

Estado do conhecimento dos macroturbelários (Platyhelminthes) do Brasil

Fernando Carbayo^{1,3} & Eudóxia Maria Froehlich²

¹Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo – USP,

Av. Arlindo Bettio, 1000, CEP 03828-000, São Paulo, SP, Brasil, e-mail: baz@usp.br

²Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo – USP,

Rua do Matão, Trav. 14, 321, Cidade Universitária, CEP 05508-900, São Paulo, SP, Brasil

³Autor para correspondência: Fernando Carbayo, e-mail: baz@usp.br

CARBAYO, F. & FROEHLICH, E.M. 2008. **State of knowledge of the macroturbellarians (Platyhelminthes) from Brazil**. Biota Neotrop. 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/en/abstract?thematic-review+bn01908042008>.

Abstract: In the last decades, international efforts have increased, with the aim of acquiring greater knowledge on worldwide biodiversity and to propose adequate conservation policies. Brazil has joined in these efforts, as is shown by recent publications on the state of knowledge of several taxa of organisms. The macroturbellarians (Polycladida and Tricladida, Platyhelminthes) are part of one of the less studied faunal groups, not only in Brazil but also in other regions of the world. In the present study we inventoried the knowledge on the diversity of Brazilian macroturbellarians and make a comparison with that from the rest of the world. We also analyze the accomplishments of Brazilian taxonomists dealing with macroturbellarians, with regard to the world context. Our results show that almost all of the 246 described species are from the South-eastern and Southern regions. The number of species will increase significantly when new samples are undertaken in biomes and regions still little or non-sampled, as well as in already explored areas. Brazil is relatively well provided with specialists in relation to other countries. Nonetheless, in view of the high numbers of estimated diversity, new samples should concur with the academic formation of new taxonomists.

Keywords: Turbellaria, Tricladida, Polycladida, biodiversity.

CARBAYO, F. & FROEHLICH, E.M. 2008. **Estado do conhecimento dos macroturbelários (Platyhelminthes) do Brasil**. Biota Neotrop. 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/pt/abstract?thematic-review+bn01908042008>.

Resumo: Nas últimas décadas tem crescido o esforço internacional para conhecer a biodiversidade mundial visando a criação de políticas públicas de conservação. O Brasil vem participando deste esforço, como evidenciam as recentes publicações sobre o estado do conhecimento de vários táxons de organismos. Os macroturbelários (Polycladida e Tricladida, Platyhelminthes) fazem parte da fauna mundialmente menos estudada. Neste trabalho inventariamos por regiões a diversidade da fauna brasileira conhecida de macroturbelários e comparamos esta diversidade com a do resto do mundo. Analisamos também a atividade dos taxonomistas brasileiros do grupo no contexto mundial. Os resultados mostram que praticamente a totalidade das 246 espécies nominais descritas procede das regiões Sudeste e Sul. O número de espécies deverá aumentar significativamente quando forem feitas novas coletas, tanto em biomas e regiões ainda pouco ou nada explorados quanto nas áreas já amostradas. O Brasil está, relativamente a outros países, bem provido de especialistas. No entanto, em face da grande diversidade estimada, as amostragens deveriam ocorrer concomitantemente com a formação de novos especialistas.

Palavras-chave: Turbellaria, Tricladida, Polycladida, biodiversidade.

Introdução

Os macroturbelários são os Platyhelminthes de vida livre de maiores dimensões, o que significa, no âmbito de “Turbellaria” (grupo parafilético, cf. Ehlers 1985), animais com mais de um milímetro de comprimento do corpo, embora o tamanho mais freqüente seja de 1-10 cm. Há dois grupos taxonômicos com estas características, as subordens Polycladida e Tricladida. Neste trabalho trataremos da subordem Polycladida como um todo e da subordem Tricladida considerando separadamente cada uma das suas quatro infraordens, i.e., Maricola, Cavernicola, Paludicola e Terricola. Com exceção de “Paludicola”, grupo parafilético (Carranza et al. 1998), os outros quatro grupos são considerados monofiléticos.

Polycladida são turbelários que se caracterizam por apresentar ovos endolécitos e um ramo intestinal principal do qual se irradiam numerosos ramos (Hyman 1951). São exclusivamente marinhos (Prudhoe 1985).

Tricladida possuem ovos ectolécitos, intestino dividido em três ramos principais (Hyman 1951) e habitam ambientes aquáticos, límnicos ou marinhos, e ambientes terrestres. As quatro infraordens são classificadas de acordo com esses ambientes: Maricola, eminentemente em águas marinhas costeiras, com poucas espécies em água doce ou estuarinas (Sluys 1989); Cavernicola, em água doce de ambientes abertos ou de cavernas e no lençol freático (Sluys 1990); Paludicola, tipicamente de ambientes abertos de água doce, e Terricola, no meio terrestre úmido.

Na recente avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira (Lewinsohn 2006) para a elaboração de políticas futuras de manejo e conservação da biodiversidade, os turbelários, como os outros grupos, não foram tratados exaustivamente. No presente trabalho o nosso objetivo é complementar essa avaliação com informações mais completas sobre a diversidade dos macroturbelários.

Material e Métodos

Fizemos duas buscas bibliográficas. Na primeira, sobre a fauna brasileira, consultamos livros e trabalhos completos publicados em periódicos científicos: a) diretamente em nossos acervos bibliográficos; e b) nas bases de dados Biological Abstracts e Zoological Record (Thomson Reuters) (agosto 2008) com as palavras-chave Brazil e Turbellaria, e/ou Polycladida, e/ou Tricladida. Classificamos os trabalhos da primeira busca em 4 categorias: diversidade (descrições de espécies, sistemática, listas de espécies, chaves de identificação, faunística, filogenia, biogeografia); biologia e morfologia (ecologia, reprodução, regeneração, desenvolvimento, morfologia funcional, ultraestrutura, citogenética); biologia aplicada e técnicas (toxicidade, espécies bioindicadoras, técnicas de estudo) e estado do conhecimento. Usamos o termo registro para indicar a citação de uma espécie num município. Com auxílio da ferramenta de georreferenciamento Quantum GIS v.0.11.0 (<http://www.qgis.org>), criamos um mapa com indicação de todos os municípios em que há registro de macroturbelários, adotando para todos os municípios as coordenadas geográficas do IBGE disponíveis em <http://splink.cria.org.br/geoloc>. Não contabilizamos espécies não formalmente descritas. Para comparar a atividade dos sistematas de macroturbelários do Brasil com a dos especialistas de outros países, fizemos uma segunda busca dos trabalhos publicados nos últimos cinco anos, nas mesmas bases de dados (Biological Abstracts e Zoological Record, agosto 2008), com os termos Tricladida and Taxonomy, e Polycladida and Taxonomy. Dos trabalhos encontrados selecionamos aqueles em que novos táxons são descritos. Seguimos a classificação taxonômica de Tyler et al. (2006) para os “Turbellaria”, e de Prudhoe (1985) para os Polycladida.

Resultados e Discussão

1. Publicações

Encontramos um total de 186 publicações sobre macroturbelários brasileiros, sendo 91 sobre diversidade, 66 sobre biologia e morfologia, 25 sobre biologia aplicada e técnicas, e 4 sobre o estado do conhecimento (Tabela 1). Estes quatro últimos trabalhos são sinóticos ou dedicados apenas às espécies do estado de São Paulo.

2. Riqueza de espécies e endemismos de gêneros

Existem 246 espécies (Tabela 2) (10,7% do total mundial) e 64 gêneros (20,6% do total mundial) de macroturbelários. Dezoito gêneros (5,8% do total mundial) são endêmicos do Brasil (Tabela 3).

3. Estado taxonômico das espécies

No Brasil, o grupo mais rico em espécies conhecidas, Terricola, tem 24 espécies (15%) com posição taxonômica duvidosa, pendente de reexame do material-tipo e/ou do estudo de exemplares adicionais. Todas estas espécies estão abrigadas no gênero coletivo *Pseudogeoplana* Ogren & Kawakatsu 1990, criado justamente para espécies com dúvida. Algumas podem se revelar como sinônimos, outras como novas espécies, como já tem acontecido, especialmente, com as espécies de Graff (1899). Não identificamos problemas de identificação nos outros táxons, com exceção de um gênero monotípico de Maricola, *Tiddles* Marcus 1963, considerado *incertae sedis* (Sluys 1989).

4. Áreas amostradas

Conhecem-se macroturbelários de 13 estados brasileiros, abrangendo 121 municípios, os quais representam 2,2% dos 5.560 municípios do país (IBGE 2001) (Figura 1). As regiões Sul e Sudeste incluem 88,4% dos municípios amostrados e 95,8% do total de registros (Tabela 4). Dos doze municípios litorâneos, dez são da região Sudeste (ES, RJ e SP) e dois da região Sul (PR).

5. Estimativas de riqueza

Estimativas sobre a riqueza de macroturbelários brasileiros não existem.

Polycladida. As 66 espécies deste grupo descritas – conhecidas de apenas 12 localidades (Figura 1) – devem representar uma pequena fração da riqueza real do grupo em face do relativamente pequeno esforço amostral. Até hoje, praticamente, só dois pesquisadores trabalharam com o grupo no Brasil, Ernst Marcus e Eveline du-Bois Reymond Marcus. Embora tivessem descrito mais de 60 espécies, novas para o Brasil ou novas para a ciência, as amostras foram basicamente manuais, em águas rasas e numa extensão de apenas 350 km da costa brasileira (du Bois-Reymond Marcus & Marcus 1968), abrangendo somente uma das duas regiões biogeográficas oceânicas brasileiras (Spalding et al. 2007). Não foram ainda amostrados os ca. 3.000 km da costa brasileira de recifes, desde o Maranhão até o sul da Bahia (Maida & Ferreira 1997), ecossistemas aos quais se atribui grande diversidade de Polycladida (Prudhoe 1985).

Tricladida, Maricola. No Brasil, as mesmas limitações das amostragens de Polycladida aplicam-se a este outro grupo marinho. No mundo, a distribuição geográfica das espécies do grupo é muito pouco conhecida. Sluys & Kawakatsu (2005) identificaram várias áreas no planeta com riqueza de espécies relativamente alta, indicando o extremo sul da América do Sul como a de maior riqueza de espécies, e a costa do estado de São Paulo como a de maior número de endemismos. Esta última é praticamente a única região amostrada, no que diz respeito aos Maricola, de toda a costa brasileira. Considerando a

Tabela 1. Publicações, em ordem alfabética de autor, sobre macroturbelários brasileiros, com indicação do assunto e do táxon principais abordados. div: diversidade; bio: biologia e morfologia; tec: biologia aplicada e técnicas; con: estado do conhecimento.

Table 1. Publications, alphabetically ordered by author, dealing with Brazilian macroturbellarians. For each publication, the main subject and taxon is also indicated. div: diversity; bio: biology and morphology; tec: applied biology and technics; con: state of knowledge.

Referência	Assunto	Táxon principal
Almeida et al. (1988)	bio	Terricola
Almeida et al. (1991)	bio	Terricola
Alvarez & Almeida (1999)	bio	Terricola
Alvarez & Almeida (2002)	bio	Terricola
Alvarez & Almeida (2007)	bio	Terricola
Anônimo (1987)	div	Maricola
Antunes et al. (2008)	div	Terricola
Ball (1969)	div	Paludicola
Ball (1971)	div	Paludicola
Baptista & Leal-Zanchet (2005)	div	Terricola
Baptista et al. (2006)	div	Terricola
Barros et al. (2006)	tec	Paludicola
Bell (1900)	div	Terricola
Benya et al. (2007)	bio	Paludicola
Blainville (1826)	div	Terricola
Böhmig (1887)	div	Paludicola
Borelli (1898)	div	Paludicola
Bueno-Silva & Fischer (2005a)	bio	Paludicola
Bueno-Silva & Fischer (2005b)	tec	Paludicola
Bueno-Silva & Fischer (2007)	bio	Paludicola
Campos-Velho et al., 2004)	bio	Paludicola
Carbayo (2005)	tec	Terricola
Carbayo (2006)	div	Terricola
Carbayo & Leal-Zanchet (2001)	div	Terricola
Carbayo et al. (2001)	tec	Terricola
Carbayo et al. (2002)	tec	Terricola
Carbayo & Leal-Zanchet (2003)	div	Terricola
Carbayo et al. (2008)	bio	Terricola
Carlé (1935)	bio	Terricola
Carvalho et al. (1975)	tec	Terricola
Carvalho et al. (1984a)	bio	Terricola
Carvalho et al. (1984b)	bio	Terricola
Castro & Leal-Zanchet (2005)	div	Terricola
Corrêa (1947)	div	Terricola
Corrêa (1949)	div	Polycladida
Corrêa (1958)	div	Polycladida
Corrêa (1964)	con	Maricola
Darwin (1844)	div	Terricola
Diesing (1861)	div	Terricola
du Bois-Reymond Marcus (1951a)	bio	Turbellaria
du Bois-Reymond Marcus (1951b)	div	Terricola
du Bois-Reymond Marcus (1955a)	div	Polycladida
du Bois-Reymond Marcus (1955b)	div	Maricola, Terricola

Tabela 1. Continuação...

Referência	Assunto	Táxon principal
du Bois-Reymond Marcus (1957)	div	Polycladida
du Bois-Reymond Marcus (1958)	div	Polycladida
du Bois-Reymond Marcus (1965)	div	Polycladida
du Bois-Reymond Marcus & Marcus (1968)	div	Polycladida
Falleni et al. (2006)	bio	Terricola
Faubel (1983)	div	Polycladida
Faubel (1984)	div	Polycladida
Fernandes et al. (2003)	bio	Terricola
Férussac (1821)	div	Terricola
Fick et al. (2006)	div	Terricola
Fiorentin & Friedrich (1985)	bio	Paludicola
Forneris (1999)	con	Turbellaria
Froehlich (1955a)	div	Terricola
Froehlich (1955b)	div	Terricola
Froehlich (1955c)	bio	Terricola
Froehlich (1956a)	div	Terricola
Froehlich (1956b)	div	Terricola
Froehlich (1958)	div	Terricola
Froehlich (1959)	div	Terricola
Froehlich (1964)	con	Paludicola
Froehlich (1966)	bio	Terricola
Froehlich (1967)	div	Terricola
E.M. Froehlich (1955a)	div	Terricola
E.M. Froehlich (1955b)	div	Terricola
E.M. Froehlich (1985)	tec	Terricola
E.M. Froehlich & Froehlich (1972)	div	Terricola
E.M. Froehlich & Leal-Zanchet (2003)	div	Terricola
Goeldi (1894)	div	Terricola
Graff (1896)	div	Terricola
Graff (1899)	div	Terricola
Guecheva et al. (2001)	tec	Paludicola
Guecheva et al. (2003)	tec	Paludicola
Guimarães & Hirano (1971)	bio	Paludicola
Guimarães & Hirano (1973)	bio	Paludicola
Guimarães et al. (1975)	bio	Paludicola
Hauser (1959a)	bio	Terricola
Hauser (1959b)	bio	Terricola
Hauser (1979)	bio	Paludicola
Hauser (1985)	bio	Paludicola
Hauser (1987)	bio	Paludicola
Hauser et al. (1979a)	tec	Paludicola
Hauser et al. (1979b)	bio	Paludicola
Hauser et al. (1979c)	bio	Paludicola
Hauser et al. (1980)	bio	Paludicola
Hauser & Friedrich (1982)	bio	Paludicola
Hauser & Heller (1983)	bio	Paludicola
Hauser & Santos (1985a)	bio	Paludicola
Hauser & Santos (1985b)	bio	Paludicola
Hauser & Santos (1985c)	bio	Paludicola
Heller (1985a)	bio	Paludicola

Tabela 1. Continuação...

Referência	Assunto	Táxon principal
Heller (1985b)	bio	Paludicola
Hensel (1980)	bio	Paludicola
Hyman (1955)	div	Polycladida, Maricola, Terricola
Jung et al. (1981)	bio	Paludicola
Kawakatsu (1989)	div	Paludicola
Kawakatsu et al. (1976)	div	Paludicola
Kawakatsu et al. (1980)	div	Paludicola
Kawakatsu et al. (1981)	div	Paludicola
Kawakatsu et al. (1982)	div	Paludicola
Kawakatsu et al. (1983a)	div	Paludicola
Kawakatsu et al. (1983b)	div	Paludicola
Kawakatsu et al. (1984)	div	Paludicola
Kawakatsu et al. (1985)	div	Paludicola
Kawakatsu et al. (1986)	div	Paludicola
Kawakatsu & E.M. Froehlich (1992)	div	Cavernicola
Kawakatsu et al. (1992)	div	Paludicola
Kenk (1974)	div	Paludicola
Knakievicz & Bunselmeyer (2008)	tec	Paludicola
Knakievicz et al. (2006)	bio	Paludicola
Knakievicz et al. (2007)	div	Paludicola
Lacerda et al. (2005)	tec	Paludicola
Lau et al. (2007)	tec	Paludicola
Leal-Zanchet & Hauser (1999)	bio	Paludicola
Leal-Zanchet & Carbayo (2000)	div	Terricola
Leal-Zanchet & Carbayo (2001)	div	Terricola
Leal-Zanchet & E.M. Froehlich (2001)	div	Terricola
Leal-Zanchet & E.M. Froehlich (2006)	div	Terricola
Leal-Zanchet & Souza (2003)	div	Terricola
Leal-Zanchet & Baptista (2008)	div	Terricola
Leuck & Luz (1980)	bio	Paludicola
Lima (1981)	tec	Paludicola
Lima (1982)	tec	Paludicola
Lima (1984)	tec	Paludicola
Marcus (1946)	div	Paludicola
Marcus (1947)	div	Polycladida, Maricola
Marcus (1948)	div	Maricola, Paludicola, Polycladida
Marcus (1949)	div	Polycladida
Marcus (1950)	div	Polycladida
Marcus (1951)	div	Terricola
Marcus (1952)	div	Polycladida, Terricola
Marcus (1954)	div	Polycladida
Marcus (1963)	div	Maricola
Martins (1970)	div	Paludicola
Melo et al. (1995)	tec	Paludicola

Tabela 1. Continuação...

Referência	Assunto	Táxon principal
Melo & Andrade (2001)	tec	Paludicola
Moseley (1877)	div	Terricola
Ogren & Kawakatsu (1990)	div	Terricola
Ogren et al. (1997)	div	Terricola
Ogren & Kawakatsu (1998)	div	Terricola
Palma (1984)	bio	Paludicola
Pereira (1970)	tec	Tricladida
Prá et al. (2005)	tec	Paludicola
Preza & Smith (2001)	tec	Paludicola
Prudhoe (1985)	div	Polycladida
Riester (1938)	div	Terricola
Rodrigues & E.M. Froehlich (1998)	con	Turbellaria
Santos & Hauser (1984)	bio	Paludicola
Sawaya & Ungareti (1948)	bio	Paludicola
Schirch (1929)	div	Terricola
Schultze & Müller (1857)	div	Terricola
Schultze (1857)	div	Terricola
Seitenfus & Leal-Zanchet (2004)	tec	Terricola
Silva et al. (1997)	tec	Paludicola
Silveira (1969)	bio	Paludicola
Silveira (1970)	bio	Paludicola
Silveira (1973)	bio	Paludicola
Silveira (1974)	bio	Paludicola
Silveira (1998)	bio	Terricola
Silveira & Corinna (1976)	bio	Terricola
Sluys (1989)	div	Maricola
Sluys (1990)	div	Cavernicola
Sluys (1996)	div	Paludicola
Sluys (1999)	tec	Terricola
Sluys & Kawakatsu (2005)	div	Maricola
Sluys et al. (1997)	div	Paludicola
Sluys et al. (2005)	div	Paludicola
Smith (1960)	div	Polycladida
Souza (1954)	bio	Paludicola
Souza & Hauser (1984)	bio	Paludicola
Souza & Leal-Zanchet (2002)	bio	Paludicola
Souza & Leal-Zanchet (2004)	bio	Terricola
Souza et al. (2005)	bio	Paludicola
Steigleder & Hauser (1984)	bio	Paludicola
Valer (2001)	bio	Paludicola
Vara et al. (2001)	tec	Paludicola
Vara & Leal-Zanchet (2008)	bio	Paludicola
Veyl et al. (2002)	bio	Paludicola
Wiilland et al. (1998)	bio	Paludicola
Wiilland et al. (2004)	bio	Paludicola
Wirth & Heller (1985a)	bio	Paludicola
Wirth & Heller (1985b)	bio	Paludicola
Wirth & Heller (1985c)	bio	Paludicola
Wirth & Heller (1985d)	bio	Paludicola

Tabela 2. Espécies de macroturbelários (Polycladida e Tricladida) e município de ocorrência no Brasil. Os nomes dos municípios foram atualizados. Com o asterisco * foram marcadas localidades não representadas na Figura 1.

Table 2. Macroturbellarian species (Polycladida and Tricladida) and municipalities from where each species is known. The names of the municipalities are the presently used. The asterisk * indicates sites not plotted on the Figure 1.

Ordem	Espécie	Município/Estado
Polycladida	<i>Acerotisa bituna</i> Marcus 1947	Guarujá/SP (Marcus 1947)
Polycladida	<i>Acerotisa leuca</i> Marcus 1947	Guarujá/SP (Marcus 1947)
Polycladida	<i>Adenoplana evelinae</i> Marcus 1950	Ilhabela/SP (Marcus 1950)
Polycladida	<i>Alleena callizona</i> Marcus 1947	Guarujá/SP (Marcus 1947)
Polycladida	<i>Alloiplana aulica</i> (Marcus 1947)	Guarujá/SP (Marcus 1947)
Polycladida	<i>Armatoiplana leptalea</i> (Marcus 1947)	Guarujá/SP (Marcus 1947)
Polycladida	<i>Callioplana evelinae</i> Marcus 1954	Ilhabela/SP (Marcus 1954)
Polycladida	<i>Candimba divae</i> Marcus 1949	Guarujá/SP (Marcus 1949)
Polycladida	<i>Cestoplana salar</i> Marcus 1949	Guarujá/SP (Marcus 1949)
Polycladida	<i>Cestoplana techa</i> du-Bois-Reymond Marcus 1957	Ilhabela/SP (Bois-Reymond Marcus 1957)
Polycladida	<i>Chromyella saga</i> Corrêa 1958	Cabo Frio/RJ (Corrêa 1958)
Polycladida	<i>Comoplana angusta</i> (Verrill 1893)	Guarujá/SP, São Vicente/SP (Marcus 1947)
Polycladida	<i>Cryptocelis lilianae</i> (du Bois-Reymond Marcus 1958)	Ubatuba/SP (du Bois-Reymond Marcus 1958)
Polycladida	<i>Cycloporus gabriellae</i> Marcus 1950	Ilhabela/SP (Marcus 1950)
		Ubatuba/SP (Marcus 1952)
Polycladida	<i>Distylochus isifer</i> (du Bois Reymond Marcus 1955)	Cananéia/SP (du Bois Reymond Marcus 1955b)
Polycladida	<i>Distylochus martae</i> (Marcus 1947)	Guarujá/SP (Marcus 1947)
Polycladida	<i>Duplominona tridens</i> (Marcus 1954)	Ilhabela/SP (Marcus 1954)
Polycladida	<i>Enchiridium evelinae</i> Marcus 1949	Guarujá/SP, Ilhabela/SP (Marcus 1949)
Polycladida	<i>Euplana hymanae</i> Marcus 1947	Guarujá/SP (Marcus 1947)
Polycladida	<i>Euprosthlostomum mortensenii</i> Marcus 1948	Santos/SP, São Vicente/SP (Marcus 1948)
Polycladida	<i>Eurylepta neptis</i> Du-Bois Reymond Marcus 1955	Ilhabela/SP (du Bois-Reymond-Marcus 1955b)
Polycladida	<i>Eurylepta piscatoria</i> (Marcus 1947)	Guarujá/SP (Marcus 1947)
Polycladida	<i>Eurylepta turma</i> Marcus 1952	Ilhabela/SP, Ubatuba/SP (Marcus 1952)
Polycladida	<i>Hoploplana divae</i> Marcus 1950	Ilhabela/SP (Marcus 1950)
Polycladida	<i>Hoploplana usaguia</i> Smith 1960	Ubatuba/SP (Smith 1960)
Polycladida	<i>Interplana evelinae</i> (Marcus 1952)	Guarujá/SP, Itanhaém/SP (Marcus 1952)
Polycladida	<i>Itannia ornata</i> Marcus 1947	Guarujá/SP (Marcus 1947)
		Ilhabela/SP, Ubatuba/SP (Marcus 1952)
Polycladida	<i>Latocestus brasiliensis</i> Hyman 1955	São Francisco*/? (Hyman 1955)
Polycladida	<i>Lurymare gabriellae</i> (Marcus 1949)	Ilhabela/SP (Marcus 1949)
Polycladida	<i>Lurymare matarazzo</i> (Marcus 1950)	Ilhabela/SP (Marcus 1950)
Polycladida	<i>Lurymare utarum</i> (Marcus 1952)	Ilhabela/SP (Marcus 1952)
Polycladida	<i>Nonatona euscopa</i> Marcus 1952	Matinhos/PR (Marcus 1952)
Polycladida	<i>Notocomplana evelinae</i> (Marcus 1947)	Guarujá/SP (Marcus 1947)
Polycladida	<i>Notocomplana syntoma</i> (Marcus 1947)	São Vicente/SP (Marcus 1947)
Polycladida	<i>Notoplana divae</i> Marcus 1948	Matinhos/PR, Santos/SP (Marcus 1948)
Polycladida	<i>Notoplana martae</i> Marcus 1948	Guarujá/SP, Santos/SP (Marcus 1948)
Polycladida	<i>Notoplana megala</i> Marcus 1952	Ilhabela/SP, Ubatuba/SP (Marcus 1952)
Polycladida	<i>Notoplana micheli</i> Marcus 1949	Itapemirim (Marcus 1949)
Polycladida	<i>Notoplana plecta</i> Marcus 1947	Guarujá/SP (Marcus 1947)
Polycladida	<i>Notoplana sawayai</i> Marcus 1947	Guarujá/SP (Marcus 1947)
Polycladida	<i>Notoplana syntoma</i> Marcus 1948	São Vicente/SP (Marcus 1948)
Polycladida	<i>Parviplana lynca</i> (du-Bois Reymond Marcus 1958)	Cananéia/SP (du-Bois Reymond Marcus 1958)
Polycladida	<i>Pentaplana divae</i> Marcus 1949	São Vicente/SP (Marcus 1949)
Polycladida	<i>Phaenocelis medvenica</i> Marcus 1952	Ilhabela/SP (Marcus 1952)
Polycladida	<i>Phaenocelis medvenica</i> Marcus 1952	Ilhabela/SP (Marcus 1952)
Polycladida	<i>Prolatocestus ocellatus</i> (Marcus 1947)	Guarujá/SP (Marcus 1947)

Tabela 2. Continuação...

Ordem	Espécie	Município/Estado
Polycladida	<i>Prosthlostomum cynarium</i> Marcus 1950	Ilhabela/SP (Marcus 1950)
Polycladida	<i>Prosthlostomum gilvum</i> Marcus 1950	Ilhabela/SP (Marcus 1950)
Polycladida	<i>Pseudobiceros evelinae</i> (Marcus 1950)	Santos/SP (Marcus 1950)
Polycladida	<i>Pseudoceros chloreus</i> Marcus 1949	Ilhabela/SP (Marcus 1949)
Polycladida	<i>Pseudoceros hispidus</i> du-Bois Reymond Marcus 1955	Ilhabela/SP (du Bois-Reymond-Marcus 1955b)
Polycladida	<i>Pseudoceros mopsus</i> Marcus 1952	Ilhabela/SP (Marcus 1952)
Polycladida	<i>Stylochoplana divae</i> Marcus 1947	Guarujá/SP (Marcus 1947)
Polycladida	<i>Stylochoplana leptalea</i> Marcus 1947	Caravelas/BA (Marcus 1968) Guarujá/SP (Marcus 1947)
Polycladida	<i>Stylochoplana selenopsis</i> Marcus 1947	São Vicente/SP (Marcus 1947)
Polycladida	<i>Stylochoplana walsergia</i> du Bois-Reymond Marcus & Marcus 1968	Caravelas/BA (du Bois-Reymond Marcus & Marcus 1968)
Polycladida	<i>Stylochus catus</i> du-Bois Reymond Marcus 1958	Ubatuba/SP, Ilhabela/SP (du Bois-Reymond Marcus 1958)
Polycladida	<i>Stylochus refertus</i> du-Bois Reymond Marcus 1965	São Vicente/SP (du-Bois Reymond Marcus 1965)
Polycladida	<i>Stylochus ticus</i> Marcus 1952	Ilhabela/SP Ubatuba/SP (Marcus 1952)
Polycladida	<i>Theama evelinae</i> Marcus 1949	Ilhabela/SP (Marcus 1949)
Polycladida	<i>Thysanozoon brochii</i> (Risso 1818)	Ilhabela/SP (Marcus 1949)
Polycladida	<i>Triadomma curvum</i> Marcus 1949	Ilhabela/SP (Marcus 1949)
Polycladida	<i>Triadomma evelinae</i> Marcus 1947	Guarujá/SP (Marcus 1947)
Polycladida	<i>Zygantoplana henriettae</i> Corrêa 1949	Ilhabela/SP Matinhos/PR Itapemirim/ES (Corrêa 1949)
Polycladida	<i>Zygantoplana plesia</i> Corrêa 1949	Antonina/PR (Corrêa 1949)
Polycladida	<i>Acerotisa bituna</i> Marcus 1947	Guarujá/SP (Marcus 1947)
Maricola (Tricladida)	<i>Dinizia divae</i> Marcus 1947	Guarujá/SP (Marcus 1947)
Maricola (Tricladida)	<i>Leucolesma corderoi</i> Marcus 1948	Guarujá/SP, Santos/SP (Marcus 1948)
Maricola (Tricladida)	<i>Nerpa evelinae</i> Marcus 1948	Guarujá/SP, São Vicente/SP (Marcus 1948)
Maricola (Tricladida)	<i>Procerodes dahli</i> Marcus & Marcus 1959	Haicabe*/? (Sluys 1989)
Maricola (Tricladida)	<i>Puiteca camica</i> du Bois-Reymond-Marcus 1955	Ubatuba/SP (du Bois-Reymond-Marcus 1955b)
Maricola (Tricladida)	<i>Tiddles evelinae</i> Marcus 1963	Cananéia/SP (Marcus 1948)
Maricola (Tricladida)	<i>Vatapa gabriellae</i> Marcus 1948	Guarujá/SP (Marcus 1948)
Cavernicola (Tricladida)	<i>Rhodax evelinae</i> Marcus 1946	São Paulo/SP (Marcus 1946)
Paludicola (Tricladida)	<i>Bopsula evelinae</i> Marcus 1946	Campos do Jordão/SP (Marcus 1946)
Paludicola (Tricladida)	<i>Girardia biapertura</i> Sluys 1987	São Sebastião do Caí/RS (Sluys et al. 1997)
Paludicola (Tricladida)	<i>Girardia anderlani</i> (Kawakatsu & Hauser 1983)	São Francisco de Paula/RS (Knakievicz et al. 2007) Caçapava do Sul/RS (Knakievicz et al. 2007) Dois Irmãos/RS (Kawakatsu et al. 1976) Encruzilhada do Sul/RS (Kawakatsu et al. 1986) Erechim/RS (Knakievicz et al. 2007) Flores da Cunha/RS (Knakievicz et al. 2007) Salvador do Sul/RS (Knakievicz et al. 2007) Santa Maria/RS (Knakievicz et al. 2007) São Leopoldo/RS (Kawakatsu et al. 1983a) Severiano de Almeida/RS (Knakievicz et al. 2007) Uruguaiana/RS (Knakievicz et al. 2007) Viamão/RS (Knakievicz et al. 2007) Pelotas/RS (Kawakatsu et al. 1986)
Paludicola (Tricladida)	<i>Girardia arndti</i> Marcus 1946	Campos de Jordão/RJ (Marcus 1946) Morro Reuter/RS (Kawakatsu et al. 1986)

Tabela 2. Continuação...

Ordem	Espécie	Município/Estado
Paludicola (Tricladida)	<i>Girardia chilla</i> (Marcus 1954)	Salesópolis/SP (Sluys 1996)
Paludicola (Tricladida)	<i>Girardia festae</i> (Borelli 1898)	Urucum*/MT (Borelli 1898)
Paludicola (Tricladida)	<i>Girardia hypoglaucha</i> (Marcus 1948)	São Paulo/SP (Marcus 1948)
Paludicola (Tricladida)	<i>Girardia nonatoi</i> (Marcus 1946)	São Paulo/SP (Marcus 1946)
Paludicola (Tricladida)	<i>Girardia paramensis</i> (Fuhrman 1914)	Medicilândia/PA, Altamira/PA (Kawakatsu & E.M. Froehlich 1992)
Paludicola (Tricladida)	<i>Girardia schubarti</i> (Marcus 1946)	Botucatu/SP (Kawakatsu et al. 1983) Campos do Jordão/SP (Marcus 1946) Monte Alegre/SP (Marcus 1946) São Carlos/SP (Kawakatsu et al. 1982) Salesópolis/SP (Kawakatsu et al. 1976) São Paulo/SP (Marcus 1946) Nova Petrópolis/RJ (Kawakatsu et al. 1980) Caxias do Sul/RJ (Kawakatsu et al. 1980) Dois Irmãos/RJ (Hensel 1980) Morro Reuter/RJ (Kawakatsu et al. 1980) Erechim/RJ (Knakievicz et al. 2007) Flores da Cunha/RJ (Knakievicz et al. 2007) Harmonia/RJ (Kawakatsu et al. 1980) Jacutinga/RJ (Knakievicz et al. 2007) Júlio de Castilhos/RJ (Kawakatsu et al. 1980) Montenegro/RJ (Hensel 1980) Morro Reuter/RJ (Kawakatsu et al. 1980) Novo Hamburgo/RJ (Kawakatsu et al. 1980) Picada Café/RJ (Kawakatsu et al. 1980) Santa Maria/RJ (Knakievicz et al. 2007) Santo Ângelo/RJ (Knakievicz et al. 2007) São Francisco de Paula/RJ (Kawakatsu et al. 1986) São José dos Ausentes/RJ (Knakievicz et al. 2007) São Leopoldo/RJ (Kawakatsu et al. 1976) Sapiranga/RJ (Hensel 1980) Severiano de Almeida/RJ (Knakievicz et al. 2007) Uruguaiana/RJ (Knakievicz et al. 2007) Pelotas/RJ (Kawakatsu et al. 1986)
Paludicola (Tricladida)	<i>Girardia tigrina</i> (Girard 1850)	Salvador/BA (Preza & Smith 2001) São Carlos/SP (Kawakatsu et al. 1982) Botucatu/SP (Kawakatsu et al. 1983b) São Paulo/SP (Marcus 1946) Arambaré/RJ (Knakievicz et al. 2007) Arroio do Meio/RJ (Kawakatsu et al. 1992) Salvador do Sul/RJ (Kawakatsu et al. 1992) Glorinha/RJ (Knakievicz et al. 2007) Porto Alegre/RJ (Marcus 1946) São Francisco de Paula/RJ (Kawakatsu et al. 1986) São Leopoldo/RJ (Kawakatsu et al. 1980) Pelotas/RJ (Kawakatsu et al. 1986)
Paludicola (Tricladida)	<i>Girardia ururiograndeana</i> (Kawakatsu, Hause & Ponce de Leon 1992)	Arroio do Meio/RJ Arroio Grande/RJ (Kawakatsu et al. 1992)
Terricola (Tricladida)	<i>Amaga righii</i> (E.M. Froehlich 1972)	Serra do Navio/AP (E.M. Froehlich & Froehlich 1972)
Terricola (Tricladida)	<i>Bipalium kewense</i> Moseley 1878	exótica e cosmopolita
Terricola (Tricladida)	<i>Cephaloflexa araucariana</i> Carbayo & Leal-Zanchet 2003	São Francisco de Paula/RJ (Carbayo & Leal-Zanchet 2003)

Tabela 2. Continuação...

Ordem	Espécie	Município/Estado
Terricola (Tricladida)	<i>Cephaloflexa bergi</i> (Graff 1899)	Teresópolis/RJ (Schirch 1929) Ubatuba/SP (Froehlich 1956a) São Paulo/SP (Graff 1899) Santo André/SP (Marcus 1951) Mongaguá/SP (Marcus 1951) Santos/SP (Marcus 1951) Curitiba/PR (Froehlich 1956b) Paranaguá/PR (Froehlich 1956b) Morretes/PR (Froehlich 1956b) Blumenau/SC (Froehlich 1956b) Cambará do Sul/RS (Fick et al. 2006)
Terricola (Tricladida)	<i>Choeradoplana bilix</i> Marcus 1951	Angra dos Reis/RJ (Marcus 1951)
Terricola (Tricladida)	<i>Choeradoplana catua</i> Froehlich 1955	Teresópolis/RJ (Froehlich 1955a)
Terricola (Tricladida)	<i>Choeradoplana ehrenreichi</i> Graff 1899	Joinville/SC (Graff 1899)
Terricola (Tricladida)	<i>Choeradoplana iheringi</i> Graff 1899	Nova Lima/MG (Riester 1938) Teresópolis/RJ (Graff 1899) Salesópolis/SP (Souza & Leal-Zanchet 2003) Ribeirão Pires/SP (Riester 1938) Cambará do Sul/RS (Fick et al. 2006) São Paulo/SP (Riester 1938) São Francisco de Paula/RS (Souza & Leal-Zanchet 2003) Taquara/RS (Graff 1899)São Leopoldo/RS (Froehlich 1959)
Terricola (Tricladida)	<i>Choeradoplana langi</i> (Graff 1894)	Blumenau/SC (Graff 1899) Brusque/SC (Marcus 1951)
Terricola (Tricladida)	<i>Choeradoplana marthae</i> Froehlich 1955	Mongaguá/ SP (Froehlich 1955a)
Terricola (Tricladida)	<i>Diporodemus hymanae</i> Froehlich 1972	Serra do Navio/AP (Froehlich & Froehlich 1972)
Terricola (Tricladida)	<i>Dolichoplana carvalhoi</i> Corrêa 1947	exótica e cosmopolita
Terricola (Tricladida)	<i>Endeavouria septemlineata</i> (Hyman 1939)	exótica São Paulo/SP, Campo Grande/MS, Florianópolis/SC, Maquiné/RS, São Lourenço do Sul/RS (Carbayo et al. 2008)
Terricola (Tricladida)	<i>Enterosyringia pseudorhynchodemus</i> (Riester 1938)	Teresópolis/RJ (Riester 1938) São Paulo/SP (Marcus 1951) Blumenau/SC (Froehlich 1959)
Terricola (Tricladida)	<i>Geobia subterranea</i> Schultze & Müller 1857	Teresópolis/RJ (Riester 1938) Mogi das Cruzes/SP (Marcus 1951) São Paulo/SP (Marcus 1951) Avaré/SP (Marcus 1951) Blumenau/SC (Schultze & Müller 1857)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Barreirana) barreirana</i> Riester 1938	Teresópolis/RJ (Riester 1938) Rio de Janeiro/RJ (Froehlich 1956a) Ubatuba/SP (Froehlich 1956a)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Barreirana) cafusa</i> Froehlich 1956	Ubatuba/SP (Froehlich 1956a)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Barreirana) cassula</i> E.M. Froehlich 1955	Teresópolis/RJ (E.M. Froehlich 1955a)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Barreirana) elegans</i> (Darwin 1844)	Rio de Janeiro/RJ (Darwin 1844)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Barreirana) zebroides</i> Riester 1938	Teresópolis/RJ (Riester 1938)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) apeva</i> Froehlich 1959	Brusque/SC, Blumenau/SC (Froehlich 1959)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) applanata</i> Graff 1899	Nova Lima/MG (Riester 1938) Santo Antônio de Pádua/RJ (Graff 1899) Teresópolis/RJ (Riester 1938)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) argus</i> Graff 1899	Nova Friburgo/RJ (Graff 1899)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) arpi</i> Schirch 1929	Maylasky/RJ (Schirch 1929)

Tabela 2. Continuação...

