are all cited in the text.

- Include permission of the editors for tables and figures that have been published before.

- Include the opinion of the Ethics Committee of the Institution.

#### **DECLARATION OF RESPONSIBILITY AND COPYRIGHT TRANSFER**

Each author must read and sign the documents (1) Declaration of Responsibility and (2) Copyright Transfer.

First author:

Author responsible for the negotiations:      Title of the manuscript:

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

- I certify that I have participated in the creation of this work and render public my responsibility for its content; I have not omitted any affiliations or financial agreements between the authors and companies that may be interested in 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 a 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 the Bioikos, whether in the printed or electronic format.

Signature of the author(s)      Date \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

2. Copyright transfer: "I declare that, if this article is accepted, the Bioikos will have its copyright and exclusive ownership and any reproduction, in part or in full, printed or electronic, is forbidden without the previous and necessary consent of this journal. If the consent is granted, I will include my thanks for this journal."

Signature of the author(s)      Date \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

***All correspondence should be sent to journal of Bioikos at the address below***

Núcleo de Editoração SBI/CCV - 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: [ccv.revistas@puc-campinas.edu.br](mailto:ccv.revistas@puc-campinas.edu.br)  
Web: <http://www.puc-campinas.edu.br/centros/ccv>

# BIOIKOS

ISSN 0102-9048



Prezado amigo,

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) Lista Qualis: B-4.

Esperamos contar com sua presença entre nossos assinantes regulares.

Preencha o canhoto abaixo.

Um abraço,

**ASSINATURA**

**RENOVAÇÃO**

- |  |   |                        |           |                          |   |                      |           |                          |
|--|---|------------------------|-----------|--------------------------|---|----------------------|-----------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> <b>Volume 20 (1 e 2) (2006)</b> | ⇒ | <b>Pessoas Físicas</b> | R\$ 30,00 | <input type="checkbox"/> | ⇒ | <b>Institucional</b> | R\$ 50,00 | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> <b>Volume 21 (1 e 2) (2007)</b> | ⇒ | <b>Pessoas Físicas</b> | R\$ 30,00 | <input type="checkbox"/> | ⇒ | <b>Institucional</b> | R\$ 50,00 | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> <b>Volume 22 (1 e 2) (2008)</b> | ⇒ | <b>Pessoas Físicas</b> | R\$ 30,00 | <input type="checkbox"/> | ⇒ | <b>Institucional</b> | R\$ 50,00 | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> <b>Volume 23 (1 e 2) (2009)</b> | ⇒ | <b>Pessoas Físicas</b> | R\$ 30,00 | <input type="checkbox"/> | ⇒ | <b>Institucional</b> | R\$ 50,00 | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> <b>Volume 24 (1 e 2) (2010)</b> | ⇒ | <b>Pessoas Físicas</b> | R\$ 40,00 | <input type="checkbox"/> | ⇒ | <b>Institucional</b> | R\$100,00 | <input type="checkbox"/> |

Nome: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

CEP: \_\_\_\_\_ Cidade: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_ Telefone: \_\_\_\_\_

CNPJ/CPF: \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_

Anexo cheque número: \_\_\_\_\_ Banco: \_\_\_\_\_ Valor: \_\_\_\_\_

Cheque nominal à **SOCIEDADE CAMPINEIRA DE EDUCAÇÃO E INSTRUÇÃO**.

Assinatura: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

## FORMAS DE PAGAMENTO

### PARCELADO

- Pré-datado para 30 dias
- Pagamentos em 2 vezes: 1 entrada e o restante para 30 dias

### À VISTA

- Cheque ou depósito bancário: depósito bancário: Banco Itaú ag. 0009 cc 49371-9  
Código de Identificação do assinante: **Institucional** CNPJ      **Pessoas Físicas** CPF

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

**Enviar pedido juntamente com seu pagamento para:**

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: [ccv.assinaturas@puc-campinas.edu.br](mailto:ccv.assinaturas@puc-campinas.edu.br) - Home Page: [www.puc-campinas.edu.br/ccv](http://www.puc-campinas.edu.br/ccv)

**Pontifícia Universidade Católica de Campinas**

(Sociedade Campineira de Educação e Instrução)

**Grão-Chanceler:** Dom Bruno Gamberini

**Reitora:** Profa. Angela de Mendonça Engelbrecht

**Vice-Reitor:** Prof. Eduard Pranic

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

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

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

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

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

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

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

**Bioikos**

Com capa impressa no papel supremo 250g/m<sup>2</sup> e miolo no papel couchê fosco 90g/m<sup>2</sup>

**Editoração eletrônica / DTP**

Toque Final - Editoração Eletrônica

**Impressão / Printing**

Editora Sesil Ltda

**Tiragem / Edition**

800

**Distribuição / Distribution**

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



Artigos | Articles

- 3 Editorial
- 5 *Imposex* em saquaritá *Stramonita haemastoma* (Neogastropoda: Muricidae) na Baixada Santista  
*Imposex in the whelk Stramonita haemastoma* (Neogastropoda: Muricidae), from Baixada Santista (SP), Brazil  
• Juliana Beltramin De Biasi, Acácio Ribeiro Gomes Tomás, Luana Imperato
- 13 Componentes de fecundidade em *Erythrina speciosa* (Leguminosae, Faboideae)  
*Elements of fertility in Erythrina speciosa* (Leguminosae, Faboideae)  
• Bruna Rafaella Zanardi Palermo, Kayna Agostini
- 21 Angiospermas arbóreas e arbustivas do *campus* da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita, Rio Claro (SP)  
*Angiosperm trees and shrubs on the campus of the São Paulo State University "Júlio de Mesquita", Rio Claro (SP), Brazil*  
• Carolina de Moraes Potascheff, Júlio Antonio Lombardi, Harri Lorenzi
- 31 Polinização em área urbana: o estudo de caso de *Jacaranda mimosifolia* D. Don (Bignoniaceae)  
*Pollination in urban area: the Jacaranda mimosifolia D. Don (Bignoniaceae) case study*  
• Gustavo Rodrigues Alves, Aline Peruchi, Kayna Agostini
- 43 New record of *Dyoctophyma renale* in the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*) in the State of Goiás, Brazil  
*Novo registro do Dyoctophyma renale em lobo-guará (Chrysocyon brachyurus) no estado de Goiás*  
• Rosana Talita Braga, Carly Vynne, Marinês Conceição Rieth Corrêa, Rafael Dias Loyola
- 49 Fauna parasitária intestinal de *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará) no Parque Nacional das Emas  
*Intestinal parasite fauna in the Chrysocyon brachyurus (maned wolf) in the Emas National Park, Brazil*  
• Rosana Talita Braga, Carly Vynne, Rafael Dias Loyola
- 57 Análise citogenética em trabalhadores rurais expostos a agrotóxicos  
*Cytogenetic analysis investigation in farmers exposed to pesticides*  
• Anderson do Espírito Santo Pereira, Nathalia Zocal Pereira dos Santos, Leonardo Fernandes Fraceto, Renata de Lima