Ordem	Espécie	Município/Estado
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) assu</i> Froehlich 1959	Blumenau/SC, Pomerode/SC (Froehlich 1959)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) beckeri</i> Froehlich 1959	Salvador/BA (Froehlich 1959)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) blaseri</i> Schirch 1929	RJ*, ES* (Schirch 1929)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) braunsi</i> Graff 1899	Amparo/SP (Froehlich 1958) Santos/SP (Graff 1899) Mogi das Cruzes/SP (Marcus 1951)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) bresslaui</i> Schirch 1929	Teresópolis/RJ (Schirch 1929)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) burmeisteri</i> Schultze & Müller 1857	Teresópolis/RJ (Schirch 1929) Rio de Janeiro/RJ (Schultze & Müller 1857) Ubatuba/SP (Froehlich 1956a) São Paulo/SP (Marcus 1951) Matinhos/PR (Froehlich 1956b) Blumenau/SC (Froehlich 1956b) Itajaí/SC (Froehlich 1956b) Brusque/SC (Froehlich 1956b)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) caapora</i> Froehlich 1958	Apiáí/SP (Froehlich 1958)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) carinata</i> Riester 1938	Ribeirão Pires/SP (Riester 1938) Juquiá/SP (Froehlich 1958) São Paulo/SP (Marcus 1951) Santos/SP (Marcus 1951) Mongaguá/SP (Marcus 1951) Pirassununga/SP (Froehlich 1958) Mogi das Cruzes/SP (Marcus 1951) Curitiba/PR (Froehlich 1956b) Morretes/PR (Froehlich 1956b)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) carrierei</i> Graff 1897	São Paulo/SP (Marcus 1951) Santo André/SP (Marcus 1951) São Leopoldo/RS (Froehlich 1959)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) catharina</i> Hyman 1957	São Bento do Sul/SC (Hyman 1955)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) chita</i> Froehlich 1956	Eldorado/SP (Froehlich 1956b) Curitiba/PR (Froehlich 1956b)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) chiuna</i> E.M. Froehlich 1955	Pirassununga/SP (E.M. Froehlich 1955a)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) crioula</i> E.M. Froehlich 1955	São Paulo/SP (E.M. Froehlich 1955a)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) dictyonota</i> Riester 1938	Araras*/MG (Riester 1938)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) divae</i> Marcus 1951	Alto da Serra/SP (Marcus 1951) Vila Atlântica/SP (Marcus 1951)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) eudoxiae</i> Ogren & Kawakatsu 1990	Teresópolis/RJ (Riester 1938)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) eudoximariae</i> Ogren & Kawakatsu 1990	Teresópolis/RJ (Riester 1938)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) evelinae</i> Marcus 1951	Mongaguá/SP (Marcus 1951) Santo André/SP (Marcus 1951)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) ferussaci</i> Graff 1899	Nova Lima/MG (Riester 1938) Araras/MG (Riester 1938) Perto de Rio de Janeiro*/RJ Teresópolis/RJ (Schirch 1929) Ubatuba/SP (Froehlich 1956a) São Paulo/SP (Marcus 1951) Mogi das Cruzes/SP (Marcus 1951) Blumenau/SC (Graff 1899) RS* (Graff 1899)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) fragai</i> Froehlich 1955	Teresópolis/RJ (Froehlich 1955b)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) fryi</i> Graff 1899	Teresópolis/RJ (Schirch 1929)

Tabela 2. Continuação...

Ordem	Espécie	Município/Estado
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) gaucha</i> Froehlich 1959	Rio de Janeiro/RJ (Graff 1899) Salvador do Sul/RS (Froehlich 1959) São Leopoldo/RS (Antunes et al. 2008) Porto Alegre/RS (Froehlich 1959) Viamão/RS (Antunes et al. 2008)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) glieschi</i> Froehlich 1959	Iraí/RS (Froehlich 1959)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) goettei</i> Schirch 1929	Teresópolis/RJ (E.M. Froehlich 1955a)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) hina</i> Marcus 1951	Santo André/SP (Marcus 1951)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) incognita</i> Riester 1938	Teresópolis/RJ (Riester 1938)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) itatiayana</i> Schirch 1929	Resende/RJ (Schirch 1929) São Paulo/SP (Marcus 1951)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) jandira</i> Froehlich 1955	Teresópolis/RJ (Froehlich 1955b)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) joia</i> Froehlich 1956	São José dos Pinhais/PR (Froehlich 1956b)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) ladislavii</i> Graff 1899	Blumenau/SC (Froehlich 1959) Cambará do Sul/RS (Fick et al. 2006) São Francisco de Paula/RS (Carbayo et al. 2002) São Leopoldo/RS (Froehlich 1959) Taquara/RS (Graff 1899) Santa Maria/RS (Castro et al. 2005) Viamão/RS (Antunes et al. 2008)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) livia</i> E.M. Froehlich 1955	São Paulo/SP (E.M. Froehlich 1955a)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) marginata</i> Schultze & Müller 1857	Blumenau/SC (Schultze & Müller 1857)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) marmorata</i> Schultze & Müller 1857	Blumenau/SC (Schultze & Müller 1857) Pomerode/SC (Froehlich 1959)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) matuta</i> E.M. Froehlich 1955	Teresópolis/RJ (E.M. Froehlich 1955a)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) metzi</i> Graff 1899	Rio de Janeiro/RJ (Riester 1938) São Paulo/SP (Graff 1899) Ribeirão Pires/SP (Marcus 1951)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) mirim</i> E.M. Froehlich 1972	Serra do Navio/AP (Froehlich & E.M. Froehlich 1972)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) multicolor</i> Graff 1899	Teresópolis/RJ (Froehlich 1956a) Santo André/SP (Marcus 1951) Avaré/SP (Marcus 1951) Mogi das Cruzes/SP (Marcus 1951) São Paulo/SP (Graff 1899) Curitiba/PR (Froehlich 1956b) Guapiara/PR (Froehlich 1958) Ponta Grossa/PR (Froehlich 1958) Lapa/PR (Froehlich 1956b)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) nigra</i> Froehlich 1959	Taquara/RS (Froehlich 1959)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) pavani</i> Marcus 1951	Santo André/SP (Froehlich 1955c) Mogi das Cruzes/SP (Marcus 1951)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) phocaica</i> Marcus 1951	São Paulo/SP (Marcus 1951)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) picta</i> Froehlich 1956	Ubatuba/SP (Froehlich 1956a)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) poca</i> Froehlich 1958	Itanhaém/SP (Froehlich 1958)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) polyophthalma</i> Graff 1899	Matinhos/PR (Froehlich 1956b) Blumenau/SC (Graff 1899) Joinville/SC (Graff 1899) Pomerode/SC (Froehlich 1956b) Taquara/RS (Graff 1899)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) preta</i> Riester 1938	Teresópolis/RJ (Riester 1938) São Paulo/SP (Marcus 1951)

Tabela 2. Continuação...

Ordem	Espécie	Município/Estado
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) pseudovaginuloides</i> Riester 1938	Teresópolis/RJ (Riester 1938)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) quagga</i> Marcus 1951	Teresópolis/RJ (Froehlich 1956a) São Paulo/SP (Marcus 1951) Blumenau/SC (Froehlich 1959)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) regia</i> E.M. Froehlich 1955	Araraquara/SP (E.M. Froehlich 1955a)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) riesteri</i> Froehlich 1955	Araras/MG (Riester 1938) Teresópolis/RJ (Riester 1938)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) rufiventris</i> Schultze & Müller 1857	Blumenau/SC (Schultze & Müller 1857)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) ruiva</i> E.M. Froehlich 1972	Serra do Navio/AP (Froehlich & E.M. Froehlich 1972)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) schubarti</i> Froehlich 1958	Itanhaém/SP, São Paulo/SP (Froehlich 1958)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) suva</i> Froehlich 1959	Blumenau/SC (Froehlich 1959)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) tamoia</i> E.M. Froehlich 1955	Teresópolis/RJ (E.M. Froehlich 1955a)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) tapira</i> Froehlich 1958	Tapiraí/SP (Froehlich 1958) São Paulo/SP (Marcus 1951)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) taxiarcha</i> Marcus 1951	Mogi das Cruzes/SP (Marcus 1951) Ubatuba/SP (Froehlich, 1956a)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) toriba</i> Froehlich 1958	Juquiá/SP (Froehlich 1958)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) trigueira</i> E.M. Froehlich 1955	Teresópolis/RJ (E.M. Froehlich 1955a) Ubatuba/SP (Froehlich 1956a)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) tuxaua</i> E.M. Froehlich 1955	São Paulo/SP (E.M. Froehlich 1955a)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) vaginuloides</i> (Darwin 1844)	Teresópolis/RJ (Riester 1938) Rio de Janeiro/RJ (Darwin 1844) São Paulo/SP (Marcus 1952) Itanhaém/SP (Froehlich 1958) Eldorado/SP (Marcus 1951)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana (Geoplana) yara</i> E.M. Froehlich 1955	Teresópolis/RJ (E.M. Froehlich 1955a)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana franciscana</i> Leal-Zanchet & Carbayo 2000	São Francisco de Paula/RS (Zanchet & Carbayo 2000) Cambará do Sul/RS (Fick et al. 2006)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana josefi</i> Carbayo & Leal-Zanchet 2001	São Francisco de Paula/RS (Carbayo & Leal-Zanchet 2001) Cambará do Sul/RS (Fick et al. 2006)
Terricola (Tricladida)	<i>Geoplana rubidolineata</i> Baptista & Leal-Zanchet 2005	São Francisco de Paula/RS (Baptista & Leal-Zanchet 2005)
Terricola (Tricladida)	<i>Issoca jandaia</i> Froehlich 1955	São Paulo/SP (Froehlich 1955a)
Terricola (Tricladida)	<i>Issoca piranga</i> Froehlich 1955	Teresópolis/RJ (Froehlich 1955a)
Terricola (Tricladida)	<i>Issoca potyra</i> Froehlich 1956	Eldorado/SP (Froehlich 1958)
Terricola (Tricladida)	<i>Issoca rezendei</i> (Schirch 1929)	Teresópolis/RJ (Schirch 1929) São Paulo/SP (Marcus 1951) Ubatuba/SP (Froehlich 1955a) Mongaguá/SP (Froehlich 1955a) Itanhaém/SP (Froehlich 1955a) Paranaguá/SP (Froehlich 1955a) Itajaí/SC (Froehlich 1955a) Blumenau/SC (Froehlich 1955a)
Terricola (Tricladida)	<i>Issoca spatulata</i> (Graff 1899)	Blumenau/SC (Graff 1899)

Tabela 2. Continuação...

Ordem	Espécie	Município/Estado
Terricola (Tricladida)	<i>Kontikia orana</i> Froehlich 1955	exótica Serra do Navio/AP (Froehlich & E.M. Froehlich 1972) Pirai/RJ (Froehlich 1955a) Ubatuba/SP (du Bois-Reymond-Marcus 1955b) São Paulo/SP (Froehlich 1955a) Itanhaém/SP (Froehlich 1955a) Mongaguá/ SP (Froehlich 1955a) Pirassununga/SP (Froehlich 1955a) Baía de Paranaguá/PR (Froehlich 1955a) Blumenau (Froehlich 1955a)
Terricola (Tricladida)	<i>Notogynaphallia abundans</i> (Graff 1899)	São Leopoldo/RS (Antunes et al. 2008) Taquara/RS (Leal-Zanchet & E.M. Froehlich 2006) Poço das Antas/RS (Leal-Zanchet & E.M. Froehlich 2006) Novo Hamburgo/RS (Leal-Zanchet & E.M. Froehlich 2006) Tupandi/RS (Leal-Zanchet & E.M. Froehlich 2006) Campo Bom/RS (Leal-Zanchet & E.M. Froehlich 2006) Salvador do Sul/RS (Leal-Zanchet & E.M. Froehlich 2006) Glorinha/RS (Leal-Zanchet & E.M. Froehlich 2006) Viamão/RS (Antunes et al. 2008)
Terricola (Tricladida)	<i>Notogynaphallia albonigra</i> (Riester 1938)	Teresópolis/RJ (Riester 1938)
Terricola (Tricladida)	<i>Notogynaphallia atra</i> (Schultze & Müller 1857)	Blumenau/SC (Schultze & Müller 1857) Pomerode/SC (Froehlich 1956b) Brusque/SC (Froehlich 1956b) Lapa/PR (Froehlich 1956b)
Terricola (Tricladida)	<i>Notogynaphallia caissara</i> (E.M. Froehlich 1955)	Teresópolis/RJ (E.M. Froehlich 1955) Rio de Janeiro/RJ (Carbayo 2006) Ubatuba/SP (E.M. Froehlich 1955) Ribeirão Pires/SP (Carbayo 2006) Itanhaém/SP (Carbayo 2006)
Terricola (Tricladida)	<i>Notogynaphallia ceciliae</i> E.M. Froehlich & Leal-Zanchet 2003	São Francisco de Paula/RS (Froehlich & Leal-Zanchet 2003)
Terricola (Tricladida)	<i>Notogynaphallia ernesti</i> Leal-Zanchet & E.M. Froehlich 2006	Jundiaí/SP (Leal-Zanchet & E.M. Froehlich 2006) São Paulo/SP (Marcus 1951) Curitiba (Leal-Zanchet & E.M. Froehlich 2006) São Francisco de Paula/RS (Leal-Zanchet & E.M. Froehlich 2006)
Terricola (Tricladida)	<i>Notogynaphallia fita</i> (Froehlich 1959)	Blumenau/SC (Froehlich 1959)
Terricola (Tricladida)	<i>Notogynaphallia froehlichae</i> Ogren & Kawakatsu 1990	João Pessoa/PB (Riester 1938)
Terricola (Tricladida)	<i>Notogynaphallia goetschi</i> (Riester 1938)	Teresópolis/RJ (Riester 1938) Ubatuba/SP (Froehlich 1956a) São Paulo/SP (Marcus 1951) Santo André/SP (Marcus 1951) Mogi das Cruzes/SP (Marcus 1951) Mongaguá/SP (Marcus 1951) Guapiara/SP (Froehlich 1958) Eldorado/SP (Marcus 1951)

Tabela 2. Continuação...

Ordem	Espécie	Município/Estado
Terricola (Tricladida)	<i>Notogynaphallia graffi</i> Leal-Zanchet & E.M. Froehlich 2006	Cambará do Sul/RS (Fick et al. 2006) São Francisco de Paula/RS (Leal-Zanchet & E.M. Froehlich 2006) Salvador do Sul/RS (Leal-Zanchet & E.M. Froehlich 2006) Três Coroas (Leal-Zanchet & E.M. Froehlich 2006)
Terricola (Tricladida)	<i>Notogynaphallia guaiana</i> Leal-Zanchet & Carbayo 2000	São Francisco de Paula/RS (Zanchet & Carbayo 2000)
Terricola (Tricladida)	<i>Notogynaphallia mourei</i> (Froehlich 1956)	Curitiba/PR (Froehlich 1956b) Serra do Mar*, entre Curitiba e Paranaguá/PR (Froehlich 1956b)
Terricola (Tricladida)	<i>Notogynaphallia muelleri</i> (Diesing 1861)	Santo André/SP (Froehlich 1959) Blumenau/SC (Schultze & Müller 1857) Pomerode/SC (Froehlich 1959) Itajaí/SC (Froehlich 1959) Brusque/SC (Froehlich 1959)
Terricola (Tricladida)	<i>Notogynaphallia nataliae</i> (Froehlich 1959)	Blumenau/SC (Froehlich 1959)
Terricola (Tricladida)	<i>Notogynaphallia octostriata</i> (Schultze & Müller 1857)	Teresópolis/RJ (Schirch 1929) Blumenau/SC (Schultze & Müller 1857)
Terricola (Tricladida)	<i>Notogynaphallia parca</i> (E.M. Froehlich 1955)	São Paulo/SP (E.M. Froehlich 1955a)
Terricola (Tricladida)	<i>Notogynaphallia plumbea</i> (Froehlich 1956)	São Paulo/SP (Froehlich 1956b) Serra do Mar*, entre Curitiba/PR e Paranaguá/PR (Froehlich 1956b)
Terricola (Tricladida)	<i>Notogynaphallia sexstriata</i> (Graff 1899)	Teresópolis/RJ (Schirch 1929) São Paulo/SP (du Bois-Reymond Marcus 1951b) Brusque/SC (du Bois-Reymond Marcus 1951b) Taquara/RS (Graff 1899)
Terricola (Tricladida)	<i>Pasipha astraia</i> (Marcus 1951)	Mogi das Cruzes/SP (Marcus 1951) São Paulo/SP (Marcus 1951)
Terricola (Tricladida)	<i>Pasipha biseminalis</i> (Riester 1938)	Teresópolis/RJ (Riester 1938)
Terricola (Tricladida)	<i>Pasipha caeruleonigra</i> (Riester 1938)	Teresópolis/RJ (Riester 1938)
Terricola (Tricladida)	<i>Pasipha chimbeva</i> (E.M. Froehlich 1955)	São Paulo/SP (E.M. Froehlich 1955a)
Terricola (Tricladida)	<i>Pasipha hauseri</i> (Froehlich 1959)	Belém/PA (Froehlich & E.M. Froehlich 1972) São Leopoldo/RS (Froehlich 1959)
Terricola (Tricladida)	<i>Pasipha oliverioi</i> (Froehlich 1955)	Teresópolis/RJ (Froehlich 1955b)
Terricola (Tricladida)	<i>Pasipha pasipha</i> (Marcus 1951)	São Paulo/SP (Marcus 1951)
Terricola (Tricladida)	<i>Pasipha penhana</i> (Riester 1938)	Penha/PB (Riester 1938)
Terricola (Tricladida)	<i>Pasipha pinima</i> (E.M. Froehlich 1955)	São Paulo/SP (E.M. Froehlich 1955a)
Terricola (Tricladida)	<i>Pasipha plana</i> (Schirch 1929)	Teresópolis/RJ (E.M. Froehlich 1955a)
Terricola (Tricladida)	<i>Pasipha pulchella</i> (Schultze & Müller 1857)	Blumenau/SC (Froehlich 1955b)
Terricola (Tricladida)	<i>Pasipha rosea</i> (E.M. Froehlich 1955)	Pirassununga/SP (E.M. Froehlich 1955a) São Paulo/SP (E.M. Froehlich 1955a) São Simão/SP (Froehlich 1958) Lapa/PR (Froehlich 1956b)
Terricola (Tricladida)	<i>Pasipha splendida</i> (Graff 1899)	Teresópolis/RJ (Graff 1899)
Terricola (Tricladida)	<i>Pasipha tapetilla</i> (Marcus 1951)	Rio de Janeiro/RJ (Froehlich 1956a) Teresópolis/RJ (Froehlich 1956a) Pirassununga/SP (Marcus 1951) Ubatuba/SP (Froehlich 1956a) Blumenau/SC (Froehlich 1959) Itajaí/SC (Froehlich 1959)
Terricola (Tricladida)	<i>Pasipha trina</i> (Marcus 1951)	Santo André/SP (Marcus 1951)
Terricola (Tricladida)	<i>Pasipha velina</i> (Froehlich 1955)	Blumenau/SC (Froehlich 1959) Brusque/SC (du Bois-Reymond Marcus 1951b)
Terricola (Tricladida)	<i>Pasipha velutina</i> (Riester 1938)	Nova Lima/MG (Riester 1938)

Tabela 2. Continuação...

Ordem	Espécie	Município/Estado
Terricola (Tricladida)	<i>Pseudogeoplana bonita</i> (Schirch 1929)	Teresópolis/RJ (Schirch 1929)
Terricola (Tricladida)	<i>Pseudogeoplana brasiliensis</i> (Blainville 1826)	Rio de Janeiro/RJ (Graff 1899) Santos/SP (Graff 1899)
Terricola (Tricladida)	<i>Pseudogeoplana burri</i> (Riester 1938)	Teresópolis/RJ (Riester 1938)
Terricola (Tricladida)	<i>Pseudogeoplana cardosi</i> (Schirch 1929)	Teresópolis/RJ (Schirch 1929)
Terricola (Tricladida)	<i>Pseudogeoplana collini</i> (Graff 1899)	RS* (Graff 1899)
Terricola (Tricladida)	<i>Pseudogeoplana doederleini</i> (Schirch 1929)	Rio Doce*/RJ (Schirch 1929)
Terricola (Tricladida)	<i>Pseudogeoplana flava</i> (Moseley 1877)	BA* (Moseley 1877)
Terricola (Tricladida)	<i>Pseudogeoplana goeldii</i> (Graff 1899)	Rio de Janeiro/RJ (Graff 1899)
Terricola (Tricladida)	<i>Pseudogeoplana lumbricoides</i> (Schirch 1929)	Teresópolis/RJ (Schirch 1929)
Terricola (Tricladida)	<i>Pseudogeoplana marginata</i> (Schultze & Müller 1857)	Blumenau/SC (Schultze & Müller 1857)
Terricola (Tricladida)	<i>Pseudogeoplana maximiliani</i> (Schultze & Müller 1857)	Blumenau/SC (Schultze & Müller 1857)
Terricola (Tricladida)	<i>Pseudogeoplana nephelis</i> (Schultze & Müller 1857)	Blumenau/SC (Schultze & Müller 1857)
Terricola (Tricladida)	<i>Pseudogeoplana olivacea</i> (Schultze & Müller 1857)	Blumenau/SC (Schultze & Müller 1857)
Terricola (Tricladida)	<i>Pseudogeoplana pauloschirchi</i> Ogren & Kawakatsu 1992	Teresópolis/RJ (Schirch 1929)
Terricola (Tricladida)	<i>Pseudogeoplana pavonina</i> (Riester 1938)	Teresópolis/RJ (Riester 1938)
Terricola (Tricladida)	<i>Pseudogeoplana perspicillata</i> (Graff 1899)	Blumenau/SC (Graff 1899)
Terricola (Tricladida)	<i>Pseudogeoplana riedeli</i> (Schirch 1929)	Rio de Janeiro/RJ (Riester 1938)
Terricola (Tricladida)	<i>Pseudogeoplana rostrata</i> (Graff 1899)	Blumenau/SC (Graff 1899)
Terricola (Tricladida)	<i>Pseudogeoplana schirchi</i> Ogren & Kawakatsu 1990	Teresópolis/RJ (Schirch 1929)
Terricola (Tricladida)	<i>Pseudogeoplana theresopolitana</i> (Schirch 1929)	Teresópolis/RJ (Schirch 1929)
Terricola (Tricladida)	<i>Pseudogeoplana tricolor</i> (Riester 1938)	Teresópolis/RJ (Riester 1938)
Terricola (Tricladida)	<i>Pseudogeoplana tristriata</i> (Schultze & Müller 1857)	Blumenau/SC (Schultze & Müller 1857)
Terricola (Tricladida)	<i>Pseudogeoplana wetzeli</i> (Schirch 1929)	Rio Doce* perto de Maylasky (Schirch 1929)
Terricola (Tricladida)	<i>Rhynchodemus blainvillei</i> Graff 1899	Blumenau/SC (Graff 1899)
Terricola (Tricladida)	<i>Rhynchodemus pellucidus</i> Graff 1899	Santo André/SP (Marcus 1952) Blumenau/SC (Graff 1899)
Terricola (Tricladida)	<i>Rhynchodemus piptus</i> Marcus 1952	São Paulo/SP (Marcus 1952)
Terricola (Tricladida)	<i>Rhynchodemus schubarti</i> du Bois-Reymond Marcus 1955	Pirassununga/SP (du Bois-Reymond Marcus 1955b)
Terricola (Tricladida)	<i>Rhynchodemus sciurus</i> du Bois-Reymond Marcus 1955	Serra do Navio/AP (Froehlich & E.M. Froehlich 1972) Porto Grande/AP (Froehlich & E.M. Froehlich 1972) Ubatuba/SP (du Bois-Reymond-Marcus 1955b) Pirassununga/SP (du Bois-Reymond-Marcus 1955b)
Terricola (Tricladida)	<i>Rhynchodemus? hectori</i> Graff 1897	Teresópolis/RJ (du Bois-Reymond Marcus 1955b)
Terricola (Tricladida)	<i>Supramontana irritata</i> Carbayo & Leal-Zanchet 2003	São Francisco de Paula/RS (Carbayo & Leal-Zanchet 2003)
Terricola (Tricladida)	<i>Xerapoa hystrix</i> Froehlich 1955	Mogi das Cruzes/SP (Froehlich 1955a) São Paulo/SP (Froehlich 1955a) Curitiba/PR (Froehlich 1955a)
Terricola (Tricladida)	<i>Xerapoa una</i> Froehlich 1955	Brusque/SC (Froehlich 1955a)

enorme extensão das águas territoriais brasileiras, e a variedade de ambientes (costeiro, estuarino, recifal e ambientes mais profundos), pode se esperar que coletas nesses ambientes, ainda não amostrados, revelem numerosas espécies novas.

Tricladida, Cavernicola. No Brasil nunca foram pesquisados ambientes de cavernas com o objetivo de coletar especificamente turbelários. Nas raras vezes em que foram coletados tricladidos,

com uma única exceção, os animais eram imaturos. Os espécimes maduros, constituindo esta exceção, foram identificados (Kawakatsu & E. M. Froehlich 1992) como *Girardia paramensis* (Fuhrman 1914). Trata-se de uma espécie troglófila de Paludicola. A única espécie brasileira de Cavernicola, *Rhodax evelinae* Marcus 1946, é de ambientes abertos. Até pouco tempo conhecida apenas do estado de São Paulo, tem sido recentemente encontrada no Rio Grande do

Tabela 3. Números absoluto e relativo de gêneros e espécies de macroturbelários ocorrentes no Brasil e total de gêneros conhecidos no mundo**Table 3.** Absolute and relative numbers of genera and species of Brazilian macroturbellarians, and number of known genera in the world.

	Polycladida	Maricola	Cavernicola	Paludicola	Terricola	Total
Espécies no mundo	931	95	5	426	830	2287
Espécies no Brasil (% mundial)	66 (7,1)	7 (7,4)	1 (20,0)	12 (2,8)	160 (19,3)	246 (10,7)
Gêneros no mundo	155	38	4	60	53	310
Gêneros no Brasil (% mundial)	37 (23,9)	7 (18,4)	1 (25,0)	2 (3,3)	17 (32,1)	64 (20,6)
Gêneros endêmicos (% mundial)	7 (4,5)	3 (7,9)	1 (25,0)	1 (1,7)	6 (11,3)	18 (5,8)

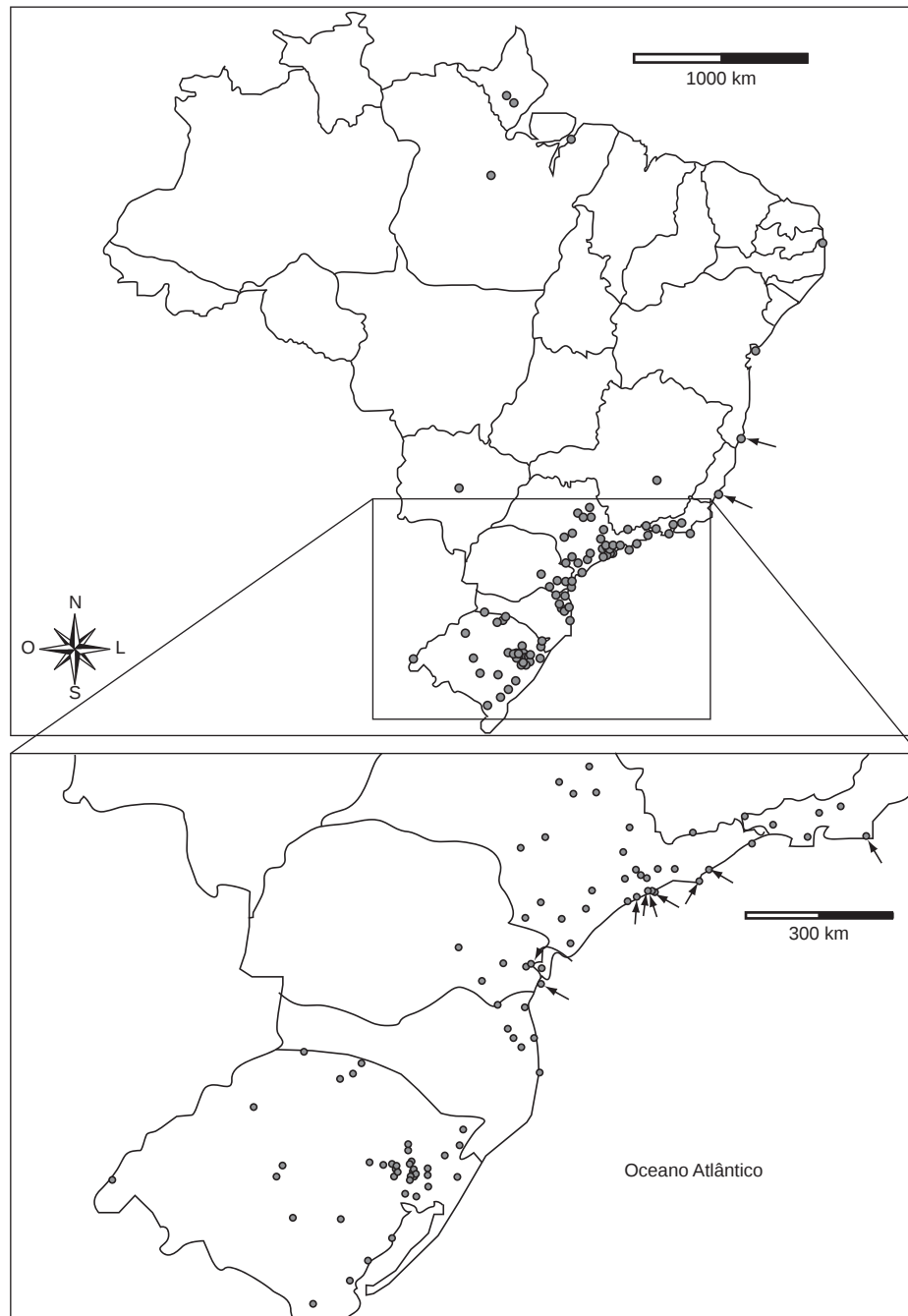
**Figura 1.** Municípios brasileiros com registros de Tricladida (círculos cinzas) e Polycladida (setas). A região meridional está ampliada para maior clareza.**Figure 1.** Brazilian municipalities with known Tricladida (gray circles) and Polycladida (arrows). For clarity purposes, the meridional region was amplified.

Tabela 4. Municípios e registros (em parênteses) de macroturbelários, por região e por ambiente. Cada registro corresponde à citação de uma espécie em um município. Duas espécies (1,7% do total) marinhas, cujo estado de procedência não é conhecido, foram contempladas no cômputo geral de espécies.

Table 4. Municipalities and records (in parentheses) of macroturbellarians, by region and environment. Each record refers to the citation of a species in a municipality. Two species (1.7% of the total number), from marine environment, whose region of sampling is unknown, were added to the total number of species.

Ambiente	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	Total
Límnico	2 (2)	1 (1)	1 (1)	6 (15)	31 (47)	43 (66)
Marinho	0 (0)	1 (2)	-	9 (82)	2 (4)	14 (90)
Terrestre	3 (8)	3 (4)	1 (1)	34 (205)	36 (126)	77 (344)
Brasil	5 (10)	5 (7)	2 (2)	45 (302)	62 (177)	121 (500)
Brasil %	4,1 (2,0)	4,1 (1,4)	1,7 (0,4)	37,2 (60,4)	51,2 (35,4)	100,0 (100,0)

Sul, em arrozais, nos canais de irrigação (Vara & Leal-Zanchet, com. pess.).

Tricladida, Paludicola. A quase totalidade das espécies brasileiras deste grupo é conhecida das regiões Sudeste e Sul (Figura 1), em razão do maior esforço amostral realizado nessas regiões (Sluys et al. 1997). Exceção notável é a da espécie acima referida, *G. paramensis*. Originalmente encontrada em um riacho nos Páramos colombianos, no Brasil foi coletada em cavernas na bacia do rio Xingu, no estado do Pará (Kawakatsu & Froehlich 1992). Há ainda vastas regiões no país não amostradas, como indica a Figura 1. No Rio Grande do Sul há numerosos municípios amostrados, mas o número de espécies coletadas é pequeno quando comparado ao número dos terrícolas coletados nas mesmas regiões.

Tricladida, Terricola. Este grupo, o mais rico em espécies descritas, será ainda acrescido de várias outras, à medida que o estudo em andamento de várias espécies, coligidas por vários pesquisadores em diversas localidades, for sendo terminado. Resultados preliminares de parte desse material, coletado em matas do sul do país, revelaram de 13 a 40 espécies por localidade (Leal-Zanchet & Carbayo 2000, Carbayo et al. 2002, de Castro & Leal-Zanchet 2005, Fick et al. 2006, Baptista et al. 2006, Antunes et al. 2008). Porém, como nesses trabalhos muitos dos animais têm ainda o status de morfoespécie, não é possível saber qual o número de espécies novas e o grau de endemidade nas matas pesquisadas.

Mesmo nas poucas localidades relativamente bem estudadas novas espécies podem ser encontradas. Por exemplo, apesar do grande esforço amostral realizado por E.M. e C.G. Froehlich e alunos, desde 1950, no início da construção da Cidade Universitária, no Butantan, São Paulo/SP, e em suas proximidades, ainda é possível encontrar pelo menos três espécies desconhecidas pela ciência (obs. pess.). Uma delas (descrição em fase de acabamento), ausente das primeiras coletas, e presente a partir dos anos 60, deve ter sido inadvertidamente introduzida com plantas ornamentais para os jardins (Carbayo et al. 2008).

6. Atividade taxonômica atual

Atualmente há três especialistas em taxonomia de Tricladida vinculados a núcleos de pesquisa no Brasil. Isso representa 0,65% dos 542 zoólogos taxonomistas brasileiros com vínculo estável (Marques & Lamas 2006). Nos últimos cinco anos estes pesquisadores descreveram seis espécies e propuseram dois gêneros de Terricola. Não há sistematas de Polycladida. No contexto mundial, nos últimos cinco anos foram propostos 59 novos táxons (48 espécies, 9 gêneros, 1 subfamília, 1 família), publicados em 25 trabalhos, 4 deles (16,0%) de autores brasileiros. Os trabalhos foram assinados por um total de 39 autores oriundos de 16 países (Tabela 5). O Brasil – junto da Rússia e dos EUA – é um dos países com maior número de taxonomistas, e, ao lado da Austrália, o que tem o maior número de centros de pesquisa.

Tabela 5. Nacionalidade dos 39 autores que assinam os 25 artigos com novos táxons de macroturbelários publicados nos últimos cinco anos, e localização dos centros de pesquisa aos quais os autores estão vinculados.

Table 5. Nationality of the 39 authors that signed the 25 papers dealing with new macroturbellarian taxa published in the last 5 years, with the location of the research institutions to which the authors are associated.

País	Primeiro autor	Total de autores	Centros de pesquisa
Austrália	4	7	3
Brasil	4	4	3
Bélgica	1	3	3
Holanda	5	3	2
Rússia	2	4	2
EUA	1	4	2
Japão	2	2	1
Argentina	2	1	1
Reino Unido	2	1	1
Espanha	1	3	1
Itália	1	2	1
Alemanha	-	1	1
Coréia do Sul	-	1	1
Nova Zelândia	-	1	1
Uruguai	-	1	1
Zimbábue	-	1	1
Total	25	39	25

Os dados referentes à atividade taxonômica no contexto mundial estão super-estimados, uma vez que foram incluídos entre eles autores sem vínculo estável (graduandos ou pós-graduandos) e pesquisadores aposentados ou mortos. Os dados mostram a relativa vitalidade da atividade taxonômica no Brasil no que diz respeito aos macroturbelários, embora o número de especialistas seja ainda muito insuficiente para trabalhar a diversidade do grupo. A escassez de especialistas para determinar as espécies estende-se a muitos outros grupos de invertebrados, alguns mesmo sem especialistas, e até a alguns grupos de vertebrados (Marques & Lamas 2006, Migotto & Marques 2006, Lewinsohn 2006, Lewinsohn & Prado 2004, Amorim et al. 2002). Esta também é a realidade para plantas não vasculares (Giulietti et al. 2005) e bactérias (Lambais et al. 2006). São eloquentes os doze séculos que, segundo estimativas de Lewinsohn & Prado (2006), seriam necessários para descrever toda a biodiversidade brasileira, se mantido o ritmo da atividade taxonômica do período 1978-1995 focalizado por eles.

Dentre as possíveis explicações para a escassez de taxonomistas de macroturbelários podemos citar os hábitos crípticos desses animais, sua relativa raridade e o trabalhoso e demorado processamento histológico exigido para seu estudo (Winsor 2001, Sluys & Kawakatsu 2005). Acrescente-se a isso, e de uma maneira geral para muitos outros táxons, o lento recrutamento de novos sistemas, em parte devido ao fascínio que outros ramos mais novos da Biologia têm exercido sobre os iniciantes. Rieger (1998), no longo artigo em que expõe, quase exaustivamente, a pesquisa multifacetada sobre os turbelários desenvolvida durante os últimos 100 anos, considera jovem ainda o estudo do grupo. E termina: "As phylogenetic studies show us how important turbellarians are in the broad scheme of animal evolution, they should be ever more interesting subjects for study".

Agradecimentos

Agradecemos a Fernando Portella de Luna Marques (USP) o auxílio para a confecção do mapa; a Ramon Arthur Clark pela revisão do inglês; a Adriano S. Melo (UFRGS), do corpo editorial, e a dois assessores anônimos, pelas valiosas sugestões que muito contribuíram para melhorar o artigo. FC tem o apoio da Fundación BBVA (Biocon 06/067) e da FAPESP (proc. 2007/03890-6).

Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, E.C.J.D., YAMADA, C.M. & FROEHLICH, E.M. 1988. Estudos cromossômicos em duas espécies de planárias terrestres: *Geoplana abundans* Graff e *Issoca rezendei* (Schirch) (Platyhelminthes, Tricladida, Terricola). *Ciênc. Cult. Supl.* 40:764-765.
- ALMEIDA, E.J.C.D., YAMADA, C.M. & FROEHLICH, E.M. 1991. Cytogenetic studies of two land planarian species from Brazil: *Geoplana marginata* and *Issoca rezendei* (Tricladida, Terricola). *Hydrobiologia* 227(1):169-173.
- ALVAREZ, L. & ALMEIDA, E.J.C.D. 1999. Comparative karyotypic analysis of two land planarian species from Brazil: *Geoplana burmeisteri* and *Geoplana carinata* (Tricladida, Terricola). *Hereditas* 131(1):1-4.
- ALVAREZ, L. & ALMEIDA, E.J.C.D. 2002. The first record of polyploidy in a land planarian species (*Geoplana burmeisteri*). *Caryologia* 55(3):235-239.
- ALVAREZ, L. & ALMEIDA, E.J.C.D. 2007. Comparative karyotype analysis in diploid and triploid *Dolichoplana carvalhoi* (Tricladida, Terricola, Rhynchodemidae) from Brazil. *Genet. Mol. Biol.* 30(2):375-379.
- AMORIM, D.S., SILVA, V.C. & BALBI, M.I.P.A. 2002. Estado do conhecimento dos Diptera neotropicals. In Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática (C. Costa, S.A. Vanin, J.M. Lobo, A. Melic, orgs.). Sociedad Entomológica Aragonesa y CYTED, Zaragoza, p. 29-36.
- ANÔNIMO. 1987. Uma nova planária na Antártica. *Comissão Interministerial para Recursos do Mar. Informativo* 2(3):3.
- ANTUNES, M.B., MARQUES, D.I.L. & LEAL-ZANCHET, A.M. 2008. Composição das comunidades de planárias terrestres (Platyhelminthes, Tricladida, Terricola) em duas áreas de floresta estacional semidecidual do sul do Brasil. *Neotrop. Biol. Conserv.* 3(1):34-38.
- BALL, I. 1969. An annotated checklist of the freshwater Tricladida of the Nearctic and Neotropical Regions. *Can. J. Zool.* 47:59-64.
- BALL, I. 1971. Systematic and biogeographical relationships of some *Dugesia* species (Tricladida, Paludicola) from Central and South America. *Am. Mus. Novitates* 2472:1-25.
- BAPTISTA, V.A., MATOS, L.B., FICK, I.A. & LEAL-ZANCHET, A.M. 2006. Composição das comunidades de planárias terrestres (Platyhelminthes, Tricladida, Terricola) do Parque Nacional dos Aparados da Serra, Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.* 96(3):293-297.
- BAPTISTA, V.D.A., LEAL-ZANCHET, A.M. 2005. Nova espécie de *Geoplana* Stimpson (Platyhelminthes, Tricladida, Terricola) do sul do Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 22(4):875-882.
- BARROS, G.S., ANGELIS, D.F., FURLAN, L.T. & CORRÊA-JUNIOR, B. 2006. Utilização de planárias da espécie *Dugesia* (*Girardia*) *tigrina* em testes de toxicidade de efluente de refinaria de petróleo. *J. Braz. Soc. Ecotoxicol.* 1(1):67-70.
- BELL, F.J. 1900. Remarks on a collection of land planarians made by Dr. Goeldi in Brazil. *P. Zool. Soc. London* 266-267.
- BENYA, E., LEAL-ZANCHET, A.M., SANTOS, W.H., HAUSER, J. & ERDTMANN, B. 2007. Chromosome polymorphism and complements in populations of *Girardia* species (Platyhelminthes, Tricladida, Paludicola) from southern Brazil. *Braz. J. Biol. = Rev. Bras. Biol.* 67(4):951-955.
- BLAINVILLE, D.D. 1826. Planaires. In Dictionnaire Des Sciences Naturelles. Paris, p. 215-216.
- BÖHMIG, L.V. 1887. *Planaria iheringii*, eine neue Triclade aus Brasilien. *Zool. Anz.* 10:482-483.
- BORELLI, A. 1898. Viaggio del Dr. Enrico Festa nell'Ecuador e regione vicine. IX. Planarie d'acqua dolce. *Boll. Mus. Zool. Anat. Comp.* 13(322):1-6.
- BUENO-SILVA, M. & FISCHER, M.L. 2005A. Estudo da biologia de *Girardia tigrina* (Girard, 1850) (Platyhelminthes, Tricladida, Paludicola): análise do crescimento, reprodução e mortalidade em laboratório. *Acta Biol. Leopoldensia* 27(1):11-17.
- BUENO-SILVA, M. & FISCHER, M.L. 2005b. Dinâmica populacional e fenologia de *Girardia tigrina* (Girard, 1850) (Platyhelminthes, Paludicola) no Parque Barigüi, Curitiba - PR. *Acta Biol. Leopoldensia* 27(2):93-98.
- BUENO-SILVA, M. & FISCHER, M.L. 2007. Ocelos supernumerários espontâneos em *Girardia tigrina* (Platyhelminthes, Paludicola) no Estado do Paraná. *Biociências* 14(2):168-173.
- CAMPOS-VELHO, N.M.R.D., LOPES, K.A.R. & HAUSER, J. 2004. Morphometry of the eyes in regenerant of genus *Dugesia* (Platyhelminthes, Turbellaria, Dugesidae). *Braz. J. Biol. = Rev. Bras. Biol.* 64(1): 1-9.
- CARBAYO, F. & LEAL-ZANCHET, A.M. 2001. A new species of terrestrial planarian (Platyhelminthes: Tricladida: Terricola) from South Brazil. *Braz. J. Biol. = Rev. Bras. Biol.* 61(3):437-447.
- CARBAYO, F. & LEAL-ZANCHET, A.M. 2003. Two new genera of Geoplaninae (Terricola: Tricladida: Platyhelminthes) of Brazil in the light of cephalic apomorphies. *Invert. Syst.* 17(3):449-468.
- CARBAYO, F. 2005. Procedimentos de campo e laboratório para a caracterização das planárias terrestres neotropicais (Platyhelminthes: Tricladida). *Caderno La Salle* XI 2(1):131-144.
- CARBAYO, F. 2006. Redescription of two land planarian species of *Notogynaphallia* Ogren & Kawakatsu (Platyhelminthes, Tricladida, Geoplaninae) and confirmation of the heterogeneity of the genus. *Braz. J. Zool.* 23(3):746-757.
- CARBAYO, F., LEAL-ZANCHET, A.M. & VIEIRA, E.M. 2002. Terrestrial flatworm (Platyhelminthes: Tricladida: Terricola) diversity vs. man-induced disturbance in a subtropical rainforest from Southern Brazil. *Biodiversity Conserv.* 11:1091-1104.
- CARBAYO, F., LEAL-ZANCHET, A.M., VIEIRA, E.M. 2001. Land planarians (Platyhelminthes, Tricladida, Terricola) as indicators of man-induced disturbance in a south Brazilian rainforest. *Belg. J. Zool.* 131(Suppl. 1):223-224.
- CARBAYO, F., PEDRONI, J. & FROEHLICH, E.M. 2008. Colonization and extinction of land planarians (Platyhelminthes, Tricladida) in a Brazilian Atlantic Forest regrowth remnant. *Biol. Invasions* 10(7):1131-1134.
- CARLÉ, R. 1935. Beiträge zur Embriologie der Landplanarien. *Ztschr. Morphol. Ökol. Tiere* 29(4):527-558.
- CARRANZA, S., LITTLEWOOD, D.T.J., CLOUG, K.A., RUIZ-TRILLO, I., BAGUÑA, J. & RIUTORT, M. 1998. A robust molecular phylogeny of the Tricladida (Platyhelminthes: Seriata) with a discussion on morphological synapomorphies. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 265: 631-640.
- CARVALHO, I.M.D., BRUNNER, JR.A. & VALENTE, M.M. 1984a. Relationship between the dorsoventral muscle fibers and the epidermis of *Geoplana carinata* Riester, 1938 (Platyhelminthes, Turbellaria, Tricladida). *Zool. Jb. Anat.* 111:25-33.

- CARVALHO, I.M.D., HAUSER, J. & FRIEDRICH, M.G. 1975. Lichtmikroskopische Präparationsmethoden zur Darstellung der Basalmembran bei *Geoplana carinata* Riester (Turbellaria, Tricladida). *Mikroskopie* 31:323-332.
- CARVALHO, I.M.D., VALENTE, M.M. KÖHLER, F.W. 1984b. Die Feinstruktur der Basalmembran bei *Geoplana carinata* Riester, 1938 (Platyhelminthes – Turbellaria). *Z. Mikrosk. – Anat.* 98(3):403-416.
- CASTRO, R.D.C. & LEAL-ZANCHET, A.M. 2005. Composição de comunidades de planárias terrestres (Platyhelminthes) em áreas de floresta estacional decidual e de campo na Região Central do Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Biol. Leopoldensia* 27(3):147-150.
- CORRÊA, D.D. 1947. A primeira *Dolichoplana* (Tricladida, Terricola) do Brasil. *Bol. Fac. Fil. Ci. Letras, Univ. São Paulo, Zool.* 12:57-81.
- CORRÊA, D.D. 1949. Sobre o gênero *Zygantoplana*. *Bol. Fac. Fil. Ciênc., Sér. Zool.* 99:173-218.
- CORRÊA, D.D. 1958. A new polyclad from Brazil. *Bol. Inst. Oceanogr. São Paulo* 7:81-86.
- CORRÊA, D.D. 1964. Turbellaria marinhos. In História natural de organismos aquáticos do Brasil. Fapesp, São Paulo, p. 101-102.
- DARWIN, C. 1844. Brief descriptions of several terrestrial planariae, and of some remarkable marine species, with an account of their habits. *Quart. Jour. Microsc. Soc.* 91(2):209-214.
- DIESING, K.M. 1861. Revision der Turbellarien. Abtheilung: Dendrocoelen. *Sitzungsberichte d. mathemat.-Naturwiss. Classe der kaiserl. Akad. Wiss.* 44 I Abt. 6-10:485-578.
- DU BOIS-REYMOND MARCUS, E. & MARCUS, E. 1968. Polycladida from Curaçao and faunistically related regions. *Stud. Fauna Curaçao* 26:1-106.
- DU BOIS-REYMOND MARCUS, E. 1951a. Contributions to the natural history of Brazilian Turbellaria. *Comun. Zool. Mus. Hist. Nat. Montevideo* 3(63):1-25.
- DU BOIS-REYMOND MARCUS, E. 1951b. On South American geoplanids. *Bol. Fac. Fil. Ci. Letras, Univ. São Paulo, Zool.* 16:217-255.
- DU BOIS-REYMOND MARCUS, E. 1955a. Chave dos Polycladida do litoral de São Paulo. *Bol. Fac. Fil. Ci. Letras, Univ. São Paulo, Zool.* 19:281-288.
- DU BOIS-REYMOND MARCUS, E. 1955b. On Turbellaria and *Polygordius* from the Brazilian coast. *Bol. Fac. Fil. Ci. Letras, Univ. São Paulo, Zool.* 20:19-53.
- DU BOIS-REYMOND MARCUS, E. 1957. On Turbellaria. *Acad. Brasil. Ciênc.* 29(1):153-191.
- DU BOIS-REYMOND MARCUS, E. 1958. On South American Turbellaria. *Acad. Brasil. Ciênc.* 30(3):391-417.
- DU BOIS-REYMOND MARCUS, E. 1965. Drei neotropische Turbellarien. *Sitz. - Ber. Ges. naturf. Freunde, Berlin* 5:129-135.
- EHLERS, U. 1985. Das Phylogenetische System der Plathelminthes. Gustav Fischer, Stuttgart, New York, 317 p.
- FALLEN, A., LUCCHESI, P., GHEZZANI, C., SILVEIRA, M. & GREMIGNI, V. 2006. Ultrastructural and cytochemical aspects of the female gonad of *Geoplana burmeisteri* (Platyhelminthes, Tricladida, Terricola). *Jour. Morphol.* 267(3):318-332.
- FAUBEL, A. 1983. The Polycladida, Turbellaria. Proposal and establishment of a new system. Part I. The Acotylea. *Mitt. Hamb. Zool. Mus. Inst.* 80:17-121.
- FAUBEL, A. 1984. The Polycladida, Turbellaria. Proposal and establishment of a new system. Part II. The Cotylea. *Mitt. Hamb. Zool. Mus. Inst.* 80:189-259.
- FERNANDES, M.C., ALVARES, E.P., GAMA, P. & SILVEIRA, M. 2003. Serotonin in the nervous system of the head region of the land planarian *Bipalium kewense*. *Tissue Cell* 35(6):479-486.
- FÉRUSSAC, A.E.D. 1821. Note sur une nouvelle Espèce de ver terrestre du Brésil. *Journ. de Physique* 92:233-235.
- FICK, I.A., LEAL-ZANCHET, A.M. & VIEIRA, E.M. 2006. Community structure of land flatworms (Platyhelminthes, Terricola): comparisons between Araucaria and Atlantic forest in southern Brazil. *Invert. Biol.* 125(4):306-313.
- FIORENTIN, G.L. & FRIEDRICH, S.M.G. 1985. Contribuição para o estado histológico do integumento auricular de *Dugesia schubarti* (Marcus, 1946). *Acta Biol. Leopoldensia* 7(1):119-130.
- FORNERIS, L. 1999. Plathelminthes turbelários. In Joly, C.A., Bicudo, C.E.M., orgs. Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX. 4: Invertebrados de Água Doce / Deborah Ismael, Wagner Cotroni Valenti, Takako Matsumura-Tundisi, Odete Rocha. FAPESP, São Paulo.
- FROEHLICH, C.G. 1955a. Sobre morfologia e taxonomia das Geoplanidae. *Bol. Fac. Fil. Ci. Letras, Univ. São Paulo, Zool.* 19:195-279.
- FROEHLICH, C.G. 1955b. Notas sobre geoplanas brasileiras. *Pap. Avul. Dep. Zool.* 12(7):189-198.
- FROEHLICH, C.G. 1955c. On the biology of land planarians. *Bol. Fac. Fil. Ci. Letras, Univ. São Paulo, Zool.* 20:263-271.
- FROEHLICH, C.G. 1956a. Tricladida Terricola das regiões de Teresópolis e Ubatuba. *Pap. Avul. Dep. Zool.* 12(16):313-344.
- FROEHLICH, C.G. 1956b. Planárias terrestres do Paraná. *Dusenina* 7(4):173-196.
- FROEHLICH, C.G. 1958. On a collection of Brazilian land planarians. *Bol. Fac. Fil. Ci. Letras, Univ. São Paulo, Zool.* 21:93-121.
- FROEHLICH, C.G. 1959. On geoplanids from Brazil. *Bol. Fac. Fil. Ci. Letras, Univ. São Paulo, Zool.* 22:201-265.
- FROEHLICH, C.G. 1964. Turbellaria límnicos. In História natural de organismos aquáticos do Brasil. Fapesp, São Paulo, p. 99-100.
- FROEHLICH, C.G. 1966. Notas sobre a ecologia de planárias terrestres. In Progresos en biología del suelo. Montevideo, Uruguay.
- FROEHLICH, C.G. 1967. A contribution to the zoogeography of neotropical land planarians. *Acta Zool. Lilloana* 23:153-162.
- FROEHLICH, E.M. & FROEHLICH, C.G. 1972. Land planarians from the Amazonian Region. *Pap. Avul. Dep. Zool.* 26(2):29-45.
- FROEHLICH, E.M. & LEAL-ZANCHET, A.M. 2003. A new species of terrestrial planarian of the genus *Notogynaphallia* (Platyhelminthes, Tricladida, Terricola) from south Brazil and some comments on the genus. *Rev. Bras. Zool.* 20(4):745-753.
- FROEHLICH, E.M. 1955a. Sobre espécies brasileiras do gênero *Geoplana*. *Bol. Fac. Fil. Ci. Letras, Univ. São Paulo, Zool.* 19:289-369.
- FROEHLICH, E.M. 1955b. Chave para a classificação das Geoplanas brasileiras. *Pap. Av. Dep. Zool.* 12(8):201-214.
- FROEHLICH, E.M. 1985. Plathelminthes (Turbellaria). In Manual de técnicas para a preparação de coleções zoológicas. Sociedade brasileira de Zoologia, São Paulo.
- GIULIETTI, A.M., HARLEY, R.M., QUEIROZ, L.P., WANDERLEY, M.G.L. & VAN DEN BERG, C. 2005. Biodiversity and conservation of plants in Brazil. *Conserv. Biol.* 19(3):632-639.
- GOELDI, E.A. 1894. Breve notícia acerca de alguns vermes interessantes do Brasil. *Bol. Mus. Paraense Hist. Nat. Ethnogr.* 1(1):39-44.
- GRAFF, L.V. 1896. Über das System und die geographische Verbreitung der Landplanarien. *Verhandl. d. Deutsch. Zool. Ges.* 6:61-75.
- GRAFF, L.V. 1899. Monographie der Turbellarien: II. Tricladida Terricola. Engelmann, Leipzig.
- GUECHEVA, T., ERDTMANN, B., BENFATO, M.S. & HENRIQUES, J.A. 2003. Stress protein response and catalase activity in freshwater planarian *Dugesia (Girardia) schubarti* exposed to copper. *Ecotoxicol. Environ. Safety* 56(3):351-357.
- GUECHEVA, T., HENRIQUES, J.A. & ERDTMANN, B. 2001. Genotoxic effects of copper sulphate in freshwater planarian *in vivo*, studied with single cell gel test (comet assay). *Mutat. Res.* 497(1-2):19-27.
- GUIMARÃES, J.P. & HIRANO, K. 1971. The origin of regenerative cells in planarian. *Rev. Bras. Pesquisas Méd. e Biol.* 4(3):199-202.

- GUIMARÃES, J.P. & HIRANO, K. 1973. Teratomorfogênese espontânea em colônia de planária (*Dugesia tigrina*). *Rev. Bras. Pesquisas Méd. e Biol.* 6(1-2): 43-50.
- GUIMARÃES, J.P., KLACZKO, L.B., HIRANO, K., VAZ, E.M. & MIGUEL, N.M.R. 1975. Re-expressão de antígenos embrionários em planárias em regeneração. *Rev. Bras. Pesquisas Méd. Biol.* 8(3-4):255-259.
- HAUSER, J. & FRIEDRICH, S.M.G. 1982. Morphogenesis of regenerating fragments of *Dugesia schubarti* (Turbellaria Tricladida). *Exp. Cell Biol.* 50:61-71.
- HAUSER, J. & HELLER, Z. 1983. Pigmentação de olhos regenerantes de *Dugesia schubarti* (Marcus, 1946) (Tricladida Paludicola). *Acta Biol. Leopoldensia* 8(2):305-312.
- HAUSER, J. & SANTOS, W.H. 1985a. Studies on regeneration in the *Dugesia anderlani* Kawakatsu et Hauser, 1983. Part I. Regeneration of the amputated head. Morphological study. *Acta Biol. Leopoldensia* 7(2):163-174.
- HAUSER, J. & SANTOS, W.H. 1985b. Studies on regeneration in the *Dugesia anderlani* Kawakatsu et Hauser, 1983. Part II. Regeneration of different parts. *Acta Biol. Leopoldensia* 7(2):197-216.
- HAUSER, J. & SANTOS, W.H. 1985c. Janus head is really possible! *Acta Biol. Leopoldensia* 7(2):225-244.
- HAUSER, J. 1959a. Non-cellular regeneration process in the integument of the flatworm *Geoplana abundans*. *Oncology* 25(3):258-268.
- HAUSER, J. 1959b. Studien über die Bewegungen des *Geoplana*. *Pesquisas (Zoologia)* 19:1-23.
- HAUSER, J. 1979. Modificações morfológicas nos olhos de *Dugesia schubarti* (Marcus, 1946) durante a formação da nova cabeça. *Acta Biol. Leopoldensia* 1(2):237-262.
- HAUSER, J. 1985. Self-division: suicide or reproduction? *Acta Biol. Leopoldensia* 4(1):3-16.
- HAUSER, J. 1987. Olhos irregulares em regenerantes autotomizados de *Dugesia anderlani* Kawakatsu et Hauser, 1983. *Acta Biol. Leopoldensia* 9(2):319-334.
- HAUSER, J., DIAS, M.I. & FRIEDRICH, S.M.G. 1980. Processos histomórficos na regeneração em uma cauda de *Dugesia schubarti* (Marcus, 1946). *Acta Biol. Leopoldensia* 2(2):183-196.
- HAUSER, J., SILVEIRA, S.M.O.D. & PAULA, C.D. 1979a. Morphometrische Arbeiten mit Hilfe der Lupenphotographie. *Mikroskope* 3:207-212.
- HAUSER, J., SILVEIRA, S.M.O.D. & CARVALHO, I.M.D. 1979c. Observations on the regeneration rhythm of a new head in different regions of the body of *Dugesia schubarti*. *Acta Biol. Leopoldensia* 1(2):225-236.
- HAUSER, J., SILVEIRA, S.M.O.D. & FRIEDRICH, S.M.G. 1979b. Études préliminaires sur les modifications morphologiques des regenerants de *Dugesia schubarti* (Marcus, 1946) (Turbellaria, Tricladida). *Acta Biol. Leopoldensia*, 1(1):5-15.
- HELLER, Z. 1985a. Study of the type and morphological characters of the eyes of the *Dugesia tigrina* (Girard, 1850). *Acta Biol. Leopoldensia* 7(1):77-90.
- HELLER, Z. 1985b. Study of the external morphology of the eyes of the *Dugesia anderlani* (Kawakatsu et Hauser, 1983). *Acta Biol. Leopoldensia* 7(1):109-118.
- HENSEL, M.L.D. 1980. Dados morfométricos de quatro populações de *Dugesia schubarti* (Marcus, 1946). *Acta Biol. Leopoldensia* 2(2):167-174.
- HYMAN, L.H. 1955. Miscellaneous marine and terrestrial flatworms from South America. *Am. Mus. Novitates* 1742:1-33.
- HYMAN, L.H. 1951. The invertebrates. Vol. 2. Platyhelminthes and Rhynchocoela: the Acoelomate Bilateria. McGraw Hill, New York.
- IBGE 2001. http://www.ibge.com.br/servidor_arquivos_est/ (último acesso em 15/08/2008).
- JUNG, Z.H., SILVA, I.C.D. & CARDOSO, L.T. 1981. Estudo morfológico da transformação de cabeças amputadas em *Dugesia schubarti* (Marcus, 1946). *Acta Biol. Leopoldensia* 3(1):127-147.
- KAWAKATSU, M. & FROEHLICH, E.M. 1992. Freshwater planarians from caves of Brazil: *Dugesia paramensis* (Fuhrmann, 1914) and *Dugesia* sp. (Turbellaria, Tricladida, Paludicola). *J. Speleol. Soc. Japan* 17:1-19.
- KAWAKATSU, M. 1989. Morphological, karyological and taxonomic studies of freshwater planarians from south Brazil. IX. The final report. *Occ. Pub. Biol. Lab. Fuji Women's College* 21: 1-4.
- KAWAKATSU, M., HAUSER, J. & FRIEDRICH, S.M.G. 1976. The freshwater planaria from South Brazil. *Bull. Natnl. Sci. Mus. Ser. A (Zoology)* 2:205-223.
- KAWAKATSU, M., HAUSER, J. & FRIEDRICH, S.M.G. 1980. Morphological, karyological and taxonomic studies of freshwater planarians from South Brazil. I. A history of those studies and a list of localities in the vicinities of São Leopoldo. *Bull. Fuji Women's Coll. Ser. 2*, 18:129-151.
- KAWAKATSU, M., HAUSER, J. & FRIEDRICH, S.M.G. 1983b. Morphological, karyological and taxonomic studies of freshwater planarians from South Brazil. V. *Dugesia tigrina* (Girard, 1850) from município Botucatu, Estado de São Paulo, and *Dugesia schubarti* (Marcus, 1946) from the vicinity of São Paulo. *Bull. Fuji Women's Coll.* 21:147-163.
- KAWAKATSU, M., HAUSER, J. & FRIEDRICH, S.M.G. 1985. Morphological, karyological and taxonomic studies of freshwater planarians from south Brazil. VII. Supplementary notes on *Dugesia schubarti* (Marcus, 1946) from the vicinity of São Leopoldo, Estado de Rio Grande do Sul (Turbellaria, Tricladida, Paludicola). *Bull. Fuji Women's Coll.*, Ser. II, 23:101-109.
- KAWAKATSU, M., HAUSER, J. & FRIEDRICH, S.M.G. 1986. Morphological, karyological and taxonomic studies of freshwater planarians from South Brazil. VIII. Four *Dugesia* species (*D. tigrina*, *D. schubarti*, *D. anderlani*, and *D. ardniti*) collected from several localities in Estado do Rio Grande do Sul (Turbellaria, Tricladida, Paludicola). *Bull. Fuji Women's Coll.* 24:41-62.
- KAWAKATSU, M., HAUSER, J. & PONCE DE LEÓN, R. 1992. Freshwater planarians from Uruguay and Rio Grande do Sul, Brazil: *Dugesia ururiograndeana* sp. nov. and *Dugesia tigrina* (Girard, 1850) (Turbellaria, Tricladida, Paludicola). *Bull. Biogeogr. Soc. Japan* 47:33-50.
- KAWAKATSU, M., HAUSER, J., FRIEDRICH, S.M.G. & SOUZA LIMA, O.D. 1982. Morphological, karyological and taxonomic studies of freshwater planarians from South Brazil. III. *Dugesia tigrina* (Girard, 1850) and *Dugesia schubarti* (Marcus, 1946) from the vicinities of São Carlos, Estado de São Paulo (Turbellaria, Tricladida, Paludicola). *Bull. Fuji Women's College*, Ser. II, 20:73-90.
- KAWAKATSU, M., HAUSER, J., FRIEDRICH, S.M.G. & YAMAYOSHI, T. 1983a. Morphological, karyological and taxonomic studies of freshwater planarians from South Brazil. IV. *Dugesia anderlani* sp. nov. (Turbellaria, Tricladida, Paludicola), a new species from São Leopoldo in Estado de Rio Grande do Sul. *Annot. Zool. Japonenses* 56(3):96-208.
- KAWAKATSU, M., OKI, I., TAMURA, S., YAMAYOSHI, T., HAUSER, J. & FRIEDRICH, S.M.G. 1984. Morphological, karyological and taxonomic studies of freshwater planarians from south Brazil. VI. *Dugesia schubarti* (Marcus, 1946) from the vicinity of São Leopoldo, Estado de Rio Grande do Sul. (Turbellaria, Tricladida, Paludicola). *Bull. Fuji Women's College Ser. II*, 22:45-62.
- KAWAKATSU, M., OKI, I., TAMURA, S., YAMAYOSHI, T., HAUSER, J. & FRIEDRICH, S.M.G. 1981. Morphological, karyological and taxonomic studies of freshwater planarians from South Brazil. II. *Dugesia tigrina* (Girard, 1850) (Turbellaria, Tricladida, Paludicola). *Bull. Fuji Women's College Ser. II*, 19:113-136.
- KENK, R. 1974. Index to the genera and species of the freshwater triclads (Turbellaria) of the world. *Smithsonian Contr. Zool.* 183:1-90.
- KNAKIEVICZ, T. & BUNSELMAYER, F.H. 2008. Evaluation of copper effects upon *Girardia tigrina* freshwater planarians based on a set of biomarkers. *Chemosphere* 71(3):419-428.
- KNAKIEVICZ, T., LAU, A.H., PRÁ, D. & ERDTMANN, B. 2007. Biogeography and karyotypes of freshwater planarians (Platyhelminthes, Tricladida, Paludicola) in southern Brazil. *Zool. Sci.* 24:123-129.

- KNAKIEVICZ, T., VIEIRA, S.M., ERDTMANN, B. & FERREIRA, H.B. 2006. Reproductive modes and life cycles of freshwater planarians (Platyhelminthes, Tricladida, Paludicola) from southern Brazil. *Invert. Biol.* 125(3):212-221.
- LACERDA, A.D.S., FREITAS, G.D.F.A., SOMMER-VINAGRE, A.P., FARIA, D.H., GÜNTZEL, J.B., SCHRÖDER, N.T. & WILLAND, E.D.F. 2005. Tolerância da planária de água doce *Girardia schubarti* (Platyhelminthes, Turbellaria, Tricladida) ao fungicida Dithane (M-45). *Rev. Inic. Ci. Ulbra* 4:55-65.
- LAMBAIS, M.R., CROWLEY, D.E., CURY, J.C., BÜLL, R.C. & RODRIGUES, R.R. 2006. Bacterial diversity in tree canopies of the Atlantic Forest. *Science* 312:1917.
- LAU, A.H., KNAKIEVICZ, T., PRÁ, D. & ERDTMANN, B. 2007. Freshwater planarians as novel organisms for genotoxicity testing: analysis of chromosome aberrations. *Environ. Mol. Mutag.* 48:475-482.
- LEAL-ZANCHET, A.M. & BAPTISTA, V.A. 2008. Planárias terrestres (Platyhelminthes: Tricladida: Terricola) em áreas de floresta com araucária no Rio Grande do Sul. In Fonseca, C.R.S., Souza, A.F., Dutra, T.L., Leal-Zanchet, A.M., Backes, A. & Ganade, G.M.S. (eds.). *Florestas com Araucária: Ecologia, Conservação e Desenvolvimento Sustentável*. Holos, Ribeirão Preto. No prelo.
- LEAL-ZANCHET, A.M. & CARBAYO, F. 2000. Fauna de planárias terrestres da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS: uma análise preliminar. *Acta Biol. Leopoldensia* 22(1):19-25.
- LEAL-ZANCHET, A.M. & CARBAYO, F. 2001. Two new species of Geoplanidae (Platyhelminthes, Tricladida, Terricola) from Brazil. *J. Zool., Lond.* 253:433-446.
- LEAL-ZANCHET, A.M. & FROELICH, E.M. 2001. A species complex in the genus *Notogynaphallia* (Tricladida: Terricola). *Belg. J. Zool.* 131(suppl. 1):225-226.
- LEAL-ZANCHET, A.M. & FROELICH, E.M. 2006. A species complex in the genus *Notogynaphallia* Ogren & Kawakatsu (Platyhelminthes: Tricladida: Terricola) with a taxonomic revision of homonyms of *Geoplanea marginata* Schultze & Müller and a reinterpretation of *Notogynaphallia caissara* (Froehlich) anatomy. *Belg. J. Zool.* 136(1):81-100.
- LEAL-ZANCHET, A.M. & HAUSER, J. 1999. Penis glands of the dugesiid planarian *Girardia schubarti* (Platyhelminthes, Tricladida, Paludicola). *Invert. Biol.* 118(1):35-41.
- LEAL-ZANCHET, A.M. & SOUZA, S.A.D. 2003. Redescritção de *Choeradoplana iheringi* Graff (Platyhelminthes, Tricladida, Terricola). *Rev. Bras. Zool.* 20(3):523-530.
- LEUCK, E. & LUZ, P.L. 1980. Vergleichende Studien der Geschwindigkeit der Fortbewegung von *Dugesia schubarti* (Marcus, 1946) bei intakten und amputierten Tieren. *Acta Biol. Leopoldensia* 2(2):197-204.
- LEWINSOHN, T.M. & PRADO, P.I. 2004. Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento. Contexto, São Paulo.
- LEWINSOHN, T.M. (Org.). 2006. Avaliação do estado do conhecimento da diversidade biológica brasileira. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 269 p.
- LIMA, O.D.S. 1981. Toxidez do inseticida endrin para *Dugesia tigrina* (Turbellaria, Tricladida). *Ciênc. Cultura* 3(33):392-394.
- LIMA, O.D.S. 1982. Efeitos do inseticida organoclorado Endrin sobre a regeneração de planária (*Dugesia tigrina*). Nota preliminar. *Ciênc. Cultura* 2(34):219-222.
- LIMA, O.D.S. 1984. Ação do herbicida trifluralina sobre *Dugesia tigrina* (Turbellaria Tricladida). *Ciênc. Cultura* 36(11):1940-1945.
- MAIDA, M. & FERREIRA, B.P. 1997. Coral reefs of Brazil: an overview. In Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium (H.A. Lessios and I.G. Macintyre, eds.). Smithsonian Tropical Research Institute, Panamá, p. 263-274.
- MARCUS, E. 1946. Sobre Turbellaria brasileiros. *Bol. Fac. Fil. Ci. Letras, Univ. São Paulo, Zool.* 11:5-253.
- MARCUS, E. 1947. Turbelários marinhos do Brasil. *Bol. Fac. Fil. Ci. Letras, Univ. São Paulo, Zool.* 12:99-215.
- MARCUS, E. 1948. Turbellaria do Brasil. *Bol. Fac. Fil. Ci. Letras, Univ. São Paulo, Zool.* 13:113-243.
- MARCUS, E. 1949. Turbellaria brasileiros (7). *Bol. Fac. Fil. Ci. Letras, Univ. São Paulo, Zool.* 14:7-155.
- MARCUS, E. 1950. Turbellaria brasileiros (8). *Bol. Fac. Fil. Ci. Letras, Univ. São Paulo, Zool.* 15:5-191.
- MARCUS, E. 1951. Turbellaria brasileiros (9). *Bol. Fac. Fil. Ci. Letras, Univ. São Paulo, Zool.* 16:5-215.
- MARCUS, E. 1952. Turbellaria brasileiros (10). *Bol. Fac. Fil. Ci. Letras, Univ. São Paulo, Zool.* 17:5-187.
- MARCUS, E. 1954. Turbellaria Brasileiros – XI. *Pap. Avulsos Dep. Zool. Secr. Agric.* 24:419-489.
- MARCUS, E. 1963. Eine neue Meerestrikade von Sao Paulo. *Zool. Beitr. (N.S.)* 9:441-446.
- MARQUES, A.C. & LAMAS, C.J.E. 2006. Taxonomia zoológica no Brasil: estado da arte, expectativas e sugestões de ações futuras. *Pap. Av. Zool.* 46(13):139-174.
- MARTINS, M.E.Q.P. 1970. Two new species of *Dugesia* (Tricladida Paludicola) from the State of São Paulo, Brazil. *An. Acad. Brasil. Ciênc.* 42:113-118.
- MELO, A.S. & ANDRADE, C.F. 2001. Differential predation of the planarian *Dugesia tigrina* on two mosquito species under laboratory conditions. *J. Am. Mosquito Control Ass.* 17(1):81-83.
- MELO, A.S., MACEDO, C.C. & ANDRADE, C.F.S.D. 1995. Eficiência de *Dugesia tigrina* (Girard) Turbellaria, Tricladida) como agente controlador de imaturos do mosquito *Aedes albopictus* (Skuse) em pneus armadilha. *An. Soc. Entomol. Bras.* 25(2):321-327.
- MIGOTTO, A.E. & MARQUES, A.C. 2006. Invertebrados marinhos. In Avaliação do estado do conhecimento biodiversidade brasileira (Lewinsohn, org.). 1 ed. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p. 149-202.
- MOSELEY, H.N. 1877. Notes on the Structure of several forms of Land Planarians, with a description of two new genera, and several new species, and a list of all species at present known. *Q. J. Micr. Sci.* 17:274-292.
- OGREN, R.E. & KAWAKATSU, M. 1998. American neartic and neotropical land planarian (Tricladida: Terricola) faunas. *Pedobiologia* 42(5-6):441-451.
- OGREN, R.E. & KAWAKATSU, M. 1990. Index to the species of the family Geoplanidae (Turbellaria, Tricladida, Terricola) Part I: Geoplaninae. *Bull. Fuji Women's College, Ser. I*, 28:79-166.
- OGREN, R.E., KAWAKATSU, M. & FROELICH, E.M. 1997. Additions and corrections of the previous land planarian indices of the world (Turbellaria, Seriata, Tricladida, Terricola) Addendum IV. Geographic locus index: Bipaliidae, Rhynchodemidae (Rhynchodeminae, Microplaninae), Geoplanidae (Geoplaninae, Caenoplaninae, Pelmatoplaninae). *Bull. Fuji Women's College, Ser. I* 35:63-103.
- PALMA, I.A.D. 1984. Relações de comportamento de planárias *Dugesia tigrina* Girard, 1850 (Turbellaria, Tricladida) a estimulações mecânicas e à fragmentação. *Ciênc. Cultura* 36(3):460-464.
- PEREIRA, M.E.Q. 1970. Método para estudo de cromossomos em planárias. *Ciênc. Cultura* 22(3):211-212.
- PRÁ, D., LAU, A.H., KNAKIEVICZ, T., CARNEIRO, F.R. & ERDTMANN, B. 2005. Environmental genotoxicity assessment of an urban stream using freshwater planarians. *Mutat. Res.* 585:79-85.
- PREZA, D.D.L. & SMITH, D.H. 2001. Use of newborn *Girardia tigrina* (Girard, 1850) in acute toxicity tests. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 50(1):1-3.
- PRUDHOE, S. 1985. A monograph on Polyclad Turbellaria. Oxford University Press, London.
- RIEGER, R. 1998. 100 years of research of 'Turbellaria'. *Hydrobiologia* 383(1-3):1-27.
- RIESTER, A. 1938. Beiträge zur Geoplaniden-Fauna Brasiliens. *Abhandl. senckenberg. naturf. Ges.* 441:1-88.
- RODRIGUES, S.D.A. & FROELICH, E.M. 1998. Filo Platyhelminthes – Classe Turbellaria. In Joly, C.A., Bicudo, C.E.M., orgs. Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX. 3: Invertebrados Marinhos. FAPESP, São Paulo.
- SANTOS, W.H. & HAUSER, J. 1984. Irregular formations in the *Dugesia schubarti* (Marcus, 1946) regenerating process. A contribution to the

- problem of the axial gradient theory. *Acta Biol. Leopoldensia* 6(2):231-240.
- SAWAYA, P. & UNGARETI, M.D. 1948. Inf uência da temperatura sobre o consumo de oxigênio pelas planárias. *Bol. Fac. Fil. Ci. Letras, Univ. São Paulo, Zool.* 13:329-334.
- SCHIRCH, P. 1929. Sobre as planárias terrestres do Brasil. *Bol. Mus. Nat. Rio de Janeiro* 5:27-38.
- SCHULTZE, M. & MÜLLER, F. 1857. Beiträge zur Kenntnis der Landplanarien, nach Mittheilungen des Dr. Fritz Müller in Brasilien und nach eigenen Untersuchungen von Dr. Max Schultze. *Ab. Natur. Ges. Halle* 4:61-74.
- SCHULTZE, M. 1857. Contributions to the knowledge of the terrestrial planariae, from communications from Dr. Fritz Müller of Brazil and personal investigations. *Am. Mag. Nat. Hist.*, Ser 2, 20:1-13.
- SEITENFUS, A.L.R. & LEAL-ZANCHET, A.M. 2004. Uma introdução à morfologia e taxonomia. de planárias terrestres. (Platyhelminthes, Tricladida, Terricola). *Acta Biol. Leopoldensia* 26(2):187-202.
- SILVA, N.M.S., LEAL-ZANCHET, A.M. & HAUSER, J. 1997. Analysis of the efficiency of different solutions for the fixation of *Girardia tigrina* (Turbellaria, Tricladida, Paludicola). *Braz. J. Morphol. Sci.* 14(2):271-274.
- SILVEIRA, M. & CORINNA, A. 1976. Fine structural observations on the protonephridium of the terrestrial triclad *Geoplana pasipha*. *Cell. Tiss. Res.* 168(4):455-463.
- SILVEIRA, M. 1969. Ultrastructural studies on a "Nine plus one" f agellum, 1. J. Ultrastruct. Res. 26(3):274-288.
- SILVEIRA, M. 1970. Characterization of an unusual nucleus by electron microscopy. *Jour. Submicr. Cytol.* 2:13-24.
- SILVEIRA, M. 1973. Intraaxonemal glycogen in "9+1" f agella of f atworms. *J. Ultrastr. Research* 44(3):253-264.
- SILVEIRA, M. 1974. The fine structure of 9+1 f agella in Turbellarian f atworms. In *The Functional anatomy of the spermatozoa* (Afzelius, B.A., ed.). Pergamon Press, Oxford.
- SILVEIRA, M. 1998. Ultrastructure of muscle cells from a few selected turbellarians: possible correlations between form and function. *Hydrobiologia* 383(1-3):191-196.
- SLUYS, R. & KAWAKATSU, M. 2005. Biodiversity of marine planarians revisited (Platyhelminthes, Tricladida, Maricola). *J. Nat. Hist.* 39(6):445-467.
- SLUYS, R. 1989. A Monograph of the Marine Triclad. A.A. Balkema, Rotterdam.
- SLUYS, R. 1990. A monograph of the Dimarcusidae (Platyhelminthes, Seriata, Tricladida). *Zool. Scr.* 19(1):13-29.
- SLUYS, R. 1996. Reconsiderations of species status of some South American planarians (Platyhelminthes: Tricladida: Paludicola). *Proc. Biol. Soc. Washington* 109(2):229-235.
- SLUYS, R. 1999. Global diversity of land planarians (Platyhelminthes, Tricladida, Terricola): a new indicator-taxon in biodiversity and conservation studies. *Biodiversity Conserv.* 8(12):1663-1681.
- SLUYS, R., HAUSER, J. & WIRTH, Q.J. 1997. Deviation from the groundplan: a unique new species of freshwater planarian from south Brazil (Platyhelminthes, Tricladida, Paludicola). *J. Zool., Lond.* 241(3):593-601.
- SLUYS, R., KAWAKATSU, M. & PONCE DE LEÓN, R. 2005. Morphological stasis in an old and widespread group of species: Contribution to the taxonomy and biogeography of the genus *Girardia* (Platyhelminthes, Tricladida, paludicola). *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 40(2):155-180.
- SMITH, E.H. 1960. On a new Polyclad commensal of Prosobranchs. *An. Acad. Brasi. Ci.* 32(3-4):1-4.
- SOUZA, L.O.D. 1954. Preparação total de planárias e observações sobre a digestão. *Ciênc. Cultura* 6:162-164.
- SOUZA, S.A.D. & LEAL-ZANCHET, A.M. 2004. Histological and histochemical characterization of the secretory cells of *Choeradoplana iheringi* Graff, 1899 (Platyhelminthes: Tricladida: Terricola). *Braz. J. Biol. = Rev. Bras. Biol.* 64(3):511-522.
- SOUZA, S.C., MUNIN, E., PROCOPIO ALVES, L., CASTILHO SALGADO, M.A., TAVARES PACHECO, M.T. 2005. Low power laser radiation at 685 nm stimulates stem-cell proliferation rate in *Dugesia tigrina* during regeneration. *J. Photochem. Photobiol., B* 80(3):203-207.
- SOUZA, S.T. & LEAL-ZANCHET, A.M. 2002. Histological and histochemical aspects of the penial glands of *Girardia biapertura* Sluys, 1997 (Platyhelminthes, Tricladida, Paludicola). *Braz. J. Biol. = Rev. Bras. Biol.* 2(3):547-555.
- SOUZA, T.M.D. & HAUSER, J. 1984. The growing of regenerating heads of *Dugesia schubarti*. *Acta Biol. Leopoldensia* 6(1):97-113.
- SPALDING, M.D., FOX, H.E., ALLEN, G.R., DAVIDSON, N., FERDAÑA, Z.A., FINLAYSON, M., HALPERN, B.S., JORGE, M.A., LOMBANA, A., LOURIE, S.A., MARTIN, K.D., MCMANUS, E., MOLNAR, J., RECCHIA, C.A. & ROBERTSON, J. 2007. Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of coastal and shelf areas. *Bioscience* 57(7):573-583.
- STEIGLEDER, A.K. & HAUSER, J. 1984. Alimentação e crescimento de regenerantes de *Dugesia schubarti* (Marcus, 1946). *Acta Biol. Leopoldensia* 6(1):35-45.
- TYLER, S., SCHILLING, S., HOOGE, M. & BUSH, L.F. 2006. Turbellarian taxonomic database. Version 1.5 <http://turbellaria.umaine.edu> (último acesso em 12/09/2007).
- VALER, M.R. 2001. Observações sobre o crescimento populacional de planárias em condições laboratoriais: *Girardia tigrina*, *Girardia schubarti* e *Girardia anderlani* (Tricladida: Paludicola: Dugesidae). *Biociências* 9(1):157-161.
- VARA, D.C.D. & LEAL-ZANCHET, A.M. 2008. Histological and histochemical characterization of secretory cells of the male copulatory organs of *Girardia anderlani* (Platyhelminthes: Tricladida: Paludicola). *Braz. J. Zool.* 25(2):263-268.
- VARA, D.C.D., LEAL-ZANCHET, A.M. & LIZARDO-DAUT, H.M. 2001. Histological processing techniques for the study of Dugesidae development (Platyhelminthes, Tricladida, Paludicola). *Rev. Bras. Biol. = Bras. J. Biol.* 61(2):341-345.
- VEYL, F.B.Z., GUEDES, H.L.M. & SIMONE, S.G.D. 2002. Aspartic proteinase in *Dugesia tigrina* (Girard) planaria. *Z. Naturforsch. Sect. C J. Biosci.* 57(5-6):541-547.
- WILLAND, E.D.F., FRIEDRICH, S.M.G. & HAUSER, J. 1998. Histologia do epitélio de *Girardia schubarti* (Marcus, 1946) (Platyhelminthes, Tricladida). 1. Divisão anatômica corporal. *Acta Biol. Leopoldensia* 20(2):319-327.
- WILLAND, E.D.F., HAUSER, J. & FRIEDRICH, S.M.G. 2004. Histologia do tegumento de *Girardia schubarti* (Turbellaria, Tricladida, Paludicola). II. Tegumento. *Biociências* 12(2):89-98.
- WINSOR, L. 2001. Confessions of a serial sectioner. *Invertebrata: Tasmania's Inver. Newsletter*, 20:12.
- WIRTH, Q.J. & HELLER, Z. 1985a. A inf uência da alimentação, sangue de galinha, sobre o crescimento e o desenvolvimento de *Dugesia schubarti* (Marcus, 1946) a partir da eclosão do casulo. *Acta Biol. Leopoldensia* 7(2):255-263.
- WIRTH, Q.J. & HELLER, Z. 1985b. Inf uência da alimentação com gema de ovo, cozida e crua, de galinha, no crescimento e desenvolvimento e na manutenção da vida de exemplares recém eclodido de *Dugesia schubarti* (Marcus, 1946). *Acta Biol. Leopoldensia* 7(2):265-274.
- WIRTH, Q.J. & HELLER, Z. 1985c. Inf uência da alimentação, proteína de soja e proteína de carne, no crescimento e desenvolvimento de exemplares recém eclodidos de *Dugesia schubarti* (Marcus, 1946). *Acta Biol. Leopoldensia* 7(2):275-284.
- WIRTH, Q.J. & HELLER, Z. 1985d. A inf uência da alimentação, larva de mosquito, sobre o crescimento, desenvolvimento e manutenção da vida e atingimento da maturidade sexual em exemplares recém eclodidos de *Dugesia schubarti* (Marcus, 1946). *Acta Biol. Leopoldensia* 7(2):285-291.

Recebido em 15/06/08

Versão reformulada recebida em 04/11/08

Publicado em 26/11/08

Primeiro registro de larvas de *Chironomus inquinatus* Correia, Trivinho-Strixino & Michailova (Diptera, Chironomidae) vivendo no casco do cágado *Phrynops geoffroanus* Schweigger (Testudines, Chelidae) na região Neotropical

Thiago Simon Marques^{1,2,4}, Bruno de Oliveira Ferronato¹, Isabela Guardia^{1,2}, Ana Luiza Bonfin Longo¹,

Susana Trivinho-Strixino³, Jaime Bertoluci² & Luciano Martins Verdade¹

¹Laboratório de Ecologia Animal, Departamento de Ciências Biológicas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo – USP, Av. Pádua Dias, 11, CP 09, CEP 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil

²Departamento de Ciências Biológicas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo – USP,

Av. Pádua Dias, 11, CP 09, CEP 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil

³Laboratório de Entomologia Aquática, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Rod. Washington Luís, Km 235, CP 676, CEP 13565-905, São Carlos, SP, Brasil

⁴Autor para correspondência: Thiago Simon Marques, e-mail: thiagomq@yahoo.com.br

MARQUES, T.S., FERRONATO, B.O., GUARDIA, I., LONGO, A.L.B., TRIVINHO-STRIXINO, S., BERTOLUCI, J. & VERDADE, L.M. 2008. First record of *Chironomus inquinatus* larvae Correia, Trivinho-Strixino & Michailova (Diptera, Chironomidae) living on the shell of the side-necked turtle *Phrynops geoffroanus* Schweigger (Testudines, Chelidae). Biota Neotrop. 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/en/abstract?short-communication+bn00508042008>.

Abstract: In this study we report for the first time the occurrence of *Chironomus inquinatus* larvae Correia, Trivinho-Strixino & Michailova living on the shell of the side-necked turtle, *Phrynops geoffroanus* Schweigger, possibly by the intense accumulation of sediment, in a polluted river of the Neotropics.

Keywords: dispersal, polluted river, freshwater turtle, Diptera larvae.

MARQUES, T.S., FERRONATO, B.O., GUARDIA, I., LONGO, A.L.B., TRIVINHO-STRIXINO, S., BERTOLUCI, J., & VERDADE, L.M. 2008. Primeiro registro de larvas de *Chironomus inquinatus* Correia, Trivinho-Strixino & Michailova vivendo no casco do cágado *Phrynops geoffroanus* Schweigger (Testudines, Chelidae). Biota Neotrop. 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/pt/abstract?short-communication+bn00508042008>.

Resumo: Neste estudo reportamos pela primeira vez a ocorrência de larvas de *Chironomus inquinatus* Correia, Trivinho-Strixino & Michailova vivendo no casco do cágado *Phrynops geoffroanus* Schweigger, possivelmente em função da intensa acumulação de sedimento, em um rio poluído da região Neotropical.

Palavras-chave: dispersão, rio poluído, quelônio de água doce, larvas de Diptera.

Introdução

Associações de larvas de Chironomidae com outros animais aquáticos são freqüentes em diversas partes do mundo e os principais hospedeiros incluem Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Megaloptera, Hemiptera, Odonata, Diptera, Mollusca e algumas espécies de peixes (Tokeshi, 1993). Schärer & Epler (2007) registraram a ocorrência de dois gêneros de Chironomidae marinhos vivendo nos cascos de tartarugas marinhas em Porto Rico.

No Brasil, existem registros destas larvas vivendo sobre o corpo de poríferos, hidrozoários, moluscos, insetos e peixes (Roque et al. 2004). Contudo, associações com outros vertebrados aquáticos, como cágados e jacarés, permanecem ainda desconhecidas. Neste trabalho é relatado o primeiro registro de larvas de Chironomidae vivendo no casco de *P. geoffroanus* em um rio poluído na região Neotropical. Estes dados foram obtidos durante a execução de um projeto voltado para o estudo da ecologia desse quelônio.

Apesar do cágado *Phrynops geoffroanus* apresentar ampla distribuição geográfica na América do Sul, poucos estudos descrevem aspectos de sua história natural (Medem 1960, Fachín-Terán et al. 1995, Souza & Abe 2000, Souza & Abe 2001). A espécie aparece freqüentemente associada a cursos d'água poluídos, onde pode ocorrer em grandes densidades populacionais (Souza & Abe 2001).

Material e Métodos

O Ribeirão Piracicamirim é um tributário do rio Piracicaba e sua microbacia estende-se por uma área de 133 km² (Ometto et al. 2000). O clima da região é subtropical, e as características meteorológicas definem uma estação chuvosa (outubro a março) e uma estação seca (abril a setembro) (Ometto et al. 2000, Silveira et al. 2000). O ribeirão possui uma extensão de 24,6 km desde suas cabeceiras até a foz, no Rio Piracicaba, englobando três municípios: Piracicaba, Rio das Pedras e Saltinho (Ometto et al. 2000). Atualmente, este curso d'água é considerado poluído (Ecoar 2007), mesmo após a construção de uma estação de tratamento de esgoto em 1997, em função de lançamentos de esgotos clandestinos e de insumos químicos das plantações de cana-de-açúcar (Ometto et al. 2004).

Os cágados foram capturados no trecho do ribeirão localizado no campus da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (22° 42' 51" S e 47° 37' 36" W), por meio de quatro redes de pesca (nylon; malha de 3 a 5 cm; 2 m de altura), distantes cerca de 4 m uma da outra e estendidas transversalmente durante o dia (Souza & Abe 2000) e vistoriadas a cada três horas. Foram realizadas 39 saídas a campo, entre novembro de 2005 e agosto de 2007. Os animais foram marcados individualmente por meio de *transponders* subcutâneos (Buhmann & Tuberville 1998, Dixon & Yanosky 1999).

As larvas de Chironomidae encontradas sobre os cágados e em seu conteúdo estomacal foram coletadas, fixadas em etanol 70% e identificadas ao nível de espécie no laboratório de Entomologia Aquática da Universidade Federal de São Carlos.

Resultados e Discussão

Durante a execução do trabalho supracitado, foram observadas larvas de *Chironomus inquinatus* vivendo no casco e, em menor escala, no corpo de *Phrynops geoffroanus*. Entretanto, a coleta de dados não ocorreu de forma sistematizada, e somente atentou-se para essa aparente associação quando foram capturados dois exemplares de aproximadamente 30 cm de comprimento de carapaça que possuíam uma camada de lodo sobre seus cascos, onde foram observadas muitas larvas de *C. inquinatus* (Figura 1). Exemplares de larvas e pupas da mesma espécie de Chironomidae foram encontradas no



Figura 1. Larvas de *Chironomus inquinatus* vivendo no casco do cágado *Phrynops geoffroanus*.

Figure 1. *Chironomus inquinatus* larvae living on the shell of the *Phrynops geoffroanus* turtle.

seu conteúdo estomacal, além de também terem sido visualizadas em pedras e troncos no leito do rio.

O cágado *P. geoffroanus*, comum em muitos rios urbanos, aparentemente está se beneficiando das mudanças ambientais, proliferando-se nesses ambientes altamente poluídos. Outras espécies de quelônios aquáticos apresentam comportamentos semelhantes (Gibbons 1968, Moll 1976, 1980). As larvas de *Chironomus inquinatus* também são típicas de ambientes impactados, como rios que recebem resíduos agrícolas e efluentes domésticos ou industriais (Correia et al. 2006).

Muitas espécies de Chironomidae e seus potenciais hospedeiros podem apresentar baixa tolerância a determinados impactos ambientais, e possivelmente a riqueza de associações pode ser menor em áreas impactadas (Roque et al. 2004). No entanto, não é o caso da associação entre as duas espécies aqui relatadas (*P. geoffroanus* e *C. inquinatus*), pois ambas aparentemente beneficiam-se com esses ambientes, proliferando-se em grande número, o que possivelmente favorece este tipo de associação.

P. geoffroanus aparenta ter atividade predominantemente diurna. Observações no campo mostraram muitos indivíduos imóveis sob galhos ou troncos submersos durante a noite (Medem 1960). A permanência do cágado imóvel favorece o acúmulo de sedimentos sobre seu corpo, principalmente em um curso d'água poluído como é o Ribeirão Piracicamirim. Souza (1999) observou que o lodo se deposita rapidamente na carapaça de *P. geoffroanus* em rios poluídos, tal fato sugere que o casco dos cágados constitui-se em um ambiente favorável à colonização de larvas de Chironomidae (Figura 1).

Estudos sobre a alimentação do cágado em locais degradados, incluindo o presente trabalho, mostram que o principal item de sua dieta são larvas de Chironomidae (Souza & Abe 2000). Apesar disso, a morfologia do *P. geoffroanus* possivelmente impede que os animais consigam capturar e ingerir as larvas de sua própria carapaça. Por outro lado, os sedimentos ricos em detritos orgânicos desses locais apresentam elevadas densidades populacionais de *Chironomus*.

Estabelecer qual o tipo de interação envolvendo as larvas de Chironomidae e seus hospedeiros é comumente difícil devido ao pequeno conhecimento sobre sua biologia (Roque et al. 2004). Entretanto, as larvas podem estar se beneficiando da associação pela

diminuição do risco de predação, maior mobilidade, proteção contra distúrbios e oportunidade para alimentação (Tokeshi 1993, Schärer & Epler 2007). Tartarugas marinhas são capazes de dispersar larvas de dois gêneros de Chironomidae (Schärer & Epler 2007).

Agradecimentos

O projeto sobre a ecologia de *Phrynops geoffroanus* em corpos d'água antropizados foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP- Auxílio à Pesquisa Proc. Nº. 2005/00210-9). Esta fundação também concedeu bolsa de iniciação científica a Thiago S. Marques e Ana L.B. Longo. Isabela Guardia foi bolsista de iniciação científica do Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e Bruno O. Ferronato recebeu bolsa de mestrado da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Luciano M. Verdade e Jaime Bertoluci são bolsistas de produtividade do CNPQ. Os animais foram capturados sob licença do IBAMA/RAN (Processo 02010.000005/05-61).

Referências Bibliográficas

- BUHLMANN, K.A. & TUBERVILLE, T.D. 1998. Use of passive integrated transponder (PIT) tags for marking small freshwater turtles. *Chel. Conserv. Biol.* 3(1):102-104.
- CORREIA, L.C.S., TRIVINHO-STRIXINO, S. & MICHAILOVA, P. 2006. A new species of *Chironomus* Meigen (Diptera: Chironomidae: Chironominae) from polluted streams of southeastern Brazil. *Zootaxa* 1130:57-68.
- DIXON, J.R. & YANOSKY, A. 1999. A microchip marking system for identification of caiman hatchlings. *Bull. Maryland Herpetol. Soc.* 29(4):156-159.
- ECOAR. 2007. Projeto Bacias Irmãs. Características Gerais da Bacia. http://www.baciasirmas.org.br/conheca_pisca_historia.asp (último acesso em 10/01/07).
- FACHÍN-TERÁN, A., VOGT, R.C. & GOMEZ, M.F.S. 1995. Food habits of an assemblage of five species of turtles in the Rio Guaporé, Rondônia, Brazil. *J. Herpetol.* 29(4):536-547.
- GIBBONS, J.W. 1968. Growth rates of the common snapping turtle, *Chelydra serpentina*, in a polluted river. *Herpetologica* 24(3):266-267.
- MEDEM, F. 1960. Informes sobre reptiles colombianos (V): Observaciones sobre la distribución geográfica y ecología de la tortuga *Phrynops geoffroanus* en Colombia. *Novedades Colombianas* 1(5):291-300.
- MOLL, D. 1976. Environmental influence on growth rate in the Ouachita map turtle, *Graptemys pseudogeographica ouachitensis*. *Herpetologica* 32(4):439-443.
- MOLL, D. 1980. Dirty river turtle. *Nat. Hist.* 89(5):42-49.
- OMETTO, J.P.H.B., MARTINELLI, L.A., BALLESTER, M.V., GESSNER, A., KRUSCHE, A.V., VICTORIA, R.L. & WILLIAMS, M. 2000. Effects of land use on water chemistry and macroinvertebrates in two streams of the Piracicaba river basin, Southeast Brazil. *Freshw. Biol.* 44(2):327-337.
- OMETTO, J.P.H.B., GESSNER, A., MARTINELLI, L.A., BERNARDES, M.C., KRUSCHE, A.V. & CAMARGO, P.B. 2004. Macroinvertebrates community as indicator of land-use changes in tropical watersheds, southern Brazil. *Ecohydrology & Hydrobiology* 4(1):35-47.
- ROQUE, F.O., TRIVINHO-STRIXINO, S., JANCOS, M. & FRAGOSO, E.N. 2004. Records of Chironomidae larvae living on other aquatic animals in Brazil. *Biota Neotrop.* 4(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v4n2/pt/abstract?shortcommunication+bn03404022004> (último acesso em 21/05/2008).
- SCHÄRER, M.T. & EPLER, J.H. 2007. Long-range dispersal possibilities via sea turtle – a case for *Clunio* and *Pontomyia* (Diptera: Chironomidae) in Puerto Rico. *Entomol. News* 118(3):273-277.
- SILVEIRA, A.M., VICTORIA R.L., BALLESTER, M.V., CAMARGO, P.B., MARTINELLI, L.A. & PICCOLO, M.C. 2000. Simulação dos efeitos das mudanças do uso da terra na dinâmica de carbono no solo da bacia do rio Piracicaba. *Pesq. agropec. bras.* 35(2):389-399.
- SOUZA, F.L. 1999. Ecologia do cágado *Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812) em ambiente urbano poluído (Reptilia, Testudines, Chelidae). Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro.
- SOUZA, F.L. & ABE, A.S. 2000. Feeding ecology, density and biomass of the freshwater turtle, *Phrynops geoffroanus*, inhabiting a polluted urban river in south-eastern Brazil. *J. Zool.* 252:437-446.
- SOUZA, F.L. & ABE, A.S. 2001. Population structure and reproductive aspects of the freshwater turtle, *Phrynops geoffroanus*, inhabiting an urban river in southeastern Brazil. *Stud. Neotrop. Fauna & Environ.* 36(1):57-62.
- TOKESHI, M. 1993. On the evolution of commensalism in the Chironomidae. *Freshw. Biol.* 29(3):481-489.

Recebido em 06/07/08

Versão reformulada recebida em 16/09/08

Publicado em 07/10/08

Diversidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae) ao longo de um gradiente latitudinal na Mata Atlântica

Rodrigo Barbosa Gonçalves^{1,2} & Carlos Roberto Ferreira Brandão^{1,3}

¹Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo – USP,
Av. Nazaré, 481, CEP 04263-000, São Paulo, Brasil, e-mail: crfbrand@usp.br

²Autor para correspondência: Rodrigo Barbosa Gonçalves,
e-mail: goncalvesrb@gmail.com, <http://www.usp.br/mz/>

GONÇALVES, R.B. & BRANDÃO, C.R.F. **Diversity of bees (Hymenoptera, Apidae) along a latitudinal gradient in the Atlantic Forest.** Biota Neotrop. 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/en/abstract?article+bn00908042008>

Abstract: The Atlantic Forest is one of the most rich and endangered natural environments in the world. It is expected then that this situation would have encouraged the study and conservation of this biome; the Atlantic forest Hymenoptera fauna, however, remains virtually unknown. The bee fauna, for instance, is less studied than that of the Brazilian open areas. The overall ignorance on most of the Atlantic Forest insect faunas based the elaboration of the project “Biodiversity of Hymenoptera and Isoptera: richness and diversity along a latitudinal gradient in the Atlantic Forest – the humid eastern forest of Brazil”, within the Biota-Fapesp Program, that aimed to catalog the termites, ants and several wasp families along the Atlantic forest and to publish data that could contribute to the biome conservation. Similar sampling protocols were applied for wasp surveys: the same number of *Malaise* and pan traps and similar effort on vegetation swapping, along 17 selected localities, representing a gradient of almost 20° of latitude in evergreen pristine Atlantic Forest, from Paraíba to Santa Catarina Brazilian states. These protocols were defined to optimize the collecting of wasps; bees represented a ‘secondary product’ of the sampling protocol. A sum of 797 specimens representing 105 bee species was sampled; the richest and more abundant bee taxon was the Meliponina. Unfortunately the applied sampling method does not afford comparisons among Atlantic Forest bee assemblages with those of other biomes. The detrended correspondence analysis using only the relative frequencies of Meliponina species revealed a weak correspondence of the stingless bee assemblages’ composition with the latitudinal gradient. Despite that, the sampled taxa are possibly restricted to the Atlantic forest and additional data on their distribution deserves to be published. A complete checklist of the sampled bees, their relative frequencies, and the localities where they were recorded is presented and discussed.

Keywords: Apoidea, bee assemblages, Neotropical, surveys.

GONÇALVES, R.B. & BRANDÃO, C.R.F. **Diversidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae) ao longo de um gradiente latitudinal na Mata Atlântica.** Biota Neotrop. 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/pt/abstract?article+bn00908042008>

Resumo: A Mata Atlântica é um dos ambientes mais ricos e ameaçados do mundo, o que deveria ter estimulado em muito o estudo e a conservação do Bioma, mas a fauna de Hymenoptera permanece ainda relativamente pouco conhecida. Em especial, a fauna de abelhas da floresta ombrófila densa é pouco estudada em comparação à fauna das áreas abertas brasileiras. O projeto temático “Biodiversidade de Hymenoptera e Isoptera: riqueza e diversidade ao longo de um gradiente latitudinal na Mata Atlântica – a floresta úmida do leste do Brasil”, integrante do Programa Biota-Fapesp, foi idealizado com o objetivo de catalogar térmitas, formigas e famílias selecionadas de vespas ao longo da Mata Atlântica, disponibilizando dados que permitam melhor embasar a conservação deste bioma. O protocolo de amostragem aplicada para a coleta de himenópteros (excluindo as formigas) empregou armadilhas *Malaise*, pratos-armadilha de cor amarela e esforço similar na varredura de vegetação ao longo de 17 localidades selecionadas, representando um gradiente de quase 20° de latitude na Mata Atlântica, dos Estados da Paraíba até Santa Catarina. Este protocolo foi definido para otimizar a coleta de vespas, sendo as abelhas um produto secundário da amostragem (levantamentos de abelhas em geral utilizam captura em flores ao longo das estações do ano). No entanto, devido à escala regional do projeto e ao grande esforço de amostragem, uma expressiva quantidade de abelhas foi coletada durante o projeto, incluindo novos registros de abelhas para a Mata Atlântica. Foi amostrado um total de 797 espécimes distribuídos em 105 espécies de abelhas; o grupo de abelhas mais rico e abundante foi Meliponina. Uma análise de correspondência “destendenciada” (‘detrended correspondence analysis’) aplicada à uma matriz de presença ou ausência de Meliponina revela a relativamente fraca influência do gradiente latitudinal na composição das assembléias de abelhas de Mata Atlântica. Uma listagem das espécies amostradas por localidade, com suas frequências relativas, é apresentada e discutida.

Palavras-chave: Apoidea, assembléias de abelhas, levantamentos, Neotrópico.

Introdução

A Mata Atlântica brasileira é ao mesmo tempo um dos biomas mais biodiversos do mundo e um dos mais ameaçados pela ação antrópica (Myers et al. 2000), sendo um dos 34 *hotspots* mundiais e área prioritária para a conservação (*Conservation International* do Brasil et al. 2000). Como exemplos da diversidade da Mata Atlântica, estima-se que nela ocorra metade das espécies de mamíferos brasileiros (Fonseca et al. 1996); que abrigue uma avifauna comparativamente muito rica com 1020 espécies registradas, sendo 200 endêmicas (Agnello 2007) e, estudos recentes avaliam que o número de bactérias nas folhas possa ser de três a seis vezes o número estimado de espécies para oceanos e solo (Lambais et al. 2006). Para as abelhas, o número de espécies coletadas em uma única localidade da Mata Atlântica paulista (Wilms 1995), na Estação Biológica de Boracéia, em Salesópolis, é superior ao número de espécies coletadas em qualquer outra localidade na região Neotropical, incluindo áreas secas, onde, coletivamente, a riqueza de abelhas é considerada comparativamente superior (Michener 1979).

Quanto à ameaça humana, cabe notar que a área coberta pela Mata Atlântica era de aproximadamente 1.300.000 km² antes da colonização européia, e após mais de 500 anos de ocupação, a área preservada é estimada em cerca de 98.000 km² (Morellato & Haddad 2000), muito fragmentada, em especial na sua porção norte. Felizmente, dados recentes apontam para uma diminuição do ritmo de desmatamento em determinadas regiões com remanescentes de floresta (*Conservation International* do Brasil et al. 2000).

Tais aspectos deveriam ter estimulado pesquisas envolvendo a biota da Mata Atlântica, no entanto, a sua fauna de insetos, particularmente Hymenoptera e Isoptera, é pouco conhecida em relação à dos demais biomas brasileiros, como o Cerrado, por exemplo. Os fragmentos remanescentes de Mata Atlântica cobrem um gradiente latitudinal natural de quase 20 graus em um eixo norte-sul, da Paraíba a Santa Catarina. Na verdade, esta situação representa uma oportunidade de enriquecer o acervo testemunho destes insetos ao longo do gradiente, a partir de inventários estruturados (Longino & Colwell 1997) que permitem análises comparativas e identificações de padrões biogeográficos, ao mesmo tempo, aumentando o conhecimento taxonômico sobre estes insetos. O projeto temático “Biodiversidade de Hymenoptera e Isoptera: riqueza e diversidade ao longo de um gradiente latitudinal na Mata Atlântica – a floresta úmida do leste do Brasil”, integrante do Programa Biota-Fapesp, pretendeu responder como as diferentes síndromes biológicas adotadas pelas diferentes famílias de Hymenoptera e Isoptera respondem ao gradiente latitudinal na Mata Atlântica e verificar se a partição biogeográfica do bioma, indicada por estudos de outros organismos, é confirmada pelas distribuições dos táxons selecionados para estudo pelo projeto. A principal ferramenta para estas análises é o conjunto de dados resultante de levantamentos qualitativos e/ou quantitativos de térmitas e famílias selecionadas de himenópteros ao longo de localidades de Mata Atlântica; além das análises, o projeto pretende disponibilizar dados que podem ser decisivos para fundamentar programas objetivando a conservação deste bioma.

Alguns grupos de organismos como, por exemplo, as aves (Gaston 2000), apresentam tendência de serem mais ricos nas porções tropicais do globo do que em áreas subtropicais e temperadas (ex. Brown & Lomolino 1998). Este padrão de gradiente é conhecido como associação negativa entre riqueza de espécies e latitude ou padrão clássico de gradiente latitudinal, e é corroborado padrões exibidos por muitos táxons (Willig et al. 2003). Para plantas, Oliveira-Filho & Fontes (2000) reconhecem uma diferenciação norte-sul da flora arbórea na Mata Atlântica, possivelmente relacionada com a temperatura e o regime de chuvas. Exceções a este padrão clássico são

também conhecidos para muitos organismos (ver Willig et al. 2003), por exemplo, Ichneumonidae que apresenta associação positiva entre riqueza e latitude (ex. Janzen 1981). Os Apidae de uma maneira geral apresentam tendência oposta - as porções temperadas e xéricas do mundo parecem ser mais ricas que as porções tropicais (Michener 1979). De qualquer maneira é esperado que a maioria dos organismos apresente certa variação em sua distribuição de riqueza seguindo um gradiente latitudinal. Porém os padrões de distribuição revelados, em geral não se adequam perfeitamente ao gradiente devido às influências de outras variáveis geográficas (Gaston 2000), sendo chamados portanto de disruptivos.

Dados preliminares resultantes do inventariamento dos Formicidae amostrados pelo Projeto (neste caso em 26 localidades) apontam para uma diferenciação latitudinal da fauna e uma separação entre a composição do Nordeste e do Sudeste/Sul da Mata Atlântica (Silva et al. 2007). Os resultados preliminares do inventariamento de Isoptera, em 15 localidades, verificam a existência de um padrão clássico de gradiente latitudinal, com a separação das composições do Nordeste mais do estado do Espírito Santo daquelas do Sudeste/Sul da Mata Atlântica (Cancellato 2006, Cancellato et al. 2006). Sob abordagem da biogeografia cladística, a diferenciação regional das áreas da Floresta sugere uma derivação histórica do norte para o sul da Mata Atlântica (Amorim & Pires 1996, Costa et al. 2000, Pinto da Rocha et al. 2005, Silva et al. 2004).

Dentre os estudos de ecologia de comunidades de abelhas, inventários padronizados são relativamente comuns; entre 1970 quando se iniciaram e 2002, foram catalogados mais de 60 trabalhos no Brasil (Pinheiro-Machado 2002). Porém são poucos os inventários de abelhas da Mata Atlântica em comparação aos estudos em áreas de Cerrado, Caatinga e Campos Sulinos. Essa relativa escassez de levantamentos em áreas cobertas por floresta deve-se em grande parte à dificuldade da captura de abelhas em flores no dossel. Os levantamentos existentes na Mata Atlântica concentram-se na porção sul, em restingas continentais e insulares dos Estados do Paraná (Barbosa 2000, Laroca 1974, Schwartz-Filho & Laroca 1998), Santa Catarina (Steiner et al. 2006) e em florestas de São Paulo (Ramalho 1995, Wilms 1995). A estratégia adotada pelo presente projeto temático levou em conta a obtenção de um número representativo de amostras, obtidas pela aplicação de técnicas de coleta quantitativas em um número representativo de localidades ao longo do gradiente. Levantamentos de abelhas, entretanto, requerem a permanência em uma área determinada por períodos relativamente longos, pois exigem captura ativa e individual de visitantes florais após a localização e acesso a floradas, devendo levar em conta a sazonalidade (Sakagami et al. 1967).

O objetivo do presente trabalho é apresentar a listagem das abelhas coletadas ao longo do gradiente latitudinal através do projeto supracitado. Pelas razões explicadas acima, discutimos grande parte os resultados de forma qualitativa; apenas para espécies de abelhas sem ferrão foi possível uma análise quantitativa, por ser um grupo abundante e perene.

Material e Métodos

A Tabela 1 lista as 17 localidades sujeitas a amostragens de vespas pelo Projeto temático, segundo seu município e Estado e, quando for o caso, as respectivas unidades de conservação em que os locais de coleta estão inseridos, e os meses nos quais foram realizadas as amostragens. Os períodos de coleta deram-se preferencialmente nos meses chuvosos, que em geral mostram maior riqueza faunística; portanto, diferentes regiões do gradiente podem ter sido amostrados em diferentes períodos. O protocolo de coleta de vespas prevê a aplicação de um número fixo de armadilhas *Malaise* e pratos-armadilha (armadilha

Tabela 1. Localidades amostradas ao longo de um gradiente latitudinal da Mata Atlântica do norte para o sul e respectivos meses de amostragem.**Table 1.** Sampled localities along a north-south latitudinal gradient in the Atlantic Forest and respective sampling months.

N	Coordenadas geográficas	Município - Estado	Localidade	Mês de amostragem
L1	07° 08' 25" S e 34° 51' 38" W	João Pessoa - PB	Mata do Buraquinho	Julho de 2002
L2	08° 00' 33.9" S e 34° 56' 31.5" W	Recife - PE	Parque dos Dois Irmãos	Agosto de 2002
L3	09° 19' S e 36° 28' W	Quebrangulo - AL	Reserva Biológica Pedra Talhada	Setembro de 2002
L4	11° 22' 43.9" S e 37° 25' 03.0" W	Santa Luzia do Itanhhy - SE	Crasto	Julho-Agosto de 2001
L5	12° 33' 40" S e 38° 02' 44.8" W	Mata de São João - BA	Reserva de Sapiranga	Julho de 2001
L6	14° 46' S e 39° 04" W	Ilhéus - BA	Mata Esperança	Maio de 2002
L7	16° 23' 17.6" S e 39° 10' 55.6" W	Porto Seguro - BA	Estação Ecológica Pau Brasil	Maio de 2002
L8	18° 58' 03.0" S e 40° 08' 03.6" W	Linhares - ES	Reserva Biológica de Sooretama	Março de 2002
L9	19° 58' 18.5" S e 40° 32' 07.6" W	Santa Teresa - ES	Estação Biológica Santa Lúcia	Abril de 2001
L10	21° 59' 03.9" S e 41° 57' 08.4" W	Santa Maria Madalena - RJ	Parque Estadual do Desengano	Abril de 2002
L11	22° 34' 35" S e 43° 26' 10" W	Nova Iguaçu - RJ	Reserva Biológica do Tinguá	Março de 2002
L12	23° 21' 43" S e 44° 49' 22" W	Ubatuba-SP	Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba	Janeiro de 2002
L13	23° 39' 08.3" S e 45° 53' 48.9" W	Salesópolis - SP	Estação Ecológica Boracéia	Março-Abril de 2001
L14	24° 18' 16" S e 48° 21' 53" W	Ribeirão Grande - SP	Parque Estadual Intervales, Base Barra Grande	Dezembro de 2000
L15	24° 31' 06" S e 47° 12' 06" W	Peruibe - SP	Estação Ecológica Juréia - Itatins	Abril-Maio de 2002
L16	25° 34' 37.2" S e 48° 53' 53.7" W	Morretes - PR	Parque Estadual do Pau Oco	Abril de 2002
L17	26° 19' 25" S e 49° 18' 26.5" W	São Bento do Sul - SC	CEPA - Rugendas	Outubro de 2001

de *Moericke*) em cada localidade, assim como a aplicação do mesmo esforço na varredura da vegetação nestas localidades. Esta metodologia foi escolhida para privilegiar a coleta de vespas, sendo que as abelhas resultam em um produto secundário da amostragem.

Em cada área foram instaladas 10 armadilhas *Malaise* distribuídas em duas fileiras, uma em trilha pré-existente e outra dentro da floresta. Os pratos-armadilha de cor amarela foram distribuídos em grupos de 10 a cada lado de cinco pontos da trilha, somando 100 armadilhas em cada localidade. Os grupos de armadilhas foram separados por aproximadamente 100 metros entre si e as armadilhas mantidas disponíveis por um período de três dias. As coletas ativas não seletivas foram realizadas através da varredura da vegetação, utilizando redes entomológicas nas proximidades dos locais onde foram instaladas as armadilhas, mantendo o mesmo esforço empregado a cada localidade, padronizando o tempo gasto na atividade. As abelhas coletadas foram montadas e rotuladas com etiquetas de procedência e de numeração sequenciada, para fins de planilhamento, relacionando os dados individuais. Em seguida, foram separadas em morfo-espécies e comparadas com material identificado por especialistas, depositado no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo (MZSP). Alguns grupos de abelhas foram enviados a especialistas para identificação (vide Agradecimentos). O material está depositado na coleção do MZSP, exceto alguns exemplares de Meliponina em duplicata, depositados na coleção do Departamento de Biologia, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Coleção João Maria Franco de Camargo, Ribeirão Preto.

A partir dos dados originais foi construída uma matriz de presença/ausência de Meliponina para cada localidade. Neste caso, o Parque Estadual de Intervales (Ribeirão Grande, SP) foi excluído já que nenhum Meliponina foi ali coletado. Esta matriz foi submetida à uma análise de correspondência "destendenciada" (*detrended correspondence analysis*, DCA) para avaliar as relações de similaridade entre as localidades ao longo do gradiente; a DCA é comumente utilizada para representar padrões de substituição gradual de espécies

ao longo de gradientes ambientais (Ter Braak 1995). Diferentemente de outras técnicas de ordenação, a análise de correspondência ordena simultaneamente amostras e táxons; táxons e amostras fortemente associados estarão representados por pontos próximos no plano da ordenação. A análise foi realizada pelo programa *Vegan* versão 1.8-8 (Oksanen et al. 2007).

Resultados

Em números absolutos foram coletados 797 espécimes de abelhas, dos quais 114 machos. Estes indivíduos estão distribuídos em 105 espécies, de 50 gêneros e 15 tribos, sendo que 50 espécies puderam ser nomeadas. A lista completa das espécies está na Tabela 2. Todas as subfamílias de Apidae presentes no Brasil foram amostradas, sendo que Apinae foi a mais rica com 54 espécies, das quais 30 correspondem a abelhas sem ferrão (Meliponina). As demais subfamílias, em ordem decrescente de riqueza foram Halictinae (38 espécies), Andreninae (cinco espécies), Megachilinae e Colletinae (quatro espécies cada). Em ordem de abundância decrescente estão os Apinae com 664 indivíduos, Halictinae com 91, Andreninae com 31, Colletinae com seis e Megachilinae com cinco indivíduos. Novamente, as abelhas sem ferrão merecem destaque por apresentarem uma elevada abundância relativa com 582 exemplares coletados.

As espécies mais abundantes foram *Trigona* aff. *fulviventris* com 202 indivíduos, seguida de *Partamona criptica* com 145 indivíduos, e *Plebeia phrynostoma* com 65 indivíduos (todos de Meliponina); os gêneros representados por estas espécies foram também os mais abundantes nesta ordem. Os gêneros mais ricos em espécies foram *Dialictus* (Halictinae, 10), seguido dos apíneos *Plebeia* (sete), *Ceratina* (seis), *Osiris* (cinco) e *Melipona* (quatro). Do total de espécies coletadas, 14% são cleptoparasitas (15), distribuídas em cinco tribos. Gêneros de abelhas considerados comuns e com ampla distribuição e alta abundância, como *Centris*, *Exomalopsis* e *Xylocopa* e suas várias espécies de ocorrência conhecida na Mata Atlântica não foram registrados no presente trabalho.

Tabela 2. Listagem das espécies de abelhas coletadas ao longo de um gradiente latitudinal na Mata Atlântica (ver Material e Métodos).**Table 2.** Checklist of the bees sampled along a latitudinal gradient in the Atlantic Forest (see Material e Métodos).

N	Espécie	Localidade	Método de captura	Indivíduos
ANDRENINAE				
Protandrenini				
1	<i>Anthrenoides</i> sp.1	Salesópolis - SP	malaise	1 fêmea
2	<i>Anthrenoides zanellai</i> Urban, 2005	São Bento do Sul - SC	malaise	1 fêmea
3	<i>Rhopitulus</i> sp.01	Santa Maria Madalena - RJ	varredura	5 fêmeas
4	<i>Rhopitulus</i> sp.02	Quebrangulo - AL	malaise	2 fêmeas e 1 macho
			varredura	4 fêmeas e 13 machos
5	<i>Rhopitulus</i> sp.03	Quebrangulo - AL	varredura	4 machos
APINAE				
Apini				
6	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	Ilhéus - BA	pratos	1 fêmea
		João Pessoa - PB	malaise	1 fêmea
		Mata de São João - BA	malaise	1 fêmea
		Morretes - PR	malaise	1 fêmea
		Nova Iguaçu - RJ	malaise	1 fêmea
		Porto Seguro - BA	malaise	2 fêmeas
		Quebrangulo - AL	varredura	3 fêmeas
			malaise	1 fêmea
		Santa Luzia do Itahy - SE	varredura	1 fêmea
		São Bento do Sul - SC	malaise	2 fêmeas
		Ubatuba - SP	malaise	2 fêmeas
7	<i>Bombus (Fervidobombus) brasiliensis</i> Lepeletier, 1836	Ubatuba - SP	malaise	1 fêmea
8	<i>Bombus (Fervidobombus) morio</i> (Swederus, 1787)	Ribeirão Grande - SP	malaise	1 fêmea
		Ubatuba - SP	malaise	2 fêmeas
9	<i>Euglossa (Glossurella) stellfeldi</i> Moure, 1947	Santa Teresa - ES	malaise	1 fêmea
10	<i>Frieseomelitta doederleini</i> (Friese, 1900)	Recife - PE	malaise	1 fêmea
11	<i>Frieseomelitta dispar</i> (Moure, 1950)	Mata de São João - BA	malaise	2 fêmeas
12	<i>Frieseomelitta francoi</i> (Moure, 1946)	Mata de São João - BA	malaise	1 fêmea
		Santa Luzia do Itahy - SE	malaise	2 fêmeas
13	<i>Lestrimelitta ehrhardti</i> (Friese, 1931)	Nova Iguaçu - RJ	malaise	1 macho
		Quebrangulo - AL	malaise	2 machos
		Ubatuba - SP	malaise	1 fêmea
14	<i>Lestrimelitta rufipes</i> (Friese, 1903)	Santa Maria Madalena - RJ	malaise	3 fêmeas
15	<i>Lestrimelitta tropica</i> Marchi & Melo, 2006	Nova Iguaçu - RJ	malaise	2 fêmeas
16	<i>Leurotrigona muelleri</i> (Friese, 1900)	Quebrangulo - AL	varredura	1 fêmea
		Santa Maria Madalena - RJ	malaise	1 fêmea
17	<i>Melipona (Eomelipona) bicolor</i> Lepeletier, 1836	Santa Teresa - ES	malaise	20 fêmeas
		São Bento do Sul - SC	malaise	1 fêmea
18	<i>Melipona (Eomelipona) marginata carioca</i> Moure, 1971	Nova Iguaçu - RJ	malaise	2 fêmeas
		Quebrangulo - AL	malaise	1 macho
		Salesópolis - SP	malaise	1 fêmea
		Santa Teresa - ES	malaise	2 fêmeas
		Ubatuba - SP	malaise	2 fêmeas
		Linhares - ES	malaise	1 fêmea
19	<i>Melipona (Michmelina) mondury</i> Smith, 1863	Nova Iguaçu - RJ	malaise	1 fêmea
		Porto Seguro - BA	malaise	1 fêmea
		Ubatuba - SP	malaise	2 fêmeas
20	<i>Melipona (Michmelina) scutellaris</i> Latreille, 1811	Santa Luzia do Itahy - SE	malaise	1 fêmea
21	<i>Oxytrigona tataira</i> (Smith, 1863)	Nova Iguaçu - RJ	malaise	1 fêmea
22	<i>Paratrigona glabrata</i> Moure, 1989	Linhares - ES	malaise	1 fêmea

Tabela 2. Continuação...

N	Espécie	Localidade	Método de captura	Indivíduos
		Ilhéus - BA	malaise	1 fêmea
			varredura	1 fêmea
23	<i>Paratrigona subnuda</i> Moure, 1947	Nova Iguaçu - RJ	malaise	2 fêmeas
		Salesópolis - SP	malaise	1 fêmea
		Santa Maria Madalena - RJ	varredura	1 fêmea
24	<i>Partamona criptica</i> Pedro & Camargo, 2003	Ilhéus - BA	malaise	86 fêmeas e 1 macho
		Porto Seguro - BA	malaise	4 fêmeas
		Santa Teresa - ES	malaise	47 fêmeas e 7 machos
25	<i>Partamona helleri</i> (Friese, 1900)	João Pessoa - PB	malaise	8 fêmeas
		Linhares - ES	malaise	2 fêmeas
		Morretes - PR	malaise	3 fêmeas
		Nova Iguaçu - RJ	malaise	1 fêmea
		Recife - PE	malaise	11 fêmeas
		Santa Luzia do Itahy - SE	malaise	3 fêmeas
		Santa Maria Madalena - RJ	malaise	2 fêmeas
		Ubatuba - SP	malaise	1 fêmea
26	<i>Plebeia lucii</i> Moure, 2004	João Pessoa - PB	malaise	1 fêmea
		Linhares - ES	malaise	3 fêmeas
		Santa Maria Madalena - RJ	varredura	2 fêmeas
27	<i>Plebeia poecilochroa</i> Camargo & Moure, 1989	Ilhéus - BA	malaise	3 fêmeas
		Linhares - ES	malaise	1 fêmea
		Porto Seguro - BA	malaise	2 fêmeas
28	<i>Plebeia</i> sp.01 (aff. <i>poecilochroa</i> Camargo & Moure, 1989)	Santa Luzia do Itahy - SE	malaise	1 fêmea
29	<i>Plebeia</i> sp.02 (aff. <i>poecilochroa</i> Camargo & Moure, 1989)	Santa Maria Madalena - RJ	malaise	1 fêmea
30	<i>Plebeia phrynostoma</i> Moure, 2004	João Pessoa - PB	malaise	11 fêmeas
		Mata de São João - BA	malaise	1 fêmea
		Nova Iguaçu - RJ	malaise	5 fêmeas
		Peruíbe - SP	varredura	2 fêmeas
		Quebrangulo - AL	malaise	1 fêmea
			varredura	28 fêmeas
		Recife - PE	malaise	4 fêmeas
		Santa Luzia do Itahy - SE	malaise	1 fêmea
		Santa Maria Madalena - RJ	malaise	1 fêmea
		Santa Teresa - ES	malaise	1 fêmea
			pratos	1 fêmea
			varredura	2 fêmeas
		Ubatuba - SP	malaise	6 fêmeas
			varredura	1 fêmea
31	<i>Plebeia remota</i> (Holmberg, 1903)	Ubatuba - SP	malaise	1 fêmea e 1 macho
		Morretes - PR	malaise	4 fêmeas
		Nova Iguaçu - RJ	malaise	3 fêmeas
		Peruíbe - SP	varredura	2 fêmeas
		Santa Teresa - ES	malaise	1 fêmea
		São Bento do Sul - SC	malaise	1 fêmea
32	<i>Plebeia saiqui</i> (Friese, 1900)	São Bento do Sul - SC	malaise	1 fêmea
33	<i>Scaptotrigona</i> sp.01	Santa Luzia do Itahy - SE	malaise	1 fêmea e 1 macho
34	<i>Scaptotrigona</i> sp.02	Nova Iguaçu - RJ	malaise	1 macho
35	<i>Schwarziana quadripunctata</i> (Lepeletier, 1836)	Nova Iguaçu - RJ	malaise	1 fêmea
36	<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)	Ilhéus - BA	malaise	1 fêmea

Tabela 2. Continuação...

N	Espécie	Localidade	Método de captura	Indivíduos
		Nova Iguaçu - RJ	malaise	4 fêmeas
		Quebrangulo - AL	varredura	2 fêmeas
		Santa Luzia do Itahy- SE	malaise	1 fêmea
		Santa Maria Madalena - RJ	varredura	1 fêmea
		São Bento do Sul - SC	malaise	1 fêmea
37	<i>Trigona aff. fulviventris</i> Guérin, 1835	Ilhéus - BA	malaise	84 fêmeas e 2 machos
			varredura	2 fêmeas
		João Pessoa - PB	malaise	1 fêmea e 27 machos
		Nova Iguaçu - RJ	malaise	4 fêmeas
		Peruíbe - SP	malaise	3 fêmeas
			varredura	1 fêmea
		Porto Seguro - BA	varredura	1 fêmea
		Quebrangulo - AL	varredura	13 fêmeas
			malaise	13 fêmeas e 2 machos
		Recife - PE	malaise	2 fêmeas
		Salesópolis - SP	malaise	2 fêmeas
		Santa Luzia do Itahy- SE	malaise	1 fêmea
		Santa Maria Madalena - RJ	malaise	16 fêmeas e 1 macho
		Santa Teresa - ES	malaise	23 fêmeas e 1 macho
			pratos	2 fêmeas
		Ubatuba - SP	malaise	1 macho
38	<i>Trigona hyalinata</i> (Lepeletier, 1836)	Linhares - ES	malaise	1 fêmea
39	<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	Ilhéus - BA	malaise	2 fêmeas
			varredura	1 fêmea
		Linhares - ES	malaise	1 fêmea
		Mata de São João - BA	pratos	1 fêmea
		Morretes - PR	malaise	1 fêmea
			varredura	1 fêmea
		Nova Iguaçu - RJ	malaise	12 fêmeas
			pratos	1 fêmea
		Porto Seguro - BA	varredura	1 fêmea
		Quebrangulo - AL	malaise	1 fêmea
			varredura	2 fêmeas
		Santa Luzia do Itahy- SE	malaise	7 fêmeas
		Santa Maria Madalena - RJ	malaise	2 fêmeas
		Ubatuba - SP	malaise	3 fêmeas
Eucerini				
40	<i>Melissoptila richardiae</i> Bertoni & Schrottky, 1910	Quebrangulo - AL	varredura	1 fêmea
Nomadini				
41	<i>Brachynomada</i> sp.01	Quebrangulo - AL	malaise	1 fêmea
			varredura	1 fêmea
42	<i>Pseudepeolus</i> sp.01	Quebrangulo - AL	varredura	1 fêmea
43	<i>Trophocleptia</i> sp.01	Santa Teresa - ES	malaise	1 fêmea
Osirini				
44	<i>Osirinus</i> sp.01	Salesópolis - SP	malaise	2 fêmeas
45	<i>Osiris</i> sp.01	Linhares - ES	malaise	2 machos
		Nova Iguaçu - RJ	malaise	1 fêmea
		Santa Maria Madalena - RJ	malaise	2 fêmeas
		Ubatuba - SP	malaise	2 machos
46	<i>Osiris</i> sp.02	Peruíbe - SP	malaise	1 fêmea

Tabela 2. Continuação...

N	Espécie	Localidade	Método de captura	Indivíduos
47	<i>Osiris</i> sp.03	Santa Teresa - ES	malaise	1 fêmea
		Ribeirão Grande - SP	malaise	3 fêmea
		Santa Maria Madalena - RJ	malaise	2 fêmea
48	<i>Osiris</i> sp.04	Ribeirão Grande - SP	malaise	1 fêmea
49	<i>Osiris</i> sp.05	João Pessoa - PB	malaise	1 fêmea
		Recife - PE	malaise	1 fêmea
50	<i>Protosiris</i> sp.01	Santa Maria Madalena - RJ	malaise	1 macho
51	<i>Protosiris</i> sp.02	Nova Iguaçu - RJ	malaise	3 fêmeas
	<i>Tapinotaspidini</i>			
52	<i>Paratetrapedia bicolor</i> (Smith, 1854)	Ilhéus - BA	varredura	1 fêmea
		Linhares - ES	varredura	1 fêmea
		Quebrangulo - AL	varredura	1 fêmea
		Santa Luzia do Itahy - SE	malaise	1 fêmea
53	<i>Lophopedia pygmaea</i> (Schroetky, 1902)	Santa Teresa - ES	varredura	1 fêmea
	Xylocopini			
54	<i>Ceratina</i> (<i>Ceratinula</i>) sp.01	Morretes - PR	malaise	1 fêmea
			varredura	1 fêmea
		Nova Iguaçu - RJ	varredura	1 fêmea e 2 machos
		Ribeirão Grande - SP	malaise	2 fêmeas
		Santa Maria Madalena - RJ	varredura	1 fêmea
		Ubatuba - SP	malaise	7 fêmeas e 5 machos
55	<i>Ceratina</i> (<i>Ceratinula</i>) sp.02	João Pessoa - PB	malaise	1 macho
56	<i>Ceratina</i> (<i>Ceratinula</i>) sp.03	Quebrangulo - AL	varredura	2 fêmeas
57	<i>Ceratina</i> (<i>Crewella</i>) sp.01	Peruíbe - SP	malaise	1 fêmea
58	<i>Ceratina</i> (<i>Crewella</i>) sp.02	Quebrangulo - AL	varredura	2 fêmeas
59	<i>Ceratina</i> (<i>Crewella</i>) sp.03	Ilhéus - BA	malaise	1 fêmea
	COLLETINAE			
	Colletini			
60	<i>Colletes rugicollis</i> Friese, 1900	Ubatuba - SP	malaise	1 fêmea
	Hylaeini			
61	<i>Hylaeus</i> (<i>Hylaeopsis</i>) sp.01	Santa Maria Madalena - RJ	malaise	1 fêmea
62	<i>Hylaeus</i> (<i>Hylaeopsis</i>) sp.02	Nova Iguaçu - RJ	malaise	1 fêmea
	Xeromelissini			
63	<i>Chilicola</i> (<i>Hylaeosoma</i>) <i>megalo stigma</i> (Ducke, 1908)	Ilhéus - BA	malaise	1 fêmea e 1 macho
		Quebrangulo - AL	varredura	1 fêmea
	HALICTINAE			
	Augochlorini			
64	<i>Ariphanarthra palpalis</i> Moure, 1951	Morretes - PR	malaise	2 machos
		Ribeirão Grande - SP	malaise	3 fêmeas
65	<i>Augochlora</i> (<i>Augochlora</i>) <i>dolichocephala</i> (Moure, 1941)	São Bento do Sul - SC	malaise	2 fêmeas
66	<i>Augochlora</i> (<i>Augochlora</i>) sp.01	São Bento do Sul - SC	malaise	1 fêmea
67	<i>Augochlora</i> (<i>Oxystoglossella</i>) <i>morrae</i> Strand, 1900	São Bento do Sul - SC	varredura	1 fêmea
68	<i>Augochlorella ephyra</i> (Schroetky, 1910)	Quebrangulo - AL	varredura	1 fêmea
69	<i>Augochlorella urania</i> (Smith, 1853)	Salesópolis - SP	malaise	1 macho
		São Bento do Sul - SC	malaise	1 fêmea
		Ubatuba - SP	varredura	1 macho
70	<i>Augochloropsis</i> sp.01	Mata de São João - BA	malaise	6 fêmeas
71	<i>Augochloropsis</i> sp.02	Ilhéus - BA	malaise	2 fêmeas
72	<i>Augochloropsis</i> sp.03	Quebrangulo - AL	varredura	1 fêmea
73	<i>Megalopta</i> sp.01	Nova Iguaçu - RJ	varredura	1 macho

Tabela 2. Continuação...

N	Espécie	Localidade	Método de captura	Indivíduos
74	<i>Megalopta</i> sp.02	Santa Luzia do Itahy- SE	varredura	1 macho
75	<i>Megalopta</i> sp.03	João Pessoa - PB	malaise	1 fêmea
76	<i>Megaloptina festiva</i> (Dalla Torre, 1896)	João Pessoa - PB	malaise	1 macho
77	<i>Megommation insigne</i> (Smith, 1853)	São Bento do Sul - SC	pratos	1 fêmea
78	<i>Neocorynura aenigma</i> (Gribodo, 1894)	Morretes - PR	malaise	1 fêmea
		São Bento do Sul - SC	malaise	1 fêmea e 3 machos
79	<i>Neocorynura</i> sp.01	Santa Maria Madalena - RJ	malaise	1 fêmea
80	<i>Neocorynura</i> sp.02	Ubatuba - SP	malaise	1 fêmea
81	<i>Pereirapis semiaurata</i> (Spinola, 1853)	Ilhéus - BA	varredura	6 machos
82	<i>Rhectomia</i> sp.01	Ubatuba - SP	malaise	1 fêmea
83	<i>Rhectomia</i> sp.02	Quebrangulo - AL	varredura	1 macho
84	<i>Temnosoma</i> sp.01	Mata de São João - BA	varredura	1 fêmea
85	<i>Temnosoma</i> sp.02	Ubatuba - SP	malaise	1 fêmea
86	Gênero e espécie não determinados*	Salesópolis - SP	malaise	1 macho
Halictini				
87	<i>Caenohalictus oresicoetes</i> (Moure, 1943)	Salesópolis - SP	malaise	4 fêmeas
88	<i>Dialictus</i> sp.01	Salesópolis - SP	malaise	4 fêmeas
89	<i>Dialictus</i> sp.02	Salesópolis - SP	varredura	1 fêmea
		Ubatuba - SP	malaise	1 fêmea
90	<i>Dialictus</i> sp.03	Ilhéus - BA	varredura	8 machos
91	<i>Dialictus</i> sp.04	Ilhéus - BA	varredura	1 macho
92	<i>Dialictus</i> sp.05	Nova Iguaçu - RJ	malaise	2 fêmeas
93	<i>Dialictus</i> sp.06	São Bento do Sul - SC	malaise	5 fêmeas
94	<i>Dialictus</i> sp.07	Nova Iguaçu - RJ	malaise	5 fêmeas
95	<i>Dialictus</i> sp.08	Nova Iguaçu - RJ	malaise	2 fêmeas
96	<i>Dialictus</i> sp.09	Nova Iguaçu - RJ	malaise	1 fêmea
97	<i>Dialictus</i> sp.10	Morretes - PR	malaise	1 fêmea
		Ribeirão Grande - SP	malaise	1 fêmea
98	<i>Habralictus canaliculatus</i> Moure, 1941	Nova Iguaçu - RJ	varredura	1 macho
		Santa Maria Madalena - RJ	malaise	2 fêmeas
		Santa Teresa - ES	malaise	1 fêmea
99	<i>Habralictus macrospilophorus</i> Moure, 1941	Santa Maria Madalena - RJ	malaise	2 machos
100	<i>Microsphecodes russeiclypeatus</i> (Sakagami & Moure, 1952)	Peruíbe - SP	varredura	1 fêmea
101	<i>Sphecodes</i> sp.01	Nova Iguaçu - RJ	malaise	1 fêmea
MEGACHILINAE				
Anthidiini				
102	<i>Anthodiocetes megachiloides</i> Holmberg, 1903	São Bento do Sul - SC	malaise	1 fêmea
103	<i>Moureanthidium capixaba</i> Urban, 1995	Santa Maria Madalena - RJ	varredura	1 fêmea
Megachilini				
104	<i>Coelioxys</i> (<i>Cyrtocoelioxys</i>) sp.01	Ubatuba - SP	malaise	2 fêmeas
105	<i>Megachile</i> (<i>Moureapis</i>) sp.01	Quebrangulo - AL	varredura	1 fêmea

* Gênero e espécie não determinados, pertencente possivelmente ao grupo de gêneros relacionados com *Megaloptidia*.

* Undetermined genus and species, possibly belonging to genera related to *Megaloptidia*.

A técnica mais efetiva na captura de abelhas foi a armadilha Malaise, com 647 indivíduos de 84 espécies coletados, seguida da varredura da vegetação com 143 indivíduos de 39 espécies; os pratos-armadilha capturaram apenas sete indivíduos de cinco espécies (quatro corbiculadas mais uma fêmea do halictíneo *Megommation insigne*). Quanto às armadilhas Malaise, aquelas instaladas dentro

das florestas (251 indivíduos capturados, 41 espécies) se mostraram menos eficientes que as instaladas nas trilhas (383 indivíduos, 58 espécies).

A Tabela 3 apresenta o número de indivíduos e espécies de abelhas coletadas em cada localidade, em geral e de Meliponina em particular. Os resultados da análise da DCA estão expressos na Figura 1.

Tabela 3. Riqueza e abundância de abelhas ao longo de um gradiente latitudinal na Mata Atlântica. Número de espécies (S) e indivíduos (N) totais e apenas para Meliponina ($S_{\text{Meliponina}}$, $N_{\text{Meliponina}}$).

Table 3. Richness and abundance of bees along a latitudinal gradient in Atlantic Forest. Number of species (S) and individuals (N) and Meliponina richness and abundance ($S_{\text{Meliponina}}$, $N_{\text{Meliponina}}$).

N	Município/Estado	S	$S_{\text{Meliponina}}$	N	$N_{\text{Meliponina}}$
L1	João Pessoa - PB	9	4	53	48
L2	Recife - PE	5	4	20	19
L3	Quebrangulo - AL	22	7	115	66
L4	Santa Luzia do Itanhy - SE	12	9	22	19
L5	Mata de São João - BA	7	4	13	5
L6	Ilhéus - BA	14	6	201	184
L7	Porto Seguro - BA	6	5	11	9
L8	Linhares - ES	9	7	13	10
L9	Santa Teresa - ES	11	6	112	107
L10	Santa Maria Madalena - RJ	20	10	49	31
L11	Nova Iguaçu - RJ	27	14	64	41
L12	Ubatuba-SP	21	8	46	18
L13	Salesópolis - SP	10	3	17	4
L14	Ribeirão Grande - SP	6	0	11	0
L15	Peruibe - SP	6	3	11	8
L16	Morretes - PR	8	3	16	9
L17	São Bento do Sul - SC	14	4	23	4
Total geral		105	30	797	582

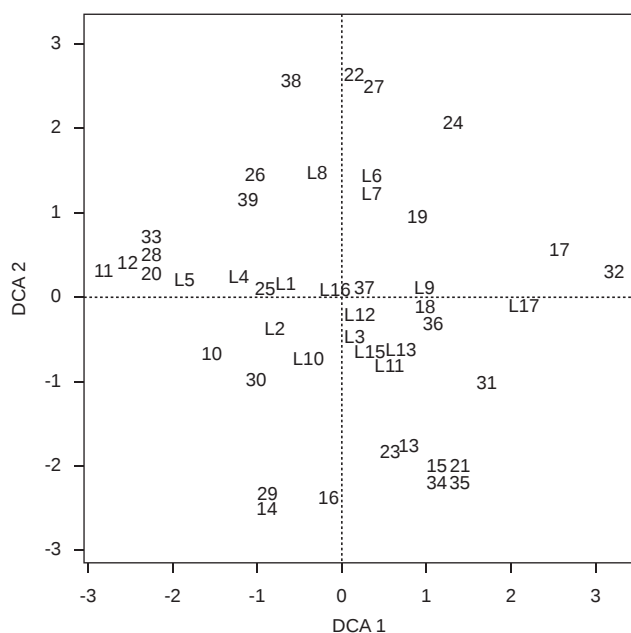


Figura 1. Dois primeiros eixos da análise de correspondência “destendenciada”. Letra “L” seguida de números grandes em negrito correspondem às localidades amostradas (códigos conforme Tabela 1), números pequenos correspondem às espécies de Meliponina (códigos conforme Tabela 2).

Figure 1. Two first axes of detrended correspondence analysis. Large bold numbers preceded by “L” correspond to the sampled localities (codes as Table 1), small numbers correspond to the Meliponina species (codes as Table 2).

Discussão

O número de espécies coletadas apresentou grande variação em torno da média de 12 espécies em cada localidade. As localidades do Estado do Rio de Janeiro estiveram entre as mais ricas (com 20 ou mais espécies), assim como uma localidade em São Paulo (Ubatuba) e em Alagoas. De uma maneira geral, Meliponina apresentou uma riqueza relativamente elevada, especialmente nas áreas do Rio de Janeiro até Paraíba; em média, metade de todas as espécies coletadas em cada localidade foi de abelhas sem ferrão. As localidades amostradas em Porto Seguro (BA) e Recife (PE) são exemplos de predomínio de Meliponina (Tabela 3); as localidades em São Bento do Sul (SC) e Ribeirão Grande (SP) são exemplos opostos; na última delas nenhuma espécie de Meliponina foi coletada. Da mesma maneira, nota-se uma grande variação no número de indivíduos coletados entre as localidades, tanto para as abelhas como um todo como para Meliponina. Em torno de 62% dos indivíduos em uma dada localidade corresponde às abelhas sem ferrão. O número relativamente elevado de espécies e indivíduos coletados de Meliponina em comparação com outras abelhas deve ser relacionado a limitações das técnicas de amostragem utilizadas, que são mais eficientes para abelhas sem ferrão, visto que a maioria das suas espécies vive em colônias perenes e com elevada densidade, aumentando suas chances de serem coletadas.

A utilização de armadilhas *Malaise* pode ser uma alternativa para amostragem estatística de abelhas ou uma forma de complementar amostragens, especialmente em áreas florestadas devido à dificuldade de acesso a flores no dossel; o emprego de armadilhas permite ainda a bem-vinda captura de cleptoparasitas e Meliponina. É plausível que o emprego deste tipo de armadilha contribua com uma informação útil sobre a melissofauna de determinada localidade, mas seu emprego exclusivo possivelmente subestime a riqueza total, como já foi constatado para Ichneumonidae (Fraser et al. 2008). Armadilhas não são seletivas e capturam muitas ordens e famílias de insetos, sendo seu emprego adequado em inventários que objetivem diversificar os táxons a serem amostrados. Já o emprego de pratos-armadilha teve resultado insatisfatório em relação à riqueza esperada. Dentre os levantamentos feitos no Brasil, apenas recentemente os pratos-armadilha foram empregados em inventariamentos (Krug & Alves-dos-Santos 2008, Souza & Campos 2008). Krug & Alves-dos-Santos (2008) relatam uma eficiência relativamente elevada dos pratos-armadilha em comparação à captura em flores; nesta linha, Roulston et al. (2007) sugerem o emprego desta técnica quando as flores são escassas ou quando é desejada a amostragem de espécies particulares de abelhas que são atraídas pelos pratos-armadilhas.

A análise de correspondência “destendenciada” (DCA) revelou um padrão que expressa, em parte, um efeito do gradiente latitudinal na composição de espécies (Figura 1); observa-se ao longo do eixo 1 uma possível indicação de correlação da distribuição da fauna de abelhas sem ferrão com o gradiente latitudinal. As localidades da Mata Atlântica do Nordeste (exceto duas do sul da Bahia) estão concentradas na porção esquerda do gráfico (menores valores no eixo) e as localidades do Sudeste e Sul no centro na porção direita, com a localidade mais ao sul do gradiente ocupando o extremo direito do gráfico. Os pontos correspondentes às localidades não estão dispostos ordenadamente configurando um gradiente, apesar das localidades do Nordeste estarem agrupadas à esquerda do eixo 1, as localidades mais ao norte (pontos 1, 2 e 3) da região estão mais próximas às localidades das regiões Sudeste/Sul do que aquelas ao sul da Região Nordeste (pontos 4, 5). O segundo eixo sugere a existência de outros fatores determinando a composição de espécies além do gradiente *per se*; nota-se que os pontos de Ilhéus, Porto Seguro (BA) e Linhares (ES), respectivamente L6, L7 e L8, têm valores altos e positivos para o eixo 2. Destaca-se um elevado número de espécies únicas a uma

localidade ou duas (13 e 5 espécies, respectivamente). A principal espécie associada às localidades ao sul de Santa Teresa (ES) é *Plebeia remota*. Para as localidades do norte da Mata Atlântica, *Friesemellita francoi* pode ser uma indicadora, apesar de ter sido registrada em apenas duas áreas. Distribuições de outras espécies que merecem destaque são a de *Partamona criptica*, que está presente apenas nas localidades da Bahia e do Espírito Santo e de *Paratrígona subnuda*, que agrupa as localidades do Rio de Janeiro e Salesópolis (SP).

Resultados preliminares da análise da distribuição da fauna de formigas amostradas pelo Projeto indicam com mais segurança o padrão latitudinal, que recebe ainda influência do gradiente altitudinal (Silva et al. 2007). Para as abelhas, a dispersão dos pontos é relativamente alta, o que pode ser resultado da amostragem ter sido insuficiente. Espécies com registro em apenas uma área devem, muito provavelmente, estar presentes em outras localidades, como *Plebeia saiqui* que deve ocorrer em outras áreas do Sudeste, e *Lestrimellita tropica*, que já foi registrada até o Ceará (Marchi & Melo 2006). Além disso, gêneros comumente registrados em áreas de Floresta Atlântica como *Cephalotrigona*, *Geotrigona*, *Nannotrigona* e *Tetragona* não foram capturados nesta amostragem.

Relativamente poucos levantamentos de abelhas foram realizados em áreas de Floresta Ombrófila Densa em comparação a ambientes com vegetação aberta. Em Morretes (PR), foi amostrada uma localidade do Instituto Agrônomo do Paraná por Barbola (2000), sendo catalogadas 111 espécies de 47 gêneros. Wilms (1995) amostrou extensivamente a Estação Ecológica de Boracéia, município de Salesópolis, São Paulo, encontrando 253 espécies de abelhas de 84 gêneros. Ramalho (1995) amostrou área na capital do Estado de São Paulo, encontrando 169 espécies de 56 gêneros. Estes números de espécies são relativamente elevados quando comparados com resultados de inventários conduzidos em áreas abertas (Figura 3 de Pinheiro-Machado 2002). Ao contrário, o presente inventariamento coletou números relativamente muito baixos de espécies nestas mesmas áreas, devido às técnicas empregadas.

Reunindo os dados dos diferentes levantamentos no domínio da Mata Atlântica é possível encontrar espécies que jamais foram coletadas em levantamentos em outros domínios, como *Ariphanarthra palpalis* Moure, 1951, *Augochlorodes turrifaciens* Moure, 1958 e *Dithygater seabrai* Moure & Michener, 1955. Ainda, alguns grupos mostraram-se extremamente ricos em comparação à fauna registrada em estudos em outros ambientes, como Paracolletini, Meliponina, Euglossina e gêneros cleptoparasitas como *Trophocleptria* (Nomadini), *Microsphecodes* e *Ptilocleptis* (Halictini). Estes grupos e espécies em conjunto podem ajudar a caracterizar a fauna da Mata Atlântica, mas no presente trabalho foram registrados apenas *Ariphanarthra* e o elevado número relativo de Meliponina e de cleptoparasitas.

Ariphanarthra pertence a um grupo de gêneros de Augochlorini que inclui espécies com distribuições restritas ou claramente associadas à Mata Atlântica (Engel 2000). Outro exemplo deste grupo é *Micrommaton larocai* Moure, 1969, que tem sido coletada exclusivamente em localidades da Mata Atlântica do Estado do Paraná, porém até agora jamais em levantamentos. Vale destacar que registramos exemplares que não puderam ser identificados, mas que pertencem a este grupo (Tabela 2).

A Mata Atlântica, ou componente Atlântico da região Neotropical, é relacionado ao sudeste Amazônico ou sua biota é relacionada a clados de ampla distribuição Neotropical, mas partições internas ao componente não são formalmente reconhecidas (p. ex. Camargo & Pedro 2003). Estudos históricos sobre estas partições serão de grande valia para o entendimento da formação da melissofauna Atlântica. Quanto ao inventário de fauna, os estados ao norte de São Paulo apresentam áreas de especial interesse, pois não foram sujeitos a nenhuma amostragem quantitativa sistematizada até o momento.

Agradecimentos

Aos melitólogos que identificaram parte do material, Dra. Danúncia Urban (Anthidiini, Eucerini e *Anthrenoides*), Dr. João M. F. Camargo (Meliponina), Dr. Antonio J. C. Aguiar (Tapinotaspini) e MSc. Luiz Roberto Faria Jr (Euglossina) pelo auxílio nas identificações do material; a todos os idealizadores e coletores do projeto, à Dra. Angélica M. P. Dias pelo auxílio na descrição dos procedimentos de coleta, ao Dr. Rogério R. Silva pelo auxílio com a bibliografia, sugestões de análise estatística e revisão do texto, à Dra. Eliana M. Canello pela revisão final do manuscrito e à Biól. Nicolle V. Sydney pela leitura crítica do manuscrito. Este trabalho foi parcialmente financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) no âmbito do Programa BIOTA/FAPESP - O Instituto Virtual da Biodiversidade (www.biotasp.org.br).

Referências Bibliográficas

- AGNELLO, S. 2007. Composição, estrutura e comunidade de aves da Mata Atlântica no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Cubatão, São Paulo. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- AMORIM, D.S. & PIRES, M.R.S. 1996. Neotropical biogeography and a method for maximum biodiversity estimation, p. 183-219. In: BICUDO, C.E.M. & N.A. MENEZES. Biodiversity in Brazil: A First approach. CNPq, São Paulo.
- BARBOLA, I.F. 2000. Biocenótica de Apoidea (Hymenoptera) de uma área restrita da Floresta Atlântica, Morretes, Paraná, Brasil, e aspectos da ecologia da polinização de *Stachytarpheta maximiliani* (Verbenaceae). Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Paraná.
- BROWN, J. & LOMOLINO, M. 1998. Biogeography. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- CAMARGO, J.M.F. & PEDRO, S.R.M. 2003. Meliponini Neotropicais: O gênero *Partamona* Schwarz, 1939 (Hymenoptera, Apidae, Apinae): bionomia e biogeografia. Rev. Bras. Entomol. 47(3):311-372.
- CANCELLO, E.M. 2006. Termite distribution in South America and its life histories: the data from Atlantic Forest survey and from MZUSP collection. In Annals of XV International Congress of Iussu - International Union for the Study of Social Insects, Washington, DC, p. 149-150.
- CANCELLO, E.M., REIS, Y.T., VASCONCELLO, A. & OLIVEIRA, L.C. 2006. Riqueza de espécies de térmitas (Isoptera) ao longo de um gradiente latitudinal na Mata Atlântica, Brasil. In: Anais do XXI Congresso Brasileiro de Entomologia: da Academia à transferência de tecnologia, Recife, Pernambuco.
- CONSERVATION INTERNATIONAL DO BRASIL, FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS, SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO, SEMAD/INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS – MG. 2000. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Floresta Atlântica e Campos Sulinos. MMA/SBF, Brasília.
- COSTA, L.P., LEITE, Y.L.R., FONSECA, G.A.B., FONSECA, M.T. 2000. Biogeography of South American Forest Mammals: Endemism and Diversity in the Atlantic Forest. Biotropica 32:872-881.
- ENGEL, M.S. 2000. Classification of the bee tribe Augochlorini (Hymenoptera: Halictidae). Bull. Am. Mus. Nat. His. 250:1-89.
- FONSECA, G.A.B., HERMANN, G., LEITE, Y.L.R., MITTENMEIER, R. A., RYLANDS, A. B., PATTON, J. L. 1996. Lista anotada dos mamíferos do Brasil. Occas. Pap. Cons. Biol. 4:1-38.
- FRASER, S.E.M., DYTHAM, C. & MAYHEW, P.J. 2008. The effectiveness and optimal use of Malaise traps for monitoring parasitoid wasps. Ins. Cons. Div. 1:22-31. doi: 10.1111/j.1752-4598.2007.00003.x.
- GASTON, K.J. 2000. Global patterns in biodiversity. Nature 405:220-227.
- JANZEN, D.H. 1981. The peak in North american ichneumonid species richness lies between 30° and 42° N. Ecology 62:532-537.

- KRUG, C. & ALVES-DOS-SANTOS, I. 2008. O uso de diferentes métodos para amostragem da fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea), um estudo em Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina. *Neo. Entomol.* 37(3):265-278.
- LAMBAIS, M.R., CROWLEY, D.E., CURY, J.C., BULL, R.C. & RODRIGUES, R.R. 2006. Bacterial diversity in tree canopies of the Atlantic Forest. *Science* 312:191.
- LAROCA, S. 1974. Estudo feno-ecológico em Apoidea do litoral e primeiro planalto paranaense. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Paraná.
- LONGINO, J.T. & COLWELL, R.K. 1997. Biodiversity assessment using structured inventory: Capturing the ant fauna of a lowland tropical rainforest. *Ecol. Appl.* 7:1263-1277.
- MARCHI, P., MELO, G.A.R. 2006. Revisão taxonômica das espécies brasileiras de abelhas do gênero *Lestrimelitta* Friese (Hymenoptera, Apidae, Meliponina). *Rev. Bras. Entomol.* 50(1):6-30.
- MICHENER, C.D. 1979. The biogeography of the bees. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 66:277-374.
- MORELLATO, L.P.C. & HADDAD, C.F.B. 2000. Introduction: the Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica* 32(4b):786-792.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTENMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-858.
- OKSANEN, J., KINDT, R., LEGENDRE, P., O'HARA, B., STEVENS, M.H.H. 2007. *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 1.8-8. <http://cran.r-project.org/>, <http://r-forge.r-project.org/projects/vegan/>
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. & FONTES, M.A. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica* 32(4b):793-810.
- PINHEIRO-MACHADO, C. 2002. Brazilian bee biodiversity: what has been done and what is to be done. In *Anais do V Encontro Sobre Abelhas*, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- RAMALHO, M. 1995. A diversidade de abelhas (Apoidea, Hymenoptera) em um remanescente de Floresta Atlântica, em São Paulo. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ROULSTON, T.H., SMITH, S.A., BREWSTER, A.L. 2007. A comparison of pan trap and intensive net sampling techniques for documenting a bee (Hymenoptera: Apiformes) fauna. *J. Kansas Ent. Soc.* 80(2):179-181.
- SAKAGAMI, S. F., LAROCA, S. & MOURE, J. S. 1967. Wild bee biocoenotics in São José do Pinhais (PR), South Brazil. Preliminary report. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University [Series VI, Zoology]* 16:253-291.
- SCHWARTZ-FILHO, D.L. & LAROCA, S. 1999. A Comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da Ilha das Cobras (Paraná, Brasil): aspectos ecológicos e biogeográficos. *Acta Biol. Par.* 28:18-101.
- SILVA, J.M.C., SOUZA, M.C., CASTELLETTI, C.H.M. 2004. Areas of endemism for passerine birds in the Atlantic forest, South America. *Global Ecol. Biogeogr.* 13:85-92.
- SILVA, R.R., BRANDÃO, C.R.F. & SCOTT-SANTOS, C.P. 2007. Riqueza, composição e caracterização do espaço morfológico da fauna de formigas de serrapilheira ao longo da Mata Atlântica. *Biológico* 62(2):289-290.
- SOUZA, L. & CAMPOS, M.J.O. 2008. Composition and diversity of bees (Hymenoptera) attracted by Moericke traps in an agricultural area in Rio Claro, state of São Paulo, Brasil. *Iheringia* 98(2):236-243.
- STEINER, J., HARTE-MARQUES, B., ZILLIKENS, A., FEJA, E. P. 2006. Bees of Santa Catarina Island, Brazil: a first survey and checklist (Insecta: Apoidea). *Zootaxa* 1220:1-18.
- TER BRAAK, C.J.F. 1995. *Ordination. Data Analysis in Community and Landscape Ecology* (Jongman, R.H.G., Ter Braak, C.J.F. & Van Tongeren, O.F.R., eds), p. 91-173. Cambridge University Press, Chicago.
- WILLIG, M.R., KAUFMAN, D.M., STEVENS, R.D. 2003. Latitudinal gradients of biodiversity: pattern, process, scale, and synthesis. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 34:273-309.
- WILMS, W. 1995. Die Bienenfauna im Küstenregenwald Brasiliens und ihre Beziehungen zu Blütenpflanzen: Fallstudie Boracéia, São Paulo. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Recebido em 15/06/08

Versão reformulada recebida em 08/10/08

Publicado em 23/10/08

Taxocenose de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) da região estuarina de São Vicente, SP, Brasil

Thassya Christina dos Santos Schmidt^{1,3,4}, Itamar Alves Martins¹,

Alvaro Luis Diogo Reigada² & June Ferraz Dias³

¹Laboratório de Zoologia, Universidade de Taubaté – UNITAU,
Av. Tiradentes, 500, CEP 12030-180, Taubaté, SP, Brasil

²Universidade Metropolitana de Santos – UNIMES,
Rua da Constituição, 374, CEP 11015-140, Santos, SP, Brasil

³Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo – USP,
Praça do Oceanográfico, 191, CEP 05508-120, São Paulo, SP, Brasil

⁴Autor para correspondência: Thassya Christina dos Santos Schmidt, e-mail: tcsschmidt@yahoo.com.br

SCHMIDT, T.C.S., MARTINS, I.A., REIGADA, A.L.D. & DIAS, J.F. 2008. **Taxocenose of marine catfish (Siluriformes, Ariidae) in the complex bay-estuary of São Vicente, SP, Brazil.** Biota Neotrop. 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/en/abstract?article+bn01108042008>.

Abstract: The purpose of this study was to analyze the taxocenose of marine catfish in the complex bay-estuary of São Vicente, Brazil. The sampling was done monthly from September/2000 to August/2002, in four places of the estuary. Were caught 3.985 individuals belonging for 5 genus and 6 species, totalizing 47.807 g. The specie *Cathorops spixii* showed the biggest plentiful with 1.569 individuals sampled. In the transect I (close to the coastal region), it was registered the biggest richness (6 species) and in the transect IV (upper estuary) the biggest number of individuals (n = 2.602) e weight of 26.236 g. In March/2002 were registered the biggest occurrence with 687 individuals and biggest weight in February/2002 (8.816 g). The bottom water salinity, in the time of study, changed between 14 and 36, and the water temperature varied between 19 and 30 °C. In the sample place juveniles and adults' individuals were caught, a mostly juvenile which demonstrates that of this place shows favorable conditions for growth.

Keywords: spatial and temporal distribution, family Ariidae, population structure, Complex bay-estuary of São Vicente.

SCHMIDT, T.C.S., MARTINS, I.A., REIGADA, A.L.D. & DIAS, J.F. 2008. **Taxocenose de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) da região estuarina de São Vicente, SP, Brasil.** Biota Neotrop. 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/pt/abstract?article+bn01108042008>.

Resumo: O objetivo do trabalho foi analisar a taxocenose de bagres marinhos do complexo baía-estuário de São Vicente, SP. As coletas foram mensais, no período de setembro de 2000 a agosto de 2002, em quatro regiões do estuário. Foram capturados 3.985 exemplares, pertencentes a cinco gêneros e seis espécies, totalizando 47.807 g. A espécie *Cathorops spixii* apresentou a maior abundância numérica com 1.569 indivíduos amostrados. No transecto I (próximo da região costeira) foi registrada a maior riqueza e no transecto IV (estuário acima) a maior abundância com 2.602 exemplares e peso de 26.236 g. Em março de 2002 registrou-se a maior abundância com 687 indivíduos e o maior peso ocorreu em fevereiro de 2002 (8.816 g). A salinidade da água de fundo, ao longo do período de estudo, variou entre 14 e 36 e a temperatura da água variou entre 19 e 30 °C. Na região amostrada foram capturados exemplares jovens e adultos, ocorrendo um predomínio de jovens, o que demonstra que esta área apresenta condições favoráveis para crescimento.

Palavras-chave: distribuição espaço-temporal, família Ariidae, estrutura populacional, Complexo baía-estuário de São Vicente.

Introdução

Os bagres ocorrem nas zonas litorâneas tropicais e subtropicais, em ambientes marinhos, estuarinos e em águas interiores, sendo geralmente mais abundantes em águas costeiras pouco profundas, em fundo lodoso ou arenoso (Araújo 1988, Andreata et al. 1989). Espécies exclusivamente marinhas podem ser encontradas em profundidades maiores que 100 m (Marceniuk 2005).

As regiões estuarinas e costeiras são consideradas locais de alimentação, reprodução e abrigo para estas espécies (Gurgel et al. 2000) e durante o período de desova, muitas espécies de bagres marinhos normalmente deslocam-se para a desembocadura dos rios e regiões lagunares (Figueiredo & Menezes 1978).

Para o litoral brasileiro é relatada a ocorrência de oito gêneros e 21 espécies, e para a região sudeste, sete gêneros e 10 espécies (*Aspistor luniscutis*, *Bagre bagre*, *B. marinus*, *Cathorops spixii*, *Genidens barbatus*, *G. genidens*, *G. machadoi*, *Hexanemichthys parkeli*, *Notarius grandicassis* e *Potamarius grandoculis*) (Figueiredo & Menezes 1978, Menezes et al. 2003).

Trabalhos referentes aos aspectos biológicos e ecológicos dos bagres marinhos no litoral brasileiro são comuns. Com relação à ocorrência e distribuição, *Arius spixii* (= *Cathorops spixii*), *Sciadeichthys luniscutis* (= *Aspistor luniscutis*) e *Netuma barba* (= *Genidens barbatus*) ocorrem em maiores profundidades, enquanto *Genidens genidens* em áreas mais rasas (Mishima & Tanji 1981), sendo que a salinidade parece condicionar a ocorrência das espécies (Mishima & Tanji 1983a). Em termos de abundância, *Netuma barba* (= *G. barbatus*) é a espécie mais abundante no estuário da Lagoa dos Patos (Araújo 1988), enquanto *Cathorops spixii* foi a mais abundante em Peruíbe (Craig 1980), em Cananéia (Mishima & Tanji 1983a) e no complexo Mundaú/Manguaba (Melo & Teixeira 1992), e *Genidens genidens* na baía de Sepetiba (Azevedo et al. 1998). As diferentes espécies de bagre apresentam amplo espectro alimentar, sendo constatado que adultos de espécies que atingem tamanhos menores e juvenis de espécies de grande porte mostram variação qualitativa na dieta, embora vivam em mesmo ambiente (Mishima & Tanji 1982). A dieta é constituída principalmente por detrito, decápodes, peixes, poliquetos e bivalves (Mishima & Tanji 1982, Araújo 1984, Espírito Santo & Isaac 1999). Machos apresentam menor peso em mesmo comprimento que as fêmeas como possível resposta à incubação oral dos machos e a parada na alimentação durante este período (Araújo et al. 1998b).

Os bagres apresentam deslocamentos sazonais e relacionados às fases do ciclo de vida (Craig 1980, Mishima & Tanji 1981, 1983b, Reis 1986, Araújo 1988, Araújo et al. 1998b, Azevedo et al. 1998, 1999). A reprodução ocorre em diferentes épocas, mas principalmente relacionada aos meses mais quentes ou com maior aporte de águas interiores: do final da primavera ao início do verão para *Genidens genidens* em Jacarepaguá, Sepetiba e Maricá (Rio de Janeiro), Cananéia (São Paulo) e Guaratuba (Paraná) (Mishima & Tanji 1983b, Barbieri et al. 1992, Chaves 1994, Araújo et al. 1998a, Silva et al. 1998, Gomes et al. 1999, Mazzoni et al. 2000, Gomes & Araújo 2004); na primavera e início do verão para *Cathorops spixii* em Sepetiba, Cananéia e baía dos Pinheiros (Paraná) (Mishima & Tanji 1983b, Gomes et al. 1999, Fávoro et al. 2005), e no verão e início do outono em Natal (Rio Grande do Norte) (Gurgel et al. 2000); na primavera para *Sciadeichthys luniscutis* (= *A. luniscutis*) em Sepetiba (Gomes & Araújo 2004) e na primavera e verão em Cananéia (Mishima & Tanji 1983a); no outono para *Bagre marinus* na costa de Pernambuco (Pinheiro et al. 2006); e no final da primavera e início do verão para *Netuma barba* (= *G. barbatus*) no estuário da Lagoa dos Patos (Rio Grande do Sul) (Reis 1986).

O desenvolvimento ovocitário é sincrônico, sugerindo desova total (Araújo et al. 1998a, Silva et al. 1998), embora Gurgel et al. (2000) afirmem que a desova seja parcelada para *C. spixii*, baseados

unicamente na extensão do período de desova, desconsiderando, porém, o aspecto populacional nessa extensão. A incubação ocorre no verão para *Genidens genidens* e há indicação de alimentação exógena das larvas durante a incubação (Chaves 1994), com duração de dois a três meses (Barbieri et al. 1992). De maneira geral, a fecundidade é baixa e varia com as espécies, entre um mínimo de 7 e máximo de 38 ovócitos para *G. genidens* (Barbieri et al. 1992, Araújo et al. 1998a, Gomes et al. 1999), de 11 a 22 para *B. marinus* (Pinheiro et al. 2006), entre 6 e 24 para *Sciadeichthys luniscutis* (= *A. luniscutis*) (Gomes & Araújo 2004), entre 32 e 272 para *Netuma barba* (= *G. barbatus*) (Reis 1986). O cuidado com a prole, aliado às baixas fecundidades, podem levar a uma reposição lenta dos estoques (Velasco et al. 2007).

Apesar do conhecimento acumulado, não há relato de estudos sobre as espécies de Ariidae na região estuarina de São Vicente. Assim, o objetivo deste trabalho é descrever a estrutura da comunidade de bagres marinhos em relação a sua distribuição espaço-temporal, além de alguns aspectos da estrutura populacional das espécies mais abundantes amostradas no estuário de São Vicente.

Material e Métodos

As coletas foram mensais, no período entre setembro de 2000 e agosto de 2002, realizadas na região estuarina do município de São Vicente (23° 55' a 24° 00' S e 46° 21' a 46° 30' W) (Figura 1).

Foram estabelecidas quatro áreas, em diferentes locais do estuário denominadas de transectos (TI, TII, TIII e TIV) (Figura 1), sendo que para cada local em cada mês foram tomados os dados de temperatura da água de fundo com um termômetro de mercúrio (°C) e a salinidade da água por meio de um refratômetro óptico. O transecto I corresponde à região mais externa amostrada, com uma profundidade média de 5 m, o transecto II está localizado em frente da praia Paranapuã, com uma profundidade média de 4 m, o transecto III localiza-se no largo de São Vicente, com uma profundidade média de 4 m e o transecto IV corresponde à área mais interna do estuário, no largo de São Vicente, com uma profundidade média de 6 m (Figura 1).

Para a captura dos exemplares foi utilizada uma rede de arrasto de fundo do tipo "otter-trawl", de 7,5 m de comprimento com 15 mm entre nós na panagem e 10 mm no saco, com abertura de boca de 3,7 m de largura e 2 m de altura, operada de um barco de alumínio, cada arrasto teve duração média de 30 minutos. Os exemplares capturados foram mantidos congelados e, em laboratório, os bagres foram separa-

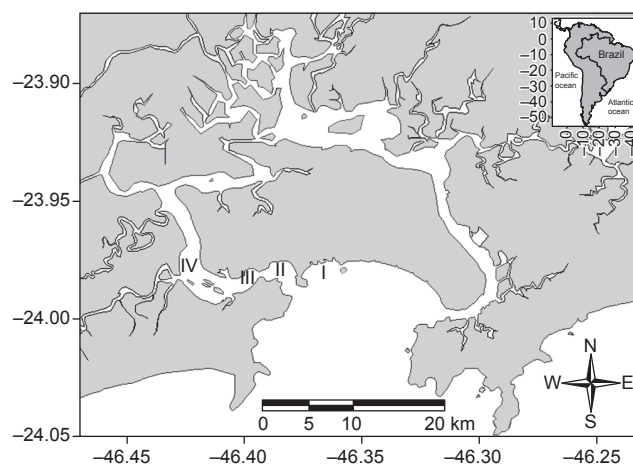


Figura 1. Localização dos locais de coleta.

Figure 1. Location of the sampled area.

dos e identificados, utilizando-se o manual de Figueiredo & Menezes (1978). A nomenclatura dos gêneros e espécies foi atualizada a partir de literatura pertinente (Menezes et al. 2003, Marcenik 2005).

Foram calculados o número e o peso dos indivíduos por arrasto de pesca amostrados em cada transecto. Para a riqueza foi considerada o número de espécies e abundância em cada transecto ($R = (S - 1) / \log N$) e os valores de diversidade foram estimados pelo índice de diversidade de Shannon ($H' = -\sum (p_i * \log p_i)$).

A constância de ocorrência das espécies foi estimada por $C = p_i * 100 * P^{-1}$, sendo C = constância de ocorrência, p_i = número de coletas em que a espécie i apareceu, P = número total de coletas. As espécies foram classificadas de acordo com os valores estimados: espécies constantes para $C \geq 50$, espécies acessórias para $25 > C < 50$, espécies acidentais para $C \leq 25$ (Dajoz 1973). A similaridade da abundância total entre os meses de coleta foi avaliada pela análise de agrupamento (índice de similaridade de Bray-Curtis) e a abundância das espécies por transecto foi testada pela análise de variância (ANOVA – não paramétrica – Kruskal-Wallis). Possíveis correlações entre os fatores abióticos (temperatura e salinidade da água de fundo) e a ocorrência (abundância numérica) dos exemplares, foram avaliadas pelo coeficiente de correlação de Spearman (r_s), com nível de significância de 5% (Ayres et al. 2003).

Para os espécimes capturados foram tomadas as medidas de comprimento padrão (mm) e peso total (g) (precisão de 0,1 g). Os exemplares-testemunho foram depositados na Coleção Científica do Laboratório de Zoologia da Universidade de Taubaté, São Paulo.

Resultados

As variáveis ambientais medidas apresentaram variações sazonais, principalmente a salinidade. No transecto I a salinidade apresentou variação entre 28 e 36. Nas áreas mais internas do estuário (transecto III e IV), bem como no transecto II, houve queda brusca na salinidade, principalmente em dezembro de 2000, quando a menor

salinidade foi registrada (14) no transecto III (Figura 2). O padrão de variação da temperatura da água de fundo para todas as áreas durante todo período de coletas, mostrou oscilações entre os 19 e 30 °C, com os valores mais baixos nos meses de outono e inverno, e aumento da temperatura nos meses da primavera e verão de ambos os anos. Para os quatro transectos amostrados, as maiores temperaturas foram registradas em fevereiro de 2001 e março de 2002 (Figura 2).

Foram amostrados 3.985 exemplares, totalizando 47.807 g, representados por cinco gêneros e seis espécies: *Cathorops spixii* (Agassiz, 1829), *Genidens genidens* (Valenciennes, 1840), *Aspistor luniscutis* (Valenciennes, 1840), *Genidens barbatus* (Lacepède, 1803), *Notarius grandicassis* (Valenciennes, 1840) e *Bagre bagre* (Linnaeus, 1758) (Tabela 1). *C. spixii*, *G. genidens* e *A. luniscutis* representaram mais de 87% da captura em número e em peso.

Em termos espaciais, no transecto I foi registrada a maior riqueza, com seis espécies, enquanto que nos transectos II, III e IV foram capturadas cinco espécies em cada. O transecto IV apresentou maior abundância (65,3%) e peso total (54,9%) e no transecto III ocorreu a menor abundância e o menor peso: 2,1 e 2,8%, respectivamente (Tabela 2). A maior diversidade específica para a família Ariidae no estuário de São Vicente foi observada no transecto IV, seguida dos transectos III, I e II (Tabela 2).

O transecto IV, o mais interno no estuário, foi o local amostrado com os maiores valores de constância de ocorrência das espécies. Os resultados indicam *C. spixii* como constante nos transectos I e IV (58,3 e 50%, respectivamente), acessória no transecto II e acidental no transecto III (Tabela 3). As espécies *G. genidens* e *A. luniscutis* foram constantes nas amostragens do transecto IV (75% e 54,2%, respectivamente) e *G. barbatus* foi classificada como de ocorrência acessória nos transectos I e IV (33,3% e 45,8%, respectivamente). As espécies *N. grandicassis* e *B. bagre* foram acidentais em todos os transectos amostrados (Tabela 3).

Tabela 1. Espécies amostradas da família Ariidae no estuário de São Vicente, SP. (N = número de exemplares, % = frequência relativa, peso (g) e P (%) = porcentagem do peso de cada espécie amostrada).

Table 1. Species caught of the Ariidae family in complex bay-estuary of São Vicente, SP, Brazil (N = number of species, % = relative frequency, weight (g) and W (%) = percentage of the weight of each specie caught).

Espécies	N	(%)	Peso (g)	P (%)
<i>Cathorops spixii</i> (Agassiz, 1829)	1569	39,4	18.924	39,6
<i>Genidens genidens</i> (Valenciennes, 1840)	1108	27,8	9.644	20,2
<i>Aspistor luniscutis</i> (Valenciennes, 1840)	808	20,3	12.734	26,6
<i>Genidens barbatus</i> (Lacepède, 1803)	451	11,3	2.935	6,1
<i>Notarius grandicassis</i> (Valenciennes, 1840)	47	1,2	2.920	6,1
<i>Bagre bagre</i> (Linnaeus, 1758)	2	0,1	0.65	1,4

Tabela 2. Número de exemplares, peso e suas respectivas frequências relativas N (%) e P (%), diversidade de Shannon (H'), número de indivíduos por arrasto de pesca e peso dos indivíduos por arrasto de pesca para cada transecto amostrado.

Table 2. Number of individuals, weight and the relative frequency of the number N (%) and W (%), Shannon diversity (H'), number and weight of individuals for each fishery sample for each transect.

	N	N (%)	Peso (g)	P (%)	Diversidade	Número de indivíduos por arrasto de pesca	Peso dos indivíduos por arrasto de pesca
Transecto I	473	11,9	4.234	8,9	1,28	15,77	0,141
Transecto II	825	20,7	16.014	33,5	0,90	27,50	0,534
Transecto III	85	2,1	1.323	2,8	1,34	2,83	0,044
Transecto IV	2602	65,3	26.236	54,9	1,36	86,73	0,875

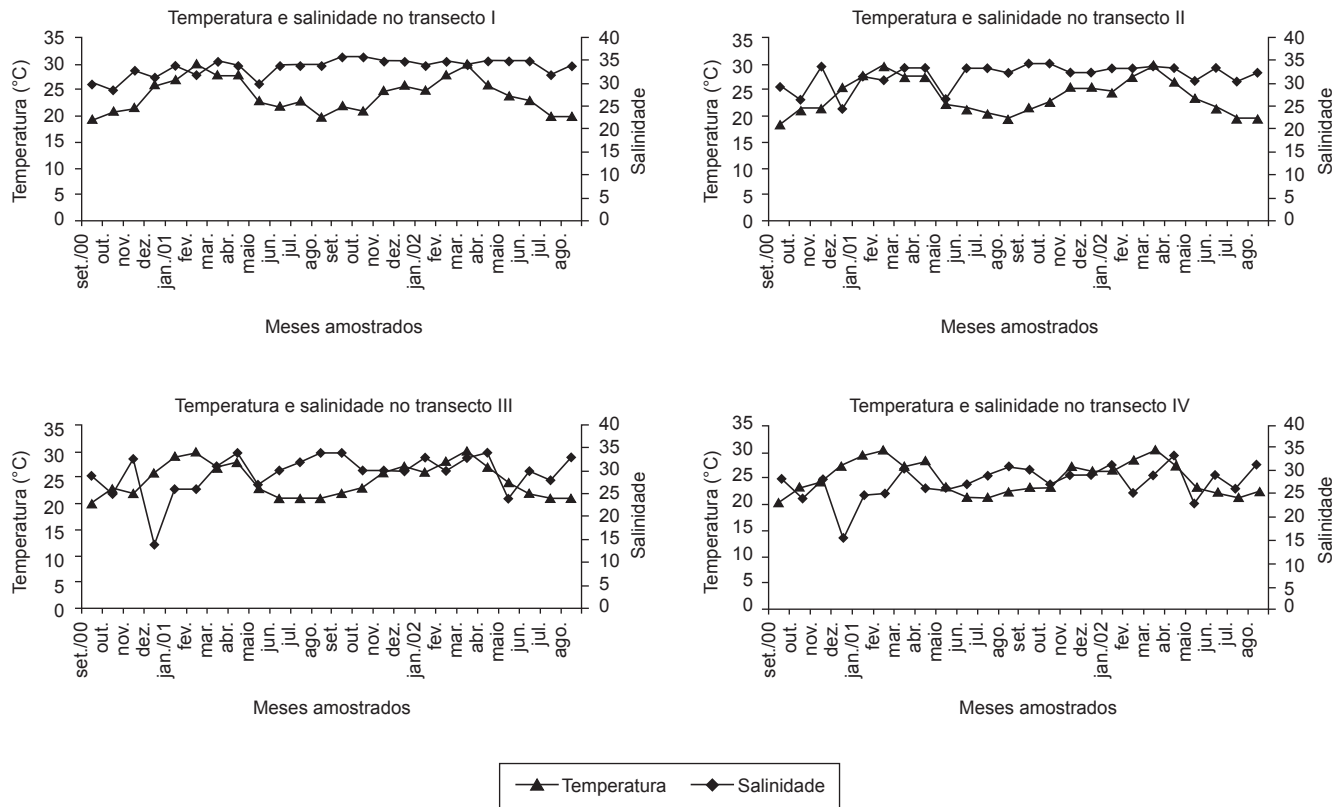


Figura 2. Temperatura e salinidade da água de cada transecto de amostragem no estuário de São Vicente.

Figure 2. Temperature and salinity of the water in each sample transect in the São Vicente estuary.

Tabela 3. Constância de ocorrência (C), frequência relativa em termos de abundância (%) e peso (P%) por espécie em cada transecto amostrado na região estuarina de São Vicente, SP. (CASP = *Cathorops spixii*, GEGE = *Genidens genidens*, ASLU = *Aspistor luniscutis*, GEBA = *Genidens barbatus*, NOGR = *Notarius grandicassius*, BABA = *Bagre bagre*, T = transecto de amostragem).

Table 3. Occurrence constancy (C), relative frequency in abundance (%) and weight (W%) for species in each transect of the complex bay-estuary of São Vicente, SP. (CASP = *Cathorops spixii*, GEGE = *Genidens genidens*, ASLU = *Aspistor luniscutis*, GEBA = *Genidens barbatus*, NOGR = *Notarius grandicassius*, BABA = *Bagre bagre*, T = transect).

Espécie	Constância de ocorrência											
	T I			T II			T III			T IV		
	C	(%)	P (%)	C	(%)	P (%)	C	(%)	P (%)	C	(%)	P (%)
CASP	58,3	41,6	26,9	39,5	73,2	33,1	8,3	23,5	11,3	50,0	28,7	47,0
GEGE	29,2	30,9	36,7	12,5	9,6	0,7	37,5	27,1	56,4	75,0	33,1	27,5
ASLU	41,7	20,1	12,8	33,3	11,5	48,6	12,5	9,4	7,3	54,2	23,4	16,5
GEBA	33,3	6,3	7,8	4,2	1,0	0,1	25,0	38,8	22,3	45,8	14,6	8,7
NOGR	4,2	0,6	0,5	4,2	4,7	17,5	4,2	1,2	2,7	4,2	0,2	0,2
BABA	4,2	0,4	15,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Do ponto de vista temporal, a maior riqueza numérica foi registrada em setembro de 2000 com seis espécies, e no mês de outubro de 2000 foi capturada apenas *Genidens genidens*. A maior abundância de exemplares foi registrada em março de 2002 com 687 indivíduos (17,3%) e a maior massa em fevereiro de 2002 com 8.816 g (18,6%). Os meses de setembro de 2001 e janeiro de 2002 foram os menos representativos com cinco exemplares cada, sendo que em janeiro de 2002, foi registrado o menor peso (4 g) (Figuras 3 e 4).

Somente no mês de setembro de 2000 foram capturadas todas as espécies, sendo que *A. luniscutis* apresentou maior frequência do total de exemplares amostrados (50%), seguida por *N. grandicassius*

(35,8%), *C. spixii* (7,5%), *G. genidens* (3,5%), *G. barbatus* e *B. bagre* (1,6% cada), sendo que esta última foi amostrada somente neste mês (Figura 3). A espécie *G. genidens* apresentou maior frequência nos meses de verão e outono, em relação às outras espécies, enquanto para *C. spixii*, as maiores frequências ocorreram na primavera, verão e inverno, apesar de sua ampla distribuição. A maior ocorrência de *A. luniscutis*, com 495 indivíduos capturados (72%), foi registrada em março de 2002 (Figura 3).

Com relação ao peso, as maiores frequências de *C. spixii* foram amostradas em dezembro de 2000 (49,8%), fevereiro (69,9%), abril (45%), junho (81,7%), agosto e setembro (84%, 60,2%, respectiva-

Bagres marinhos da região estuarina de São Vicente, SP

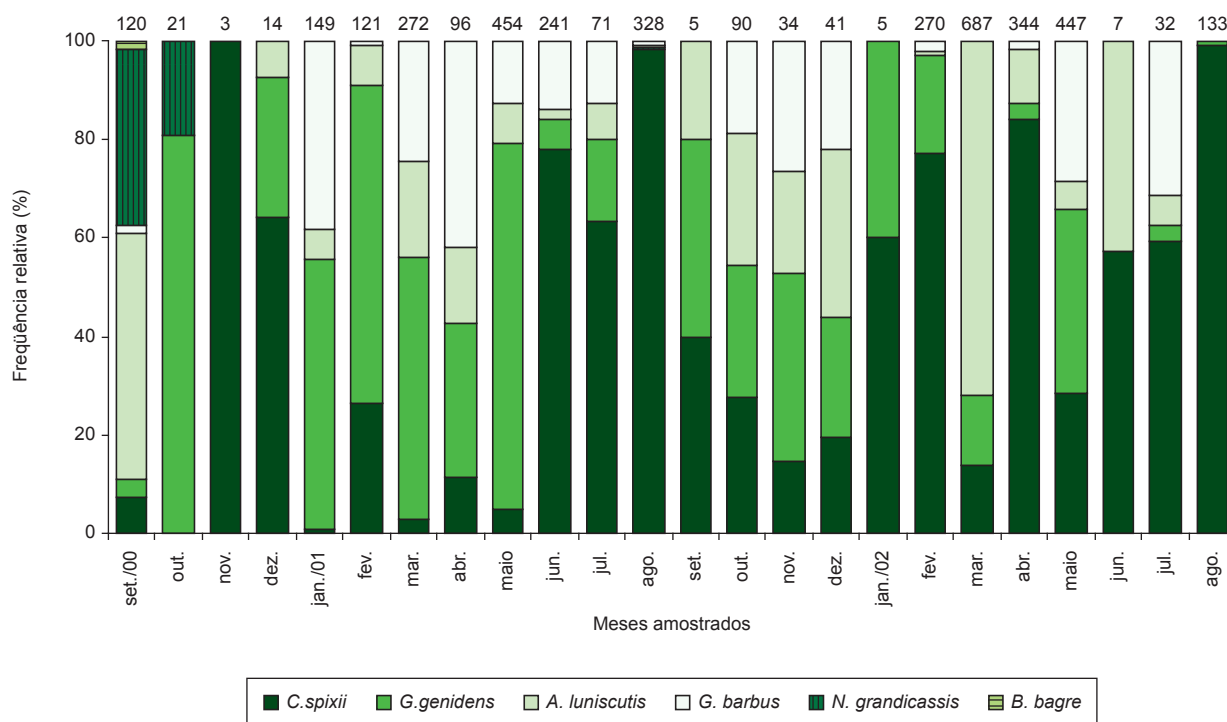


Figura 3. Frequência relativa do número de exemplares de cada espécie de bagre marinho capturado ao longo de cada mês amostrado na região estuarina de São Vicente, SP. Os números posicionados acima das barras correspondem ao número total amostrado em cada mês

Figure 3. Relative frequency of individuals number for each species of the marine catfish sampled monthly in the São Vicente. The above number of each bar represents the total number sampled in each month.

mente) de 2001, fevereiro (87,8%), abril (81,1%), julho (51,3%) e agosto (98,9%) de 2002, enquanto que para *Genidens genidens* as maiores frequências ocorreram em janeiro (59,8%), março (64,5%), maio (68,5%), julho (59,8%), novembro (45,2%) de 2001 e maio de 2002 (49,5%) (Figura 4).

A análise de agrupamento revelou maior similaridade entre os meses de novembro e dezembro de 2001 e entre março e maio de 2001 (Figura 5), podendo-se observar que alguns meses do ano de 2001 reuniram-se num agrupamento maior, com nível de similaridade pouco menor.

Não houve correlação entre a salinidade da água de fundo e o número de exemplares amostrados em todos os transectos nem com a ocorrência das espécies, o mesmo ocorrendo em relação à temperatura e o número de exemplares amostrados ao longo dos meses nos transectos I, II e III. Entretanto, para o transecto IV houve correlação positiva e significativa ($r_s = 0,41$, $t = 2,15$, $p = 0,04$) entre a temperatura da água de fundo e o número de exemplares. No transecto IV *A. luniscutis* apresentou correlação com a temperatura ($p > 0,05$). Com relação às espécies, houve diferenças no transecto IV para *G. genidens* e *C. spixii* no transecto III ($p = 0,06$).

Com relação à dinâmica populacional, o comprimento padrão das espécies capturadas variou entre 28 e 265 mm, sendo que *Cathorops spixii* apresentou amplitude de comprimento padrão variando entre 30 e 195 mm ($83,4 \pm 27,5$ mm), *Genidens genidens* entre 28 e 227 mm ($88 \pm 34,8$ mm), *A. luniscutis* entre 33 e 265 mm ($102 \pm 51,4$ mm), *Genidens barbus* entre 35 e 196 mm ($80 \pm 18,2$ mm) e para *Notarius grandicassis*, o comprimento variou entre 84 e 234 mm ($106 \pm 33,3$ mm) (Figura 6). Foram capturados somente dois exemplares, com comprimento padrão de 137 e 150 mm, da espécie *Bagre bagre*.

Discussão

As espécies *A. luniscutis*, *B. bagre*, *C. spixii*, *G. barbus*, *G. genidens* e *N. grandicassis*, capturadas na região estuarina de São Vicente, são consideradas comuns no litoral brasileiro, ocorrendo em grande quantidade em estuários e lagoas estuarinas (Figueiredo & Menezes 1978). Segundo Ribeiro Neto (1993) quatro espécies figuram entre as mais importantes do complexo baía-estuarino de Santos e São Vicente, sendo *C. spixii* a mais abundante nos fundos menos estruturados (areia e lama) da baía de Santos, *Genidens barbus* mostrando-se mais abundante nos ambientes de praia, e *G. genidens* e *A. luniscutis* mais comuns nos ambientes mais estruturados (fundo biogênico e parcéis) da baía.

As espécies capturadas no presente estudo foram registradas em outros trabalhos em diferentes regiões, tais como em Ubatuba (Rocha 1990, Cunningham 1983, Maciel 1995), em Santos e São Vicente (Paiva-Filho et al. 1987), e em Cananéia (Mishima & Tanji 1981, Zani-Teixeira 1983). As capturas na região de Ubatuba reforçam a idéia de que estas espécies não podem ser consideradas estuarino-dependentes. Em outras áreas também foram amostrados exemplares de bagres marinhos, porém com somente algumas espécies capturadas, como na Baía de Sepetiba por Araújo et al. (1998a), Azevedo et al. (1999) e Pessanha et al. (2000), em Santos (Ribeiro Neto 1989), em Peruíbe (Craig 1980) e em Cananéia (Saul 1994).

As maiores frequências numéricas ocorreram na região interna do estuário de São Vicente (transecto IV), podendo ser um indicativo da preferência destas espécies por locais estuarinos mais protegidos. Segundo Azevedo et al. (1999), esta preferência indica uma estratégia de coexistência desse grupo de peixes, que utilizam ambientes costeiros tropicais semi-abertos, com maiores abundâncias nas zonas com menores profundidades, transparência e salinidade.

Schmidt, T.C.S. et al.

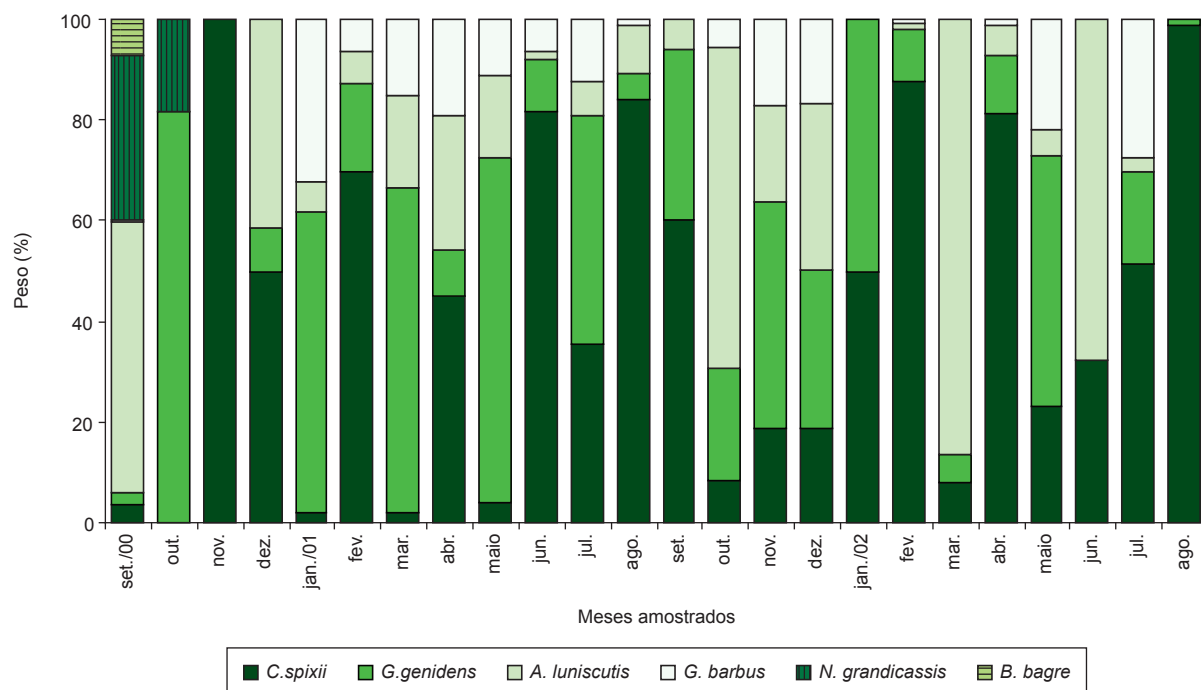


Figura 4. Frequência relativa do peso de cada espécie de bagre marinho capturado, ao longo de cada mês amostrado na região estuarina de São Vicente, SP.

Figure 4. Relative frequency of weight for each marine catfish species caught monthly in the complex bay-estuary of São Vicente, SP.

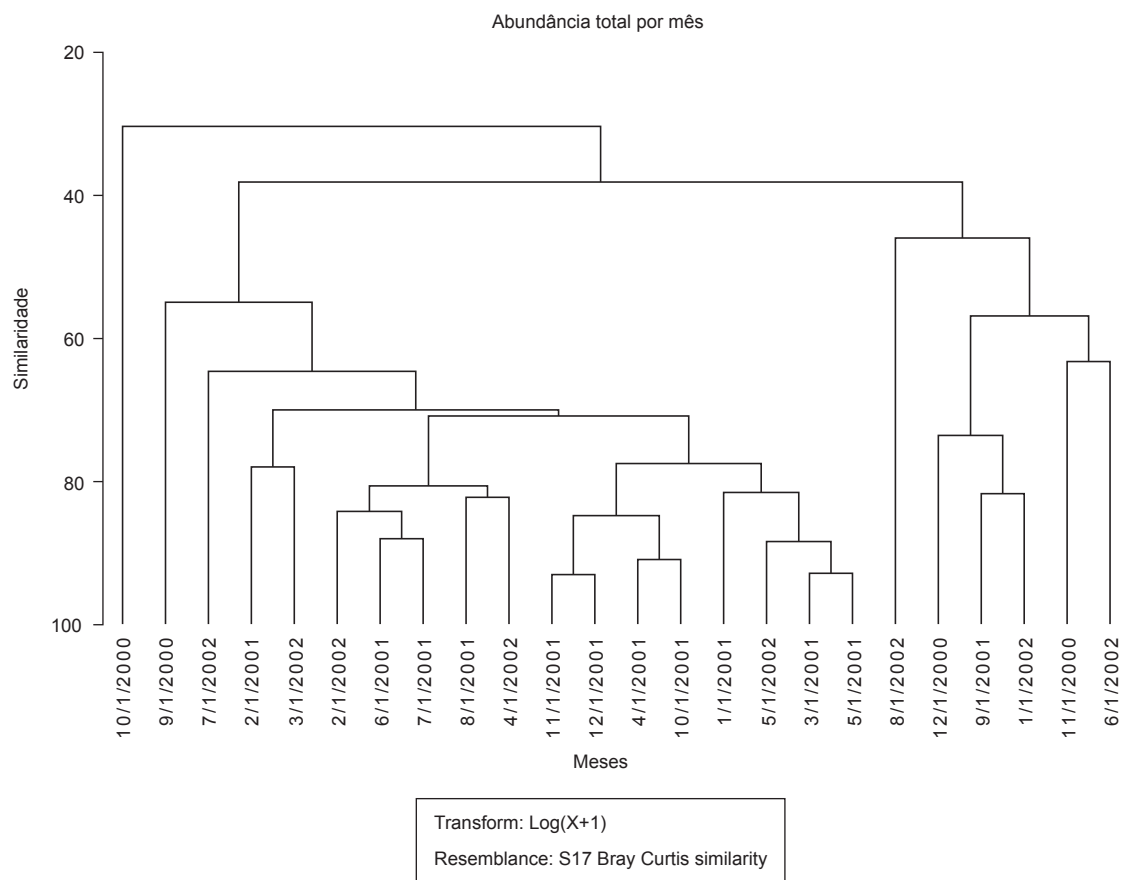


Figura 5. Agrupamento dos períodos de coleta na região estuarina de São Vicente, baseado na abundância das espécies de bagres marinhos. No eixo X épocas no formato mês/dia/ano.

Figure 5. Clustering of the survey periods in the estuarine region of São Vicente, based on the species abundance of marine catfish. In the X axis, season in month/day/year format.

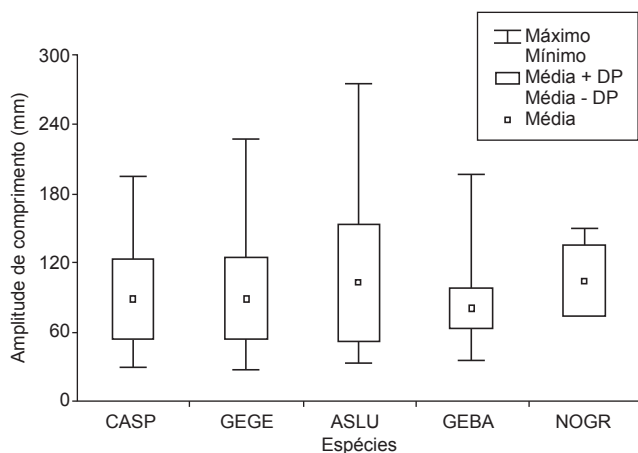


Figura 6. Comprimento padrão (mm) das cinco principais espécies de bagres amostradas no presente estudo, na região estuarina de São Vicente, SP. (CASP = *Cathorops spixii*, GEGE = *Genidens genidens*, ASLU = *Aspistor luniscutis*, GEBA = *Genidens barbatus*, NOGR = *Notarius grandicassius*).

Figure 6. Standard length (mm) of the five marine catfish species sampled in this study, in the complex bay-estuary of São Vicente, SP. (CASP = *Cathorops spixii*, GEGE = *Genidens genidens*, ASLU = *Aspistor luniscutis*, GEBA = *Genidens barbatus*, NOGR = *Notarius grandicassius*).

Ao longo do período de estudo, *C. spixii* apresentou ampla distribuição na região estudada, sendo capturada durante praticamente todo o período amostrado, com as maiores frequências ocorrendo no inverno de 2001 e outono de 2002. Além da sua alta abundância no estuário de São Vicente, esta espécie também foi a mais numerosa dentre todos os bagres que ocorrem em outras regiões, desde o litoral central ao sul do estado de São Paulo (Craig 1980, Mishima & Tanji 1981, Zani-Teixeira 1983, Ribeiro Neto 1989), enquanto no litoral do Rio de Janeiro a captura desta espécie ocorreu com menor frequência (Araújo et al. 1998b, Pessanha et al. 2000). Segundo Paiva-Filho (1982), esta espécie utiliza a região estuarina de São Vicente como área de desova, enquanto que Zani-Teixeira (1983) e Peres-Rios (2001) sugerem que *C. spixii* permanece no estuário de Cananéia, durante quase todo o seu ciclo de vida.

A espécie *G. genidens* representou a segunda maior abundância, sendo bastante frequente no outono e ocorrendo principalmente na região interna do estuário. Esta espécie caracterizou-se como a mais importante no estuário do rio Itanhaém, correspondendo sozinha a cerca de 50% em número e peso (Louro 2007), com ocorrência em praticamente todos os meses e principalmente na área interna e sendo esporadicamente capturada na área marinha adjacente, segundo o autor, este estuário não foi identificado como uma área de desova, mas sim para a permanência e crescimento de jovens. Segundo Araújo (1988), esta espécie permanece na cabeceira do estuário e interior da lagoa dos Patos (RS) e só ocasionalmente frequenta o estuário em sua fase jovem, sem um padrão sazonal definido entre sua chegada e/ou saída, diferentemente do observado na região de São Vicente em que há uma aparente sazonalidade para a ocorrência de indivíduos desta espécie no verão e outono.

Os valores de primeira maturação gonadal (L_{50}) encontrados para *Cathorops spixii* na região de Cananéia foram 96 e 98 mm (Mishima & Tanji 1983b), 124,5 e 139 mm (Silva 1996) e, 119,2 e 106,8 mm (Peres-Rios 2001) para fêmeas e machos respectivamente. Tomando-se esses valores como indicadores da presença de jovens e adultos, observou-se o predomínio de exemplares jovens no estuário de São Vicente, uma vez que as maiores frequências ocorreram entre os comprimentos de 64 a 85 mm.

Para *Genidens genidens* os valores da primeira maturação gonadal encontrados na literatura foram 180 mm para as fêmeas na lagoa de Jacarepaguá (Barbieri et al. 1992) e, 133 e 160 mm para fêmeas e machos, respectivamente, na baía de Sepetiba (Araújo et al. 1998a). Assim, no estuário de São Vicente predominam comprimentos de 40 a 114 mm para esta espécie, indicando também a ocorrência de jovens.

Este padrão parece se repetir para todas as espécies: quando se considera que, para *Aspistor luniscutis*, no estuário do Rio Sergipe, o valor de L_{50} para ambos os sexos foi estimado em 170 mm (Alcântara 1989) e para *Genidens barbatus* a primeira maturação gonadal para ambos os sexos foi estimada em 430 mm na lagoa dos Patos (Reis 1986), no estuário de São Vicente foram capturados apenas indivíduos jovens desta espécie (comprimento máximo de 196 mm). Araújo (1988) observou que *G. barbatus* permanece no estuário durante os dois primeiros anos de vida e a partir do terceiro ano, parece deslocar-se para o interior da lagoa dos Patos, ocupando a mesma área de ocorrência dos adultos, sendo, portanto, uma espécie que apresenta ampla distribuição entre os ambientes estuarinos. Assim, o predomínio de jovens para *C. spixii*, *G. genidens*, *A. luniscutis* e *G. barbatus*, indica que o estuário é área de crescimento, corroborando com os resultados de Paiva-Filho (1982) e Gurgel et al. (2000).

Não houve correlação entre os valores de salinidade da água de fundo no estuário de São Vicente e o número de exemplares. Araújo (1988) encontrou baixa correlação, embora significativa, entre a abundância dos bagres marinhos com a salinidade e a temperatura, sendo estes fatores inversamente proporcionais à abundância, e que as espécies por ele estudadas (*G. genidens*, *G. barbatus* e *G. planifrons*) suportam uma grande variação destes fatores ambientais. Os transectos no estuário de São Vicente não cobriram completamente o gradiente salino (da região eurihalina para a oligohalina), o que pode explicar a falta de relação entre abundância dos espécimes de diferentes espécies e a salinidade.

No complexo estuarino lagunar de Cananéia, Mishima & Tanji (1983a) capturaram o maior número de exemplares de *C. spixii* e *A. luniscutis* em águas com a salinidade entre 16,1 e 20 e *G. genidens* entre 8,1 e 12, enquanto que, os jovens de *G. barbatus*, *B. marinus* e *B. bagre*, concentram-se nas áreas de salinidade mais alta deste complexo estuarino. Essa preferência pode estar relacionada com o comportamento das formas adultas dessas espécies, que vivem em mar aberto adjacente, portanto, áreas de salinidade mais alta, migrando para as águas estuarinas na época da desova. Consequentemente, os bagres pequenos permanecem até atingir determinado tamanho nessa área, para depois se deslocarem para a região costeira (Mishima & Tanji 1983a). Assim, a baixa captura destas espécies no estuário de São Vicente, principalmente *B. bagre*, pode ser explicada com base na salinidade dos ambientes e épocas estudadas.

Com base no material coletado, pode-se afirmar *C. spixii*, *G. genidens* e *A. luniscutis* são constantes na região mais interna do estuário, *C. spixii* também foi constante na porção mais externa, sendo que todas as espécies de bagre capturadas ocorreram na fase juvenil pré-maturação no estuário de São Vicente, não se reproduzindo no local.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Zoologia da Universidade de Taubaté – UNITAU pelo apoio logístico. A Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação – Bolsa PIC/UNITAU. Aos colegas do Laboratório de Zoologia (UNITAU), em especial Camila L. Martins, Fernanda C. Almeida e Delma A. Ribeiro pelo auxílio nas atividades laboratoriais. A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Bolsa Pós-Doutorado (A.L.D.R.) (FAPESP # 00/06505-7). À Dra Monica

A. V. Petti e MSc Wellington S. Fernandes pelo auxílio com os testes estatísticos.

Referências Bibliográficas

- ALCÂNTARA, A.Y. 1989. Ecologia da ictiofauna do estuário do rio Sergipe (estado de Sergipe, Brasil). Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, São Paulo.
- ANDREATA, J.V., BARBIERI, L.R., SEBILIA, A.S.B., SILVA, M.H.C. & SANTOS, R.P. 1989. A list of Marapendi lagoon fishes, Rio de Janeiro, Brazil. *Atlântica*, Rio Grande, 11:5-17.
- ARAÚJO, F.G. 1984. Hábitos alimentares de três bagres marinhos (Ariidae) no estuário da lagoa dos Patos (RS), Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, 7:47-63.
- ARAÚJO, F.G. 1988. Distribuição, abundância relativa e movimentos sazonais de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) no estuário da lagoa dos Patos (RS), Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 5(4):509-543.
- ARAÚJO, F.G., GOMES, I.D., AZEVEDO, M.C.C. & PESSANHA, A.L.M. 1998a. Maturação e desova do bagre marinho *Genidens genidens* Valenciennes, 1833 (Siluriformes, Ariidae), na baía de Sepetiba, RJ. *Acta Biol. Leopold.* 20(1):109-122.
- ARAÚJO, F.G., CRUZ-FILHO, A.G., AZEVEDO, M.C.C. & SANTOS, A.C.A. 1998b. Estrutura da comunidade de peixes demersais da baía de Sepetiba, RJ. *Rev. Bras. Biol.* 45(3):417-430.
- AYRES, M., AYRES JR., M., AYRES, D.L. & SANTOS, A.S. 2003. BioEstat 3.0: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Sociedade Civil Mamirauá, CNPq, Brasília.
- AZEVEDO, M.C.C., ARAÚJO, F.G., CRUZ-FILHO, A.G., GOMES, I.D. & PESSANHA, A.L.M. 1998. Distribuição por tamanho de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) na baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. *Acta Biol. Leopold.* 20(2):273-288.
- AZEVEDO, M.C.C., ARAÚJO, F.G., CRUZ-FILHO, A.G., GOMES, I.D. & PESSANHA, A.L.M. 1999. Variação espacial e temporal de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) na baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. *Rev. Bras. Biol.* 59(3):443-454.
- BARBIERI, L.R., SANTOS, R.P. & ANDREATA, J.V. 1992. Reproductive biology of the marine catfish, *Genidens genidens* (Siluriformes, Ariidae), in the Jacarepaguá lagoon system, Rio de Janeiro, Brasil. *Environ. Biol. Fish.*, 35:23-35.
- CHAVES, P.T.C. 1994. A incubação de ovos e larvas em *Genidens genidens* (Valenciennes) (Siluriformes, Ariidae) da baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 11(4):641-648.
- CRAIG, I.D.H. 1980. Contribuição ao conhecimento da fauna íctica costeira da região de Peruíbe, SP. I: Família Ariidae. *Rev. Bras. Biol.* 40(4):755-758.
- CUNNINGHAM, P.T.M. 1983. Estudo comparativo da ictiofauna da costa oeste e enseada das Palmas da Ilha Anchieta, enseada do Flamengo e enseada da Fortaleza (lat. 23°29'S, long. 45°03'W - 45°09'W), Ubatuba, estado de São Paulo-Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo.
- DAJOZ, R. 1973. *Ecologia Geral*. 2 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- ESPÍRITO SANTO, R.V. & ISAAC, V.J. 1999. Alimentação e aspectos da reprodução de urica *Cathorops spixii* (Agassiz, 1829) (Osteichthyes, Siluriformes, Ariidae), no estuário do rio Caeté (município de Bragança-PA). *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, ser. Zool.* 15(1):95-111.
- FÁVARO, L.F., FREHSE, F.A., OLIVEIRA, R.N. & SCHWARZ JÚNIOR, R. 2005. Reprodução do bagre amarelo, *Cathorops spixii* (Agassiz) (Siluriformes, Ariidae), da baía de Pinheiro, região estuarina do litoral do Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 22(4):1022-1029.
- FIGUEIREDO, J.L. & MENEZES, N.A. 1978. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. II Teleostei (1). Museu de Zoologia – USP, São Paulo.
- GOMES, I.D. & ARAÚJO, F.G. 2004. Reproductive biology of marine catfishes (Siluriformes, Ariidae) in the Sepetiba bay, Brazil. *Rev. Biol. Trop.* 52(1):143-156.
- GOMES, I.D., ARAÚJO, F.G., AZEVEDO, M.C.C. & PESSANHA, A.L.M. 1999. Biologia reprodutiva dos bagres marinhos *Genidens genidens* (Valenciennes) e *Cathorops spixii* (Agassiz) (Siluriformes, Ariidae), na baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 16(supl.2):171-180.
- GURGEL, H.C.B., ALBURQUEQUE, C.Q., SOUZA, D.S.L. & BARBIERI, G. 2000. Aspectos da biologia pesqueira em fêmeas de *Cathorops spixii* do estuário do rio Potengi, Natal/RN, com ênfase nos índices biométricos. *Acta Scientiarum* 22(2):503-505.
- LOURO, M.P. 2007. A ictiofauna do estuário do rio Itanhaém, SP, Brasil: Dinâmica espaço-temporal e aspectos biológicos das espécies principais. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo.
- MACIEL, N.A.L. 1995. Estudo sobre a composição, distribuição, abundância e diversidade da ictiofauna de três enseadas na região litorânea de Ubatuba - estado de São Paulo – Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo.
- MARZENIUK, A.P. 2005. Chave para identificação das espécies de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) da costa brasileira. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 31(2):89-101.
- MAZZONI, R., PETITO, J. & MIRANDA, J.C. 2000. Reproductive biology of *Genidens genidens*, a catfish from the Maricá lagoon, RJ. *Ciência e Cultura – J. Braz. Assoc. Adv. Sci.* 52(2):121-126.
- MELO, S.C. & TEIXEIRA, R.L. 1992. Distribuição, reprodução e alimentação de *Cathorops spixii* e *Arius rugispinis* (Pisces: Ariidae) do complexo Mundaú/Manguaba, Maceió-AL. *Rev. Brasil. Biol. = Braz. J. Biol.* 52(1):169-180.
- MENEZES, N.A., BUCKUP, P.A., FIGUEIREDO, J.L. & MOURA, R.L. 2003. Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MISHIMA, M. & TANJI, S. 1981. Distribuição geográfica dos bagres marinhos (Osteichthyes, Ariidae) no complexo estuarino-lagunar de Cananéia (25°S, 48°W). *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 8(único):157-172.
- MISHIMA, M. & TANJI, S. 1982. Nicho alimentar de bagres marinhos (Teleostei, Ariidae) no complexo estuarino-lagunar de Cananéia (25°S, 48°W). *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 9(único):131-140.
- MISHIMA, M. & TANJI, S. 1983a. Fatores ambientais relacionados à distribuição e abundância de bagres marinhos (Osteichthyes, Ariidae) no complexo estuarino-lagunar de Cananéia (25°S, 48°W). *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 10(único):17-27.
- MISHIMA, M. & TANJI, S. 1983b. Maturação e desova dos bagres marinhos (Osteichthyes, Ariidae) no complexo estuarino-lagunar de Cananéia (25°S, 48°W). *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 10(único):129-141.
- PAIVA FILHO, A.M. 1982. Estudo sobre a ictiofauna do Canal de Barreiros, estuário de São Vicente, SP. Tese de livre-docência, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo.
- PAIVA FILHO, A.M., GIANNINI, R., RIBEIRO NETO, F.B. & SCHMIEGELOW, J.M.M. 1987. Ictiofauna do complexo baía-estuário de Santos e São Vicente, SP, Brasil. *Relat. Int. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, 17(1):1-10.
- PERES-RIOS, E. 2001. Papel do estuário no ciclo de vida das espécies dominantes da ictiofauna do complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo.
- PESSANHA, A.L.M., ARAÚJO, F.G., AZEVEDO, M.C.C. & GOMES, I.D. 2000. Variações temporais e espaciais na composição e estrutura da comunidade de peixes jovens da baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. *Rev. Bras. Zool.* 17(1): 251-261.
- PINHEIRO, P., BROADHURST, M.K., HAZIN, F.H.V., BEZERRA, T. & HAMILTON, S. 2006. Reproduction in *Bagre marinus* (Ariidae) off Pernambuco, northeastern Brazil. *J. Appl. Ichthyol.* 22(3):189-192.
- REIS, E.G. 1986. Reproduction and feeding habitats of the marine catfish *Netuma barba* (Siluriformes, Ariidae) in the estuary of lagoa dos Patos, Brazil. *Atlântica*, Rio Grande, 8:35-55.

- RIBEIRO NETO, F.B. 1989. Estudo da comunidade de peixes da baía de Santos, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo.
- RIBEIRO NETO, F.B. 1993. Análise ecomorfológica das comunidades de peixes do complexo baía-estuário de Santos e São Vicente. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo.
- ROCHA, G.R.A. 1990. Distribuição, abundância e diversidade da ictiofauna na região de Ubatuba-SP (23°20'S- 24°00'S, 44°30'W- 45°30'W), Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo.
- SAUL, A.C. 1994. Comunidade ictiofaunística da ilha do Bom Abrigo, Cananéia, São Paulo, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo.
- SILVA, J.P. 1996. Aspectos da biologia reprodutiva de *Cathorops spixii* (Agassiz, 1829) das Ilhas Pai Matos (25°N 47°54'W) – região estuarino-lagunar de Cananéia. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo.
- SILVA, J.P., PAIVA FILHO, A.M. & REIS, N.S. 1998. Caracterização macro- e microscópica dos ovários do bagre amarelo, *Cathorops spixii* (Agassiz, 1829), durante o ciclo reprodutivo. Rev. Bras. Oceanogr. 46(2):171-185.
- VELASCO, G., REIS, E.G. & VIEIRA, J.P. 2007. Calculating growth parameters of *Genidens barbatus* (Siluriformes, Ariidae) using length composition and age data. J. Appl. Ichthyol. 23(1):64-69.
- ZANI-TEIXEIRA, M.L., 1983. Contribuição ao conhecimento da ictiofauna da baía do Trapandé, complexo estuarino-lagunar de Cananéia, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo.

Recebido em 20/11/07

Versão reformulada recebida em 29/10/08

Publicado em 31/10/08

Novas referências de rodófitas marinhas bentônicas para o litoral brasileiro

José Marcos de Castro Nunes^{1,2,4} & Silvia Maria Pita de Beauclair Guimarães³

¹Laboratório de Algas Marinhas – LAMAR, Departamento de Botânica, Instituto de Biologia,
Campus de Ondina, Universidade Federal da Bahia – UFBA,
CEP 40170-280, Salvador, BA, Brasil

²Herbário HUNEB, Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Campus II,
Universidade do Estado da Bahia – UNEB,
Alagoinhas, BA, Brazil, <http://www.uneb.br>

³Instituto de Botânica, Seção de Ficologia,
Av. Miguel Estéfano, 3687, CEP 04301-902, São Paulo, SP, Brasil, <http://www.ibot.sp.gov.br>

⁴Autor para correspondência: José Marcos de Castro Nunes,
e-mail: jmcnunes@ufba.br, <http://www.ufba.br>

NUNES, J.M.C & GUIMARÃES, S.M.B. **New references of rhodophytes from the Brazilian coast.** *Biota Neotrop.*, 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/en/abstract?article+bn02008042008>

Abstract: Seven taxa of benthic marine rodophytes are reported for the first time from the Brazil littoral: *Acrochaetium corymbiferum* (Thur. in Le Jolis) Batters, *A. liagorae* Børgesen, *Aglaothamnion herveyi* (M. Howe) Aponte, D.L. Ballant. & J.N. Norris, *Crouanophycus latiaxis* (L.A. Abbott) Athanas., *Grallatoria reptans* M. Howe and *Gelidiella sanctarum* Feldmann & Hamel. *Gelidiopsis repens* (Kütz.) Weber Bosse this is the new reference to the Atlantic Ocean. The material collected on mediolittoral and infralittoral was deposited in the Herbarium Alexandre Leal Costa (ALCB) at the Universidade Federal da Bahia. Reference to the original description, basionym, morphological description, geographical distribution and taxonomical comments are presented for each taxon studied.

Keywords: *Rhodophyta*, new records, Brazil, Atlantic Ocean.

NUNES, J.M.C & GUIMARÃES, S.M.B. **Novas referências de rodófitas marinhas bentônicas para o litoral brasileiro.** *Biota Neotrop.*, 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/pt/abstract?article+bn02008042008>

Resumo: Sete táxons de rodófitas marinhas bentônicas são referidos pela primeira vez para o litoral brasileiro: *Acrochaetium corymbiferum* (Thur. in Le Jolis) Batters, *A. liagorae* Børgesen, *Aglaothamnion herveyi* (M. Howe) Aponte, D.L. Ballant. & J.N. Norris, *Crouanophycus latiaxis* (L.A. Abbott) Athanas., *Grallatoria reptans* M. Howe e *Gelidiella sanctarum* Feldmann & Hamel. *Gelidiopsis repens* (Kütz.) Weber Bosse é pela primeira vez referido para o Oceano Atlântico. As coletas foram realizadas no medio e infralitoral. O material está depositado no Herbário Alexandre Leal Costa. Referência da descrição original, basionimo, descrição morfológica, distribuição geográfica e comentários taxonômicos são apresentados para cada táxon estudado.

Palavras-chave: *Rhodophyta*, novos registros, Brasil, Oceano Atlântico.

Introdução

O estado da Bahia possui o litoral mais extenso do Brasil com 1.103 km (Bahia-CDT 1999), tendo, como limite norte, a barra do Rio Real no município de Jandaíra, e, como limite sul, a barra do Riacho Doce no município de Mucuri. O litoral apresenta grande diversidade de ambientes litorâneos: praias arenosas, recifes de corais, formações de arenito, costões rochosos e manguezais.

Segundo a divisão fitogeográfica proposta por Horta et al. (2001), esse litoral faz parte da Região Tropical que se caracteriza pela presença de flora relativamente rica, estabelecida predominantemente sobre recifes de arenito, tendo seu limite norte o oeste do Ceará e como limite sul, o sul do estado da Bahia. A região se distingue por águas oligotróficas e abundância de substratos duros, propícios ao crescimento de macroalgas marinhas (Horta et al. 2001).

Oliveira Filho (1977) fez referência a 327 espécies de rodofíceas para o litoral brasileiro e Horta et al. (2001) referiram 388 táxons infragenéricos. Nos últimos anos houve um incremento significativo no número de espécies de rodofíceas referidas para o Brasil, atualmente estão representadas por 455 táxons infragenéricos, sendo que 57% dos táxons referidos para o Brasil ocorrem no litoral baiano (Nunes 2005a). Esse grupo é o mais diversificado no litoral da Bahia, com 241 espécies, constituindo-se no terceiro maior número já registrado para a região brasileira.

No Brasil, devido a suas dimensões continentais, ainda se fazem necessários estudos de inventários florísticos em várias regiões, pois os dados são incompletos e fragmentados, existindo ainda, vários grupos taxonômicos a serem estudados, sobretudo na região Nordeste.

O primeiro levantamento sistemático de rodofíceas marinhas bentônicas realizado para o estado da Bahia foi publicado por Nunes (1997), ao estudar quatro famílias de rodofíceas em duas praias de Salvador. Desde então, outros artigos tratando das rodofíceas marinhas bentônicas do litoral baiano têm sido publicados (Nunes 1998, Lucio & Nunes 2002, Figueiredo & Steneck 2002, Barreto et al. 2004, Nunes 2005a, Nunes 2005b, Nunes 2007, Lyra et al. 2007, Nunes et al. 2008a, Nunes et al. 2008b). Porém existem trabalhos de cunho florístico de grande importância realizados no litoral baiano, dentre eles o de Joly et al. (1969), onde estudaram as algas de Abrolhos e propuseram a criação de um Parque Nacional Marinho.

A grande maioria das espécies de rodofíceas do litoral baiano apresenta uma distribuição ampla na região tropical americana e, em uma escala menor, na região tropical do Indo-Pacífico (Oliveira Filho 1977, Horta et al. 2001). Segundo Horta et al. (2001), a flora de macroalgas marinhas do litoral brasileiro, bem como a do Caribe, teve uma origem comum, ou seja, a partir do Indo-Pacífico.

Este trabalho tem como objetivo estudar e descrever sete novos registros de espécies de rodofíceas para o litoral brasileiro e integra o Projeto “Algas marinhas bentônicas do litoral da Bahia, Brasil” desenvolvido pela Universidade Federal da Bahia em parceria com a Universidade do Estado da Bahia.

Material e Métodos

O material estudado foi coletado no litoral baiano em diversas praias dos Municípios de Cairú (Morro de São Paulo – 13° 23' 03.48" S e 38° 54' 26.10" W), Conde (Barra do Itariri – 11° 58' 57.28" S e 37° 37' 24.99" W; Sítio do Conde – 11° 52' 28.34" S e 37° 34' 22.97" W), Entre Rios (Subaúma – 12° 15' 30.23" S e 37° 46' 55.27" W), Ilhéus (Gravatá – 14° 50' 37.48" S e 39° 01' 25.75" W), Itacaré (Engenhoca – 14° 18' 33.50" S e 38° 59' 18.54" W), Salvador (Itapoã – 12° 57' 04.34" S e 38° 22' 01.90" W; Stella Maris – 12° 56' 28.46" S e 38° 19' 51.68" W), Santa Cruz de Cabrália (Arakakaí – 16° 17' 02.13" S e 39° 01' 18.63" W), Uruçuca (Serra Grande – 14° 19' 04.50" S e 38° 59' 29.74" W) e Vera Cruz (Penha

– 12° 59' 07.93" S e 38° 37' 07.89" W). As localidades estão especificadas no material examinado de cada espécie estudada.

Para a disposição dos táxons em ordens e famílias seguiu-se Wynne (2005). Os dados de distribuição geográfica foram obtidos em Guiry & Guiry (2008).

As coletas foram feitas no mediolitoral com auxílio de espátula, e no infralitoral através de mergulho em apnéia até 5 m, equipamento SCUBA ou draga tipo Holme, detalhe sobre a coleta de cada táxon está especificado após listagem do material examinado. Todo o material coletado foi fixado em formalina a 4%, diluída em água do mar e as preparações foram coradas com solução aquosa de azul de anilina a 0,5%, acidificada com HCL 1N. Para a observação do número de núcleos das células utilizou-se a técnica adotada por Wittmann (1965), modificada por Fujii (1998). Pequenas porções dos exemplares previamente fixados em formol foram lavadas em água e distendidas em lâmina cuidadosamente, sobre as quais foram adicionadas algumas gotas de Carnoy (etanol acético, 3:1). Após 5 minutos, retirou-se o Carnoy e gotejou-se o corante de Wittman. A seguir, colocou-se a lâmina e em seguida a lâmina foi aquecida rapidamente em uma chama fraca para acelerar a reação do corante com o material nuclear. Após a verificação dos núcleos, a solução corante foi substituída gradativamente por glucose de milho (Karo) 50%.

Para cada estrutura notável, foi mencionado os valores extremos, máximo e mínimo, medidos através de régua milimetrada (estruturas maiores) e ocular micrométrica inserida no microscópio óptico (Zeiss).

Os estudos foram feitos em microscópio estereomicroscópio e óptico, marca Zeiss®, observando-se a morfologia externa e interna das estruturas vegetativas e de reprodução. Fotomicrografias das estruturas foram feitas em microscópio de captura de imagem Zeiss e as ilustrações na câmara-clara em microscópio da mesma marca.

O material identificado encontra-se depositado no Herbário Alexandre Leal Costa (ALCB) do Departamento de Botânica do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia e Herbário da Universidade de São Paulo (SPF).

Resultados e Discussão

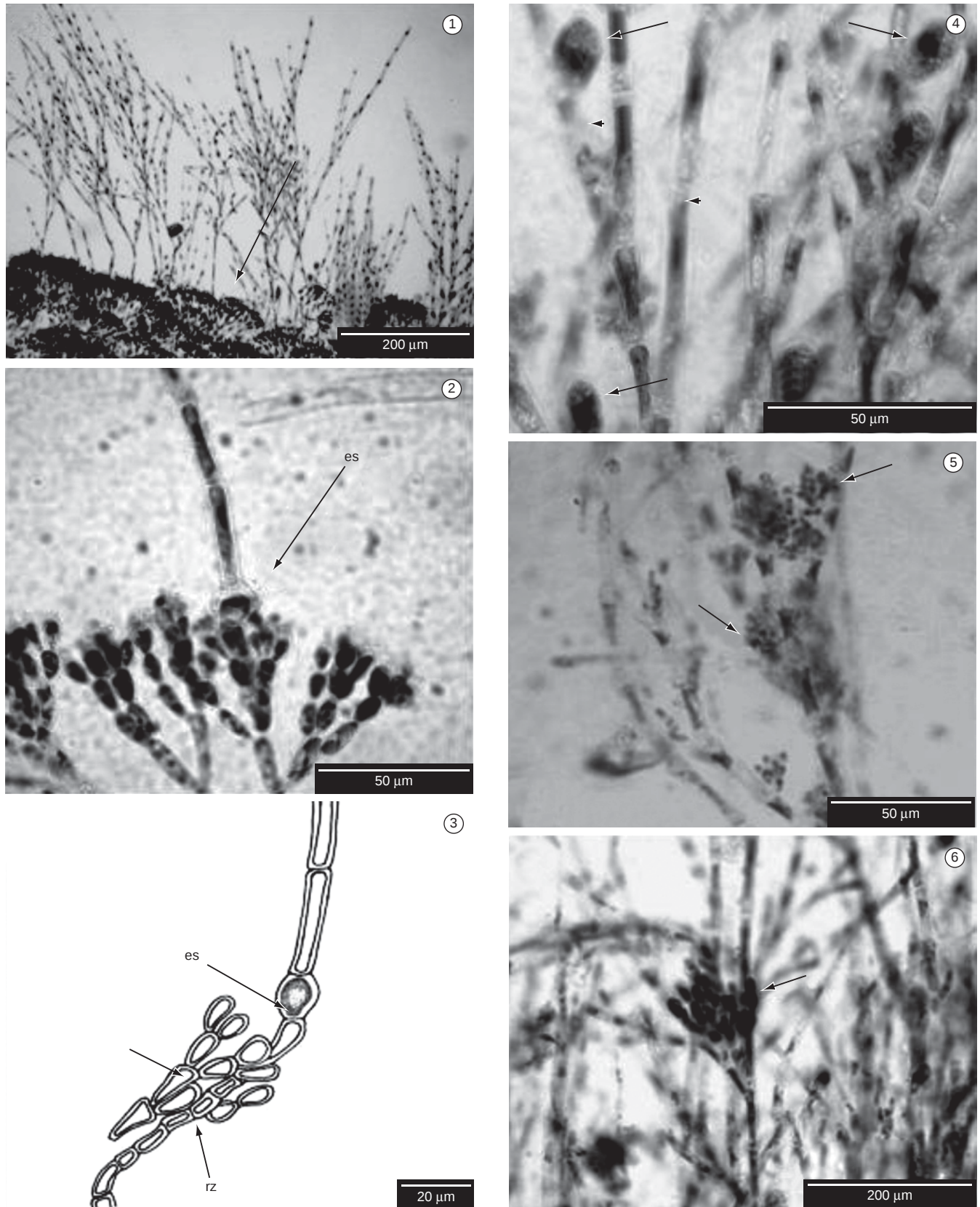
ACROCHAETIALES, ACROCHAETIACEAE

Acrochaetium corymbiferum (Thur. in Le Jolis) Batters. J. Bot. 40 (suppl.): 59. 1902

1. *Chantransia corymbiferum* (Thur. in Le Jolis). Mém. Soc. Sci. Nat. Chebourg 10: 197. 1893. (Figuras 1-6).

Talo endofítico com 2-3 mm de altura, com 13-18 µm de diâmetro, produzindo um filamento ramificado com 8-14 µm de diâmetro que penetra profundamente no talo do hospedeiro. Eixos eretos, originados do esporo basal persistente, com ramificação alterna a irregular, abundante na porção superior. Células dos filamentos eretos cilíndricas, com 8-12 µm de diâmetro e 27-48 µm de comprimento. Monosporângios terminais produzidos unilateralmente na porção adaxial dos ramos laterais, simples, ovóide, com 10-21 µm de diâmetro e 11-31 µm de comprimento, sésil ou com pedicelo de célula única, ocasionalmente associado com os gametângios. Gametófitos dióicos. Espermatângios pedicelados com uma ou duas células, laterais ou em pequenos ramos, formando um agrupamento de aspecto corimboso, espermacios de 4-6 µm de diâmetro. Carposporófitos ovóides com 8-13 µm de diâmetro e 13-19 µm de comprimento, laterais nos eixos principais, com pedicelo de uma a duas células e aspecto corimboso.

Material examinado: BRASIL, BAHIA, Cairú, Morro de São Paulo, Garapua, 11.XI.2000, J.M. de C. Nunes, (ALCB 57804);



Figuras 1-6. *Acrochaetium corymbiferum*: 1) aspecto geral do talo crescendo sobre *Liagora valida* (seta); 2) esporo persistente na região basal do filamento (es); 3) ilustração do esporo persistente na região basal do filamento (es) com rizóide (rz) penetrando na alga hospedeira (seta); 4) detalhe dos filamentos (cabeça de seta) com monosporângios (setas); 5) filamentos com espermatângios (setas); e 6) filamento com grupo de carposporângios (seta) organizados em forma corimbosa.

Figures 1-6. *Acrochaetium corymbiferum*: 1) plant over *Liagora valida* (arrow); 2) persistent spore in the basal region of the filament (es); 3) spore in basal region (es) with rhizoids (rz) penetrating into the host algae (arrow); 4) detail of the filaments (arrow head) with monosporangia (arrow); 5) filaments with spermatangia (arrow); and 6) filaments with carposporangia group (arrow) in corymbose shape.

Salvador, Ilha dos Frades, Paramana, J.M. de C. Nunes, S.M.P.B. Guimarães & M.T. Fujii, 06.XI.2002, (ALCB 57805); Itapoã, J.M. de C. Nunes, 15.VII.1992, (ALCB 57806).

Exemplares coletados no mediolitoral, em ambiente recifal e no infralitoral a 5 m de profundidade. Crescendo sobre *Liagora valida* Harv.

Schneider (1983), Schneider & Searles (1991) e Abbott (1999) mencionam este táxon crescendo sobre várias espécies do gênero *Liagora*. Os exemplares estudados e identificados como *Acrochaetium corymbiferum* concordam com as descrições dos autores mencionados anteriormente, diferenciando-se das outras espécies referidas para o Brasil, por apresentar eixos eretos originados do esporo basal persistente, um filamento ramificado que penetra profundamente no talo do hospedeiro, monosporângios terminais produzidos unilateralmente na porção adaxial dos ramos laterais e disposição dos espermatângios, bem como dos carposporófitos com aspecto corimboso.

Distribuição geográfica: Oceano Atlântico (Irlanda, França, Grã-Bretanha, U.S.A. e Caribe - Bermudas), Mar Mediterrâneo (Itália, Espanha e Egito) e Oceano Pacífico (Havai). Primeira referência para o Atlântico Sul.

2. *Acrochaetium liagorae* Børgesen. Dansk Bot. Ark. 3: 58. 1915. (Figuras 7-8).

Talo endofítico, filamentos unisseriados, prostrados, compostos por número variado de células. Células com forma triangular, medindo 7-15 µm de diâmetro e 20-28 µm de comprimento. Filamentos eretos ausentes. Pêlos longos e incolores, medindo 5-6 µm de diâmetro e 200-300 µm de comprimento, crescendo a partir do vértice das células triangulares dos filamentos rastejantes. Monosporângios sésseis ou pedicelados, simples ou em pares, irregularmente arranjados, medindo 11-14 µm de diâmetro e 18-22 µm de comprimento. Espermatângios subesféricos, 3-4 µm de diâmetro. Não foram observados exemplares femininos.

Material examinado: BRASIL, BAHIA, Cairú, Morro de São Paulo, Garapua, J.M. de C. Nunes, 11.XI.2000, (ALCB 57804); Salvador, Ilha dos Frades, Paramana, J.M. de C. Nunes, S.M.P.B. Guimarães & M.T. Fujii, 06.XI.2002, (ALCB 57805); Itapoã, J.M. de C. Nunes, 15.VIII.1992, (ALCB 57806).

Exemplares coletados no mediolitoral, em região recifal e no infralitoral a 5 m de profundidade e 24 m (draga Holme). Crescendo sobre *Liagora valida*. Affonso-Carrillo et al. (2003) comentam que, em relação ao hábito, *Acrochaetium liagorae*

Børgesen é semelhante à *Liagorophyla endophytica* Yamada; ambas as espécies são relativamente comuns como endófitas de algas "liagoróides" nas Ilhas Canárias. *A. liagorae*, contudo, apresenta células vegetativas pequenas, monosporângios diferenciados, espermatângios formando grupos e divisão transversal do carpogônio fertilizado (Woelkerling 1971). No material estudado foi possível observar a maioria dessas características, exceto o plano de divisão do carpogônio, devido a ausência de exemplares femininos no material estudado.

Os exemplares estudados distinguem-se das espécies de *Acrochaetium* referidas para o Brasil por apresentar células do filamento de forma triangular, pêlos longos crescendo no vértice das células triangulares, ausência de filamentos eretos e monosporângios diferenciados. Essas características corroboram a identificação deste táxon como *A. liagorae*, concordando com as descrições e ilustrações de Børgesen (1915), Abbott (1999) e Affonso-Carrillo et al. (2003).

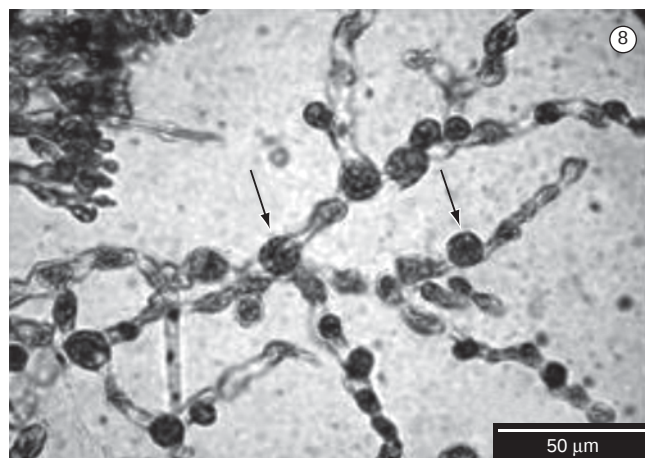
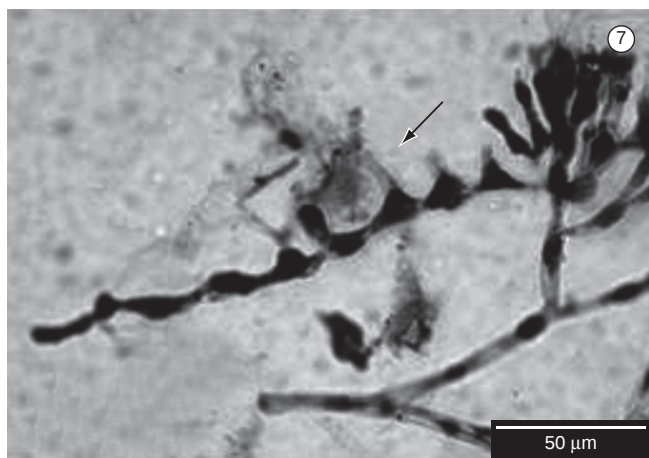
Distribuição geográfica: Oceano Atlântico (Ilhas Canárias e Madeira e Caribe - Barbados), Oceano Pacífico (Havai e Austrália) e Oceano Índico (Tazânia, Vietnan e Filipinas). Primeira referência para o Atlântico sul.

CERAMIALES, CERAMIACEAE

Aglaothamnion herveyi (M. Howe) Aponte, D.L. Ballant. & J.N. Norris. Phycologia 33: 232. 1994.

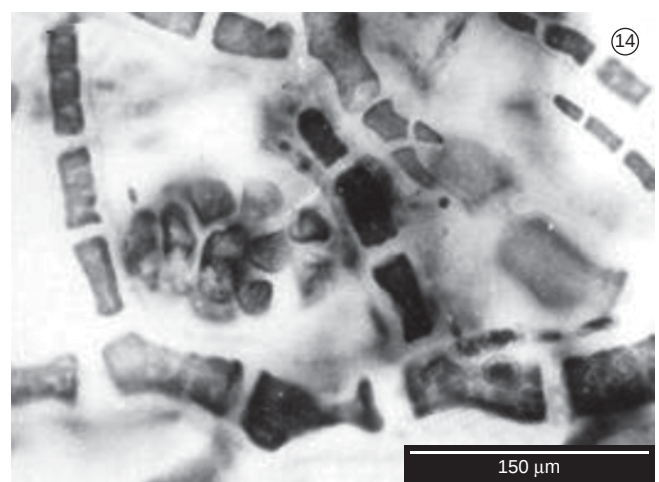
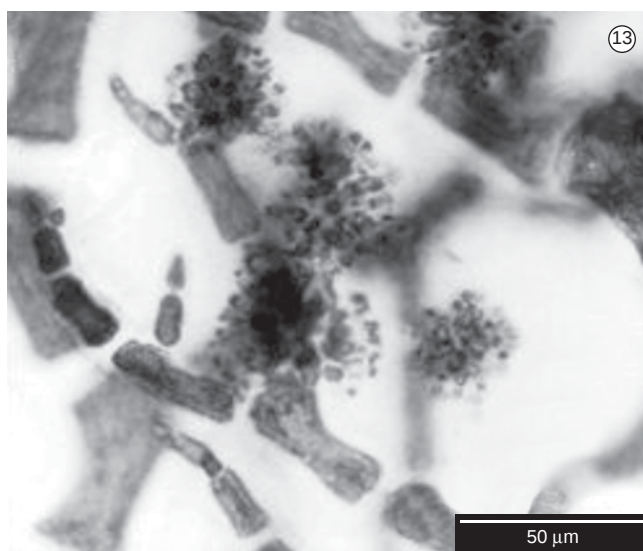
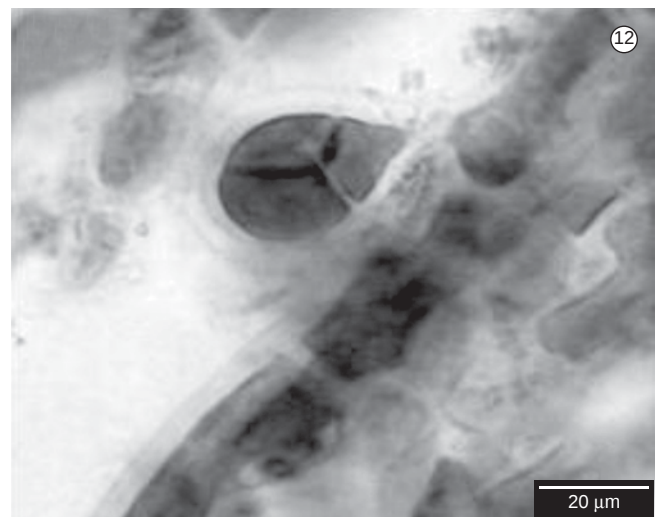
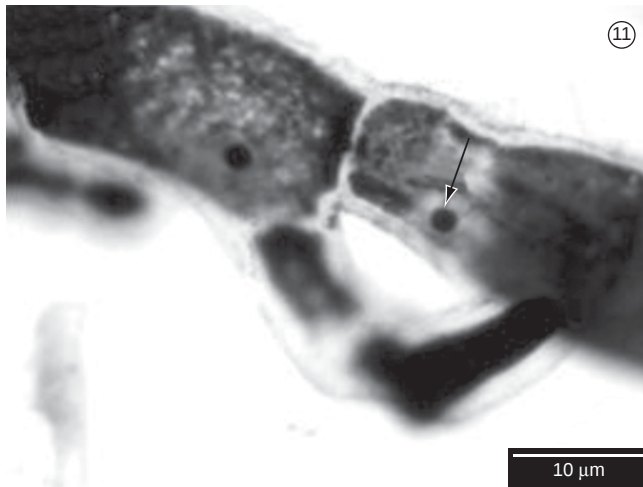
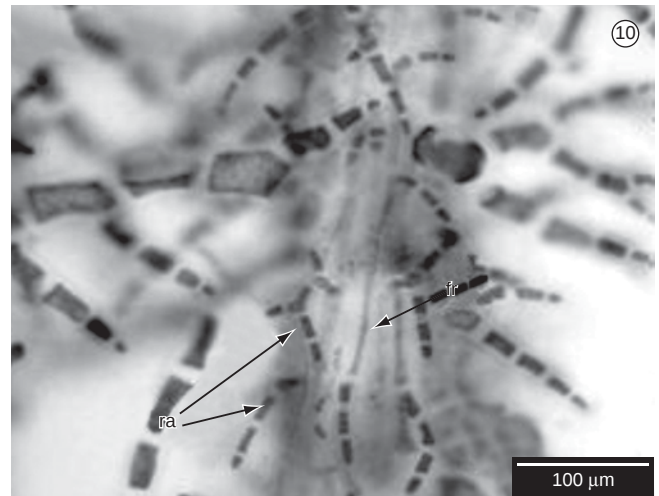
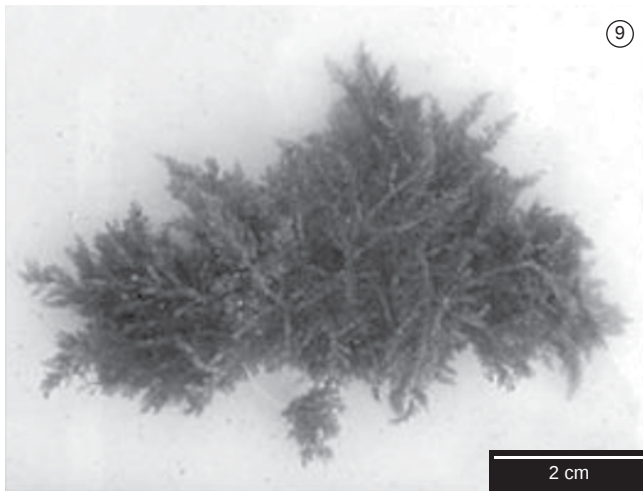
1. *Callithamnion herveyi* M. Howe. Flora of Bermuda: 528. 1918. (Figuras 9-14).

Talo filamentosso unisseriado, aspecto arborescente, vermelho-esverdeado, iridescente, com até 6 cm de altura, fixo ao substrato por apressório discóide formado por filamentos rizoidais simples ou ramificados. Eixo usualmente percurrente em exemplares jovens, mas geralmente indistintos em exemplares mais velhos. Ramificação principal radial e râmulos dispostos alternadamente. Eixo principal medindo de 150-350 µm de diâmetro próximo à base 80-190 µm, ramos secundários com 30-45 µm de diâmetro, voltados para o eixo principal, conferindo ao talo um aspecto corimboso. Células dos eixos e ramos uninucleadas. Eixo fortemente corticado por filamentos rizoidais que se originam na base dos ramos laterais, corticção atenuando-se em direção ao ápice. Filamentos rizoidais originando ramos adventícios descendentes, com 13-18 µm de diâmetro. Tetrasporângios sés-



Figuras 7-8. *Acrochaetium liagorae*: 7) filamentos prostrados com pêlos (seta); e 8) filamentos com monosporângios (setas).

Figures 7-8. *Acrochaetium liagorae*: 7) decumbent filaments with hairs (arrow); and 8) filaments with monosporangia (arrows).



Figuras 9-14. *Aglaothamnion herveyi*: 9) aspecto geral; 10) detalhe da porção basal com corticação, mostrando filamento rizoidal (fr) e ramo adventício descendente (ra); 11) célula vegetativa uninucleada (seta); 12) râmulo com tetrasporângio séssil; 13) detalhe dos ramos terminais férteis com espermatângios; e 14) ramo fértil com gonimolobo.

Figuras 9-14. *Aglaothamnion herveyi*: 9) habit; 10) detail of the basal portion with cortication, showing rhizoidal filament (fr) and descending adventitious branch (ra); 11) uninucleate cell (arrow); 12) branch with sessil tetrasporangia; 13) detail of the terminal branch with spermatangia; and 14) branch with gonimolobe.

seis, tetraedricamente divididos, solitários, com 30-40 µm de diâmetro e 45-53 µm de comprimento. Gametófitos dióicos. Ramos espermatangiais ramificados várias vezes, espermatângios agrupados sobre um pedicelo, formados adaxialmente na porção subapical das células dos ramos de última ordem, um por célula; espermatângios com 2-3 µm de diâmetro. Ramo carpogonial com quatro células, dispostas em "U" quando maduro. Carposporófito com quatro gonimolobos, dois grandes e dois pequenos, esféricos com 100-220 µm de diâmetro.

Material examinado: BRASIL, BAHIA, Conde, Barra do Itariri, J.M. de C. Nunes, 05.VII.1997, (ALCB 57680, 60642); Sítio do Conde, J.M. de C. Nunes., 04.VIII.1997, (ALCB 57660); Entre Rios, Subaúma, J.M. de C. Nunes & A. Minervino Netto, 05.V.2000, (ALCB 65113); Ilhéus, Gravata, J.M. de C. Nunes & A. Minervino Netto, 25.VIII.2000, (ALCB 57616, 57643, 57663, 57762, 60909); J.M. de C. Nunes e col., 09.II.2001, (ALCB 57659, 57737, 60912, 60913); Itacaré, Engenhoca, J.M. de C. Nunes. & A. Minervino Netto, 23.VIII.2000, (ALCB 57664); Salvador, Stella Maris, J.M. de C. Nunes, 09.VII.2002, (ALCB 60881); Santa Cruz de Cabrália, Arakaká, J.M. de C. Nunes & G.M. Lyra, 09.III.2001, (ALCB 57642, 57661); Uruçuca, Serra Grande, J.M. de C. Nunes, 08.X.95, (ALCB 60986); Vera Cruz, Penha, J.M. de C. Nunes & S.M.P.B. Guimarães, 05.XI.2002, (ALCB 57644).

Exemplares coletados no mediolitoral, epilítica e epífita em formações recifais e costões rochosos. Crescem sobre *Centroceras clavulatum* (C. Agardh in Kunth) Mont. in Durieu de Maisonneuve, *Corallina panizzoi* Schnetter, *Gelidiella acerosa* (Forssk.) Feldman & Hamel, *Gelidiopsis variabilis* Grev. Ex J. Agardh) F. Schmitz, *Halimeda discoidea* Decne., *Halitilton subulatum* (J. Ellis & Sol.) H.W. Johans., *Haloplegma duperreyi* Mont., *Heterosiphonia gibbesii* Aregood, *Jania adhaerens* J.V. Lamour. e *Laurencia arbuscula* Sond.. Esses exemplares estão associados a *Anadyomene stellata* (Wulfen in Jacq.) C. Agardh e *Wrangelia argus* (Mont.) Mont.

O gênero *Aglaothamnion* Feldm.-Maz., foi descrito para acomodar as espécies uninucleadas de *Callithamnion* Lyngb. As características nucleares e reprodutivas que definiram *Aglaothamnion* foram consideradas inconsistentes por alguns autores, sendo motivo de controvérsia a respeito de sua validade como gênero. Alguns deles como Dixon & Price (1981) e Womersley (1998) não reconhecem o gênero *Aglaothamnion*, considerando que a forma do ramo carpogonial não está associada com a condição uni ou multinucleada das células vegetativas. L'Hardy-Halos & Rueness (1990), L'Hardy-Halos & Maggs (1991), Aponte et al. (1994) e Aponte et al. (1997) concluíram que somente a característica nuclear é suficientemente válida para separar esses dois gêneros. Neste trabalho, seguiu-se estes últimos autores reconhecendo os dois gêneros, ou seja, células de *Aglaothamnion* uninucleadas e de *Callithamnion* plurinucleadas.

Aglaothamnion herveyi se distingue facilmente de *Aglaothamnion boergesenii* (Aponte & D.L. Balantine) L'Hardy-Halos & Rueness. e de *A. cordatum* (Børgesen) Feldm.-Maz devido à presença de corticação nos eixos principais (Aponte et al. 1994). *Aglaothamnion felipponei* (M. Howe) Aponte, D.L. Balantine & J.N. Norris e *A. herveyi* são espécies que se confundem (Aponte et al. 1997). Ambas foram descritas por Howe, a primeira para o Uruguai (Howe & Taylor, 1931) e a segunda para as Bermudas (Howe 1918). *A. felipponei* foi referida (como *Callithamnion felipponei* M. Howe) para a região sul e sudeste do Brasil (Joly 1957, 1965, Oliveira Filho 1969, Cordeiro-Marino 1978, Yoneshigue 1985).

As principais diferenças entre *Aglaothamnion herveyi* e *A. felipponei*, segundo Aponte et al. (1994), estão no padrão

de ramificação dos ramos principais e últimos ramos laterais. Em *A. herveyi*, a ramificação dos últimos ramos é mais consistentemente dística quando comparada com a ramificação de *A. felipponei*. Adicionalmente, *A. herveyi* apresenta filamentos rizoidais originando ramos adventícios descendentes, como observado nos espécimes estudados. Porém, em *A. felipponei* esses ramos estão ausentes. Ambas as espécies possuem pedicelos sustentando os ramos espermatangiais, um caráter único entre os representantes da tribo Callithamnieae.

Ramificação principal radial, ramos secundários voltados para o eixo principal, com râmulos dispostos alternadamente conferindo ao talo um aspecto corimboso e filamentos rizoidais originando ramos adventícios descendentes, são características que aproximam nossos exemplares de *A. herveyi* descrito para o Caribe por Aponte et al. (1997).

Distribuição geográfica: Oceano Atlântico (Caribe – Cuba, Colômbia, Bermuda e Flórida). Primeira referência para o Atlântico sul.

Crouanophycus latiaxis (I.A. Abbott) Athanas. Nova Hedwigia 67: 517. 1998.

2. *Antithamnionella latiaxis* I.A. Abbott. Phycologia 18: 220. 1979. (Figuras 15-23).

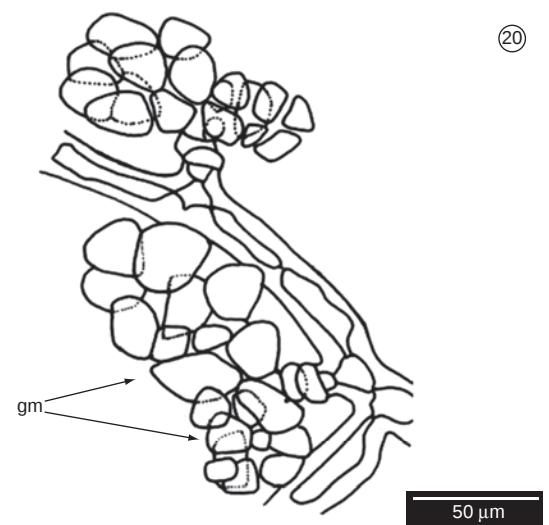
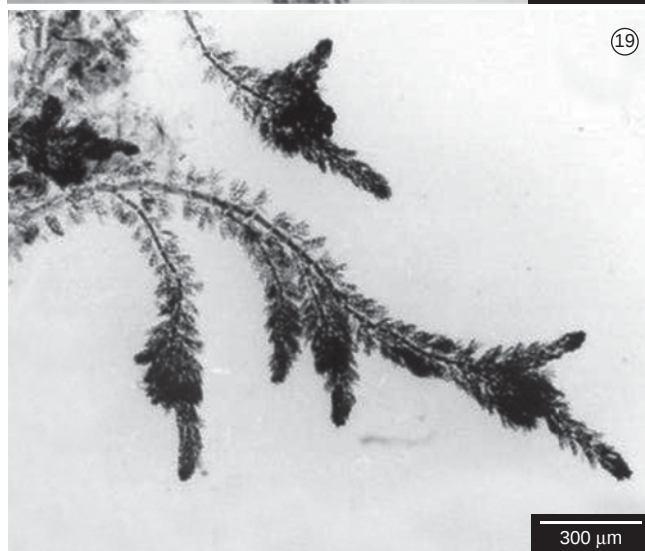
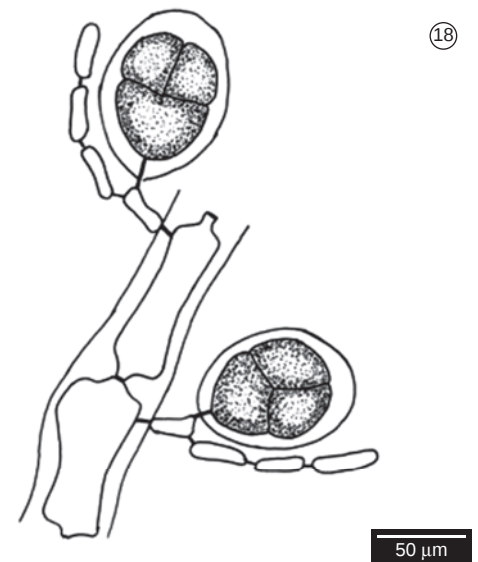
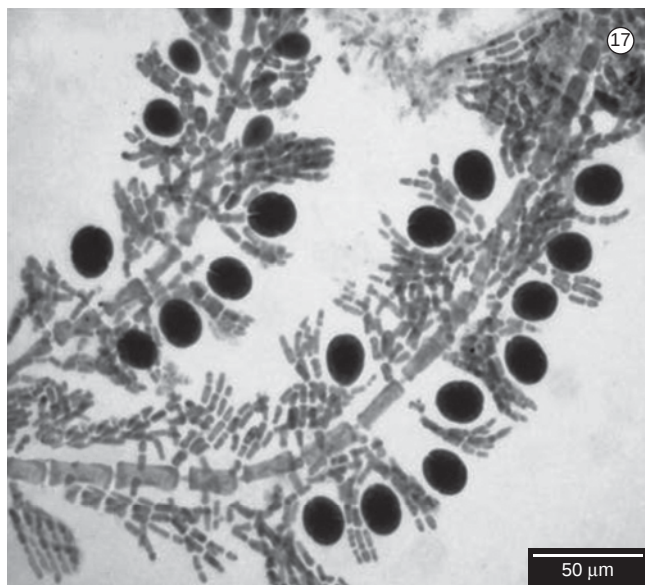
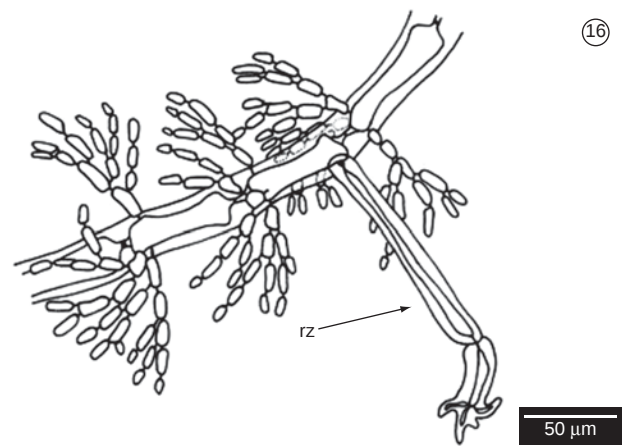
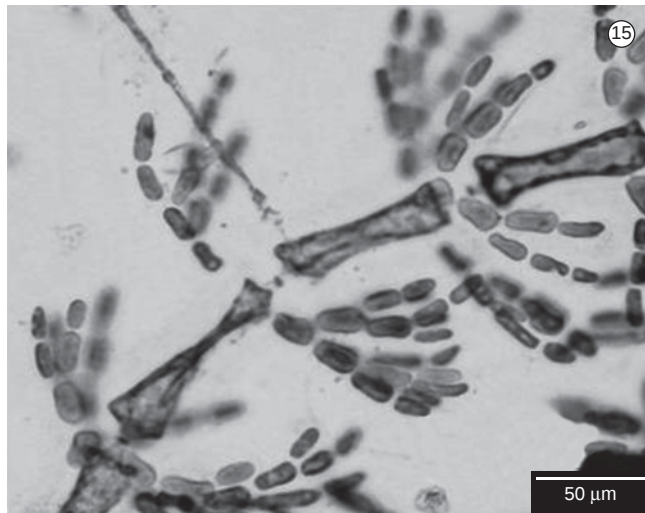
Talo filamentosos, com até 1 cm de altura, composto por eixo ereto e prostrado, fixo ao substrato por rizóides basais digitados, originados de células axiais e células basais dos ramos verticilados; eixo ereto com 20-40 µm de diâmetro, ecorticado, de cada célula axial originam-se três ramos verticilados, subdicotomicamente ramificados, voltados para os eixos de crescimento indeterminado, formação de novos eixos independentemente, como um quarto ramo lateral no verticilo de três râmulos; células glandulares ausentes, tetrasporângios esféricos a oblongados, tetraedricamente divididos, sésseis, inseridos adaxialmente nas células basais dos ramos, com 28-47 µm de diâmetro e 35-65 µm de comprimento. Estruturas espermatangiais localizados nas células apicais dos ramos, compostas por uma única célula suportando verticilos de 1-4 células mãe do espermatângio, cada uma produzindo 1-3 espermácios. Carposporófitos originados nas porções apicais dos eixos axiais, com dois gonimolobos, um grande, com 40-60 x 50-80 µm e outro um pouco menor, com 30-40 x 35-60 µm.

Material examinado: BRASIL, BAHIA, Vera Cruz, Penha, J.M. de C. Nunes, S.M.P.B. Guimarães & M.T. Fujii, 05.XI.2002, (ALCB 57637).

Exemplares coletados no mediolitoral, em ambiente recifal. Crescendo sobre *Amphiroa fragilissima*. Foram coletados exemplares tetraspóricos, femininos e masculinos.

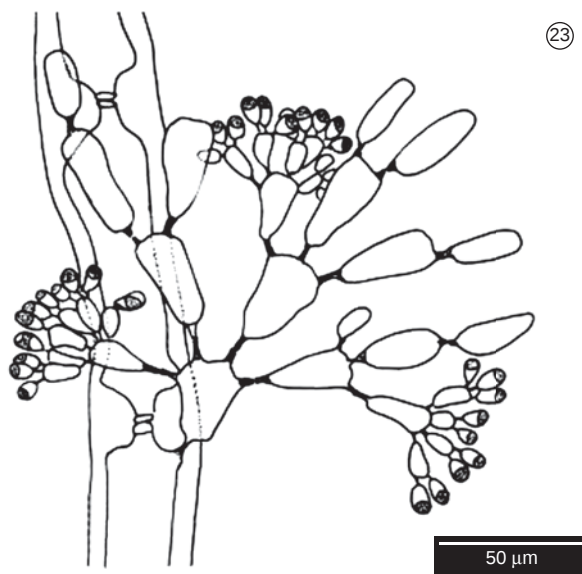
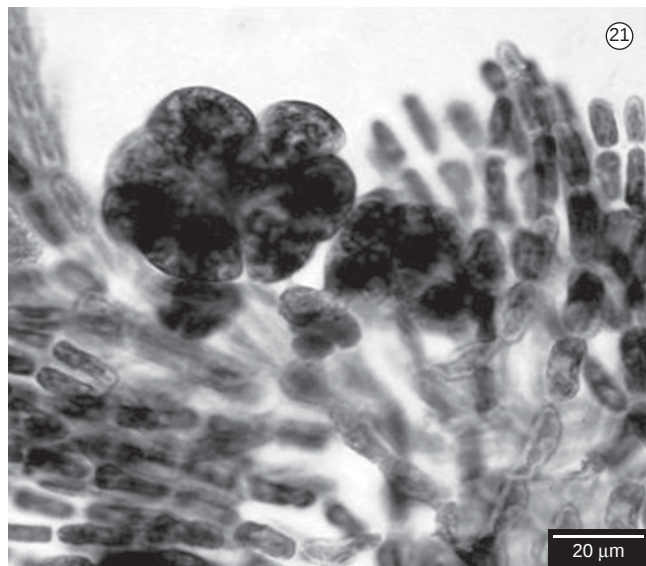
O gênero *Crouaniella* Athanas. foi criado para acomodar duas espécies tropicais das costas da América Central e regiões vizinhas: *Crouaniella latiaxis* (I.A. Abbott) Athanas. na costa atlântica e *C. mcnabii* (E.Y. Dawson) Athanas. na costa pacífica. Contudo, o gênero *Crouaniella* é um antigo homônimo do nome de um fungo, *Crouaniella* (P.A. Saccardo) Lambote. Por essa razão, Athanasiadis (1998) propôs o "nomen novum" denominado *Crouanophycus*.

Crouanophycus caracteriza-se por apresentar: número consistente de três ramos verticilados por célula axial; desenvolvimento de rizóides das células axiais do eixo; formação de novos eixos como um quarto ramo lateral no verticilo de três râmulos; a divisão subdicotômica dos eixos verticilados e a produção de tetrasporângios nas células basais dos ramos sem afetar a ramificação. Tetrasporângios esféricos (em *Crouanophycus mcnabii*)



Figuras 15-20. *Crouanophycus latiaxis*: 15) detalhe da ramificação verticilada no talo; 16) ramificação do talo e origem do rizóide (rz); 17) tetrasporófito com tetrasporângios originados nas células periaxiais sem afetar o padrão de ramificação; 18) tetrasporângios originados nas células periaxiais dos ramos verticilados; 19) aspecto geral do exemplar feminino; e 20) carposporófito com dois gonimolobos (gm).

Figures 15-20. *Crouanophycus latiaxis*: 15) detail of the whorl-branches in the axial cells ramification; 16) ramification and rhizoid (rz); 17) tetrasporophyte with tetrasporangia borne on periaxial cells without affecting the branch ramification; 18) oblongated tetrasporangia borne on periaxial cells of the whorl branch; and 19) habit of the female plant; and 20) carposporophyte with two gonimolobos (gm).



Figuras 21-23. *Crouanophycus latiaxis*: 21) detalhe do gonimolobo; 22) detalhe do ramo espermatangial; e 23) arranjo do ramo espermatangial.

Figures 21-23. *Crouanophycus latiaxis*: 21) detail of the gonimolobe; 22) spermatangial branch; and 23) disposition of the spermatangial branch.

são típicos de *Crouanieae*, contudo tetrasporângios oblongados (em *C. latiaxis*) ocorrem na maioria dos membros de *Dohrnieleae*. Células glandulares ausentes, como na maioria dos gêneros “crouanióides”, aparentemente devido a uma redução dessas células glandulares. Abbott (1979) também reportou (mas não ilustrou) tetrasporângios “ocasionalmente pedunculados e células glandulares inconspícuas, usualmente adaxiais, localizadas nas células basais das pínulas, ocasionalmente com uma segunda célula glandular nas células distais adjacentes”. Nenhuma dessas características foram observadas nos espécimes tipo examinados por Abbott (1979). Detalhes da pós-fertilização e desenvolvimento do carposporófito são desconhecidos. Contudo, Abbott (1979) reportou cistocarpos terminais na coleção tipo.

Athanasiadis (1996) realizou estudos de filogenia com exemplares da família *Ceramiceae* e verificou que *Antithamnionella* e *Crouanophycus* separam-se em clados distantes um do outro, reforçando a hipótese de que se trata de gêneros distintos, confirmado pelas peculiaridades morfológicas externas desses dois gêneros.

As espécies de *Antithamnionella* apresentam em comum as seguintes características: eixos eretos originados lateralmente a partir de eixos prostrados; ramos laterais substituindo um ramo verticilado, inconsistência em número de râmulos por verticilos e presença de células ganglionares sésseis. Características essas que claramente diferencia de *Crouanophycus*.

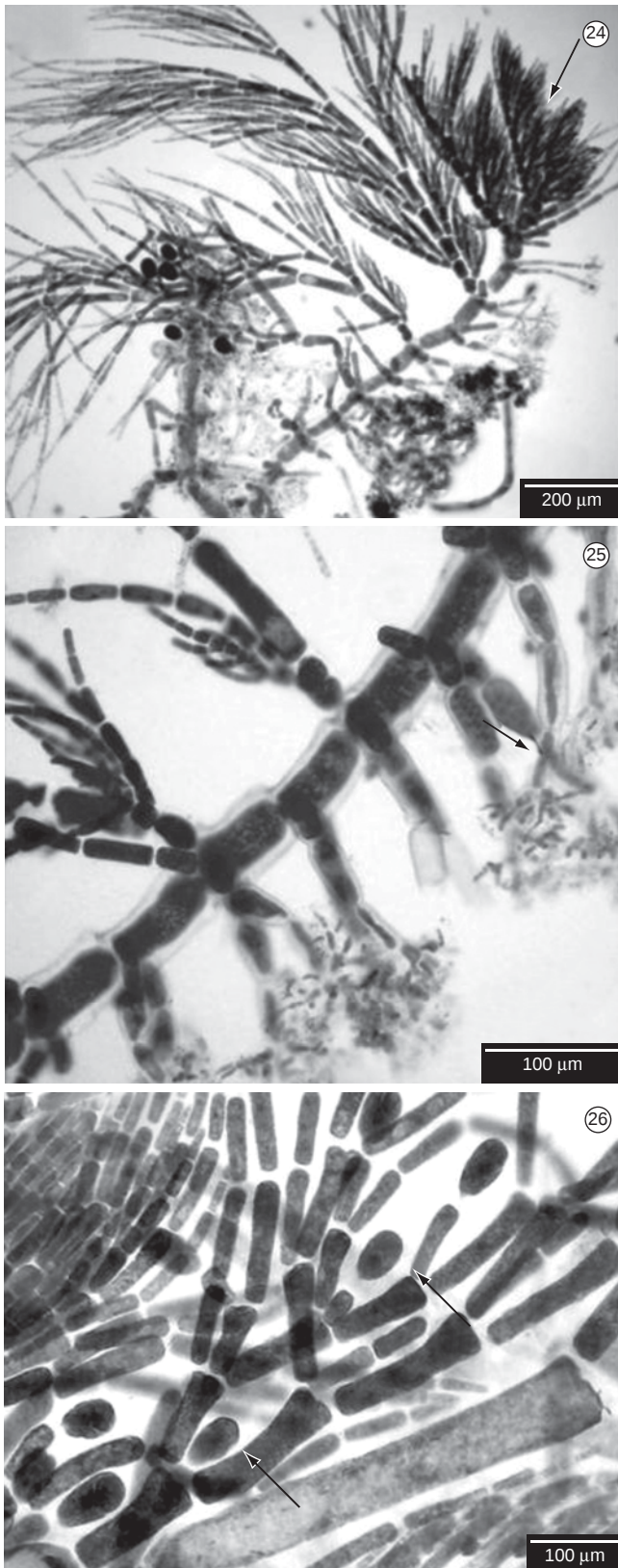
Os exemplares baianos foram identificados como *Crouanophycus latiaxis* por apresentar: três ramos verticilados por célula axial, podendo originar um quarto ramo que dará origem a um novo eixo; desenvolvimento de rizóides das células axiais do eixo; divisão subdicotômica dos eixos verticilados e a produção de tetrasporângios oblongados originados nas células basais dos ramos sem afetar a ramificação, localizados nas células proximais dos ramos, estruturas espermatangiais compostas por uma única célula suportando verticilos de 1-4 células mãe do espermatângio, cada uma produzindo 1-3 espermácios, além da ausência de células glandulares, concordando com as descrições de Abbott (1979), Bucher & Norris (1995) e Athanasiadis (1996) e diferenciando das espécies de *Antithamnionella* (*A. atlantica*, *A. boergesenii* e *A. breviramosa*) referidas para o litoral brasileiro.

Crouanophycus latiaxis foi coletada no infralitoral superior, 3-12 m, sobre *Codium* e *Dictyota*, incluindo gametófitos femininos, estruturas espermatangiais dos talos masculinos foram encontradas nas células apicais dos ramos e foram mencionados como sendo compostas por uma única célula suportando verticilos de 1-4 (6) células mãe do espermatângio, cada uma produzindo (1) 2 (3) espermácios. Embora estes padrões não sejam claramente ilustrados, os mesmos são diferentes do que é conhecido nas espécies de *Antithamnionella*. Esses talos férteis ocorreram na Martinica, Lesser Antilhas e foram descritos por Bucher & Norris (1995) como *Antithamnionella*. Estas características coincidem com os exemplares baianos.

Distribuição geográfica: Oceano Atlântico (Caribe - Porto Rico). Primeira referência para o Atlântico sul.

3. *Grallatoria reptans* M. Howe. The Bahama flora: 560. 1920. (Figuras 24-26).

Talo filamentoso, unisseriado, organização dorsiventral, com até 1 cm de altura, composto de eixo prostrado de crescimento indeterminado, de onde partem ramos eretos de crescimento determinado. Eixos prostrados com 50-65 µm de diâmetro e ramificação oposta; ramos eretos de crescimento determinado com 20-35 µm de diâmetro, ramificados de modo alternado ou verticilado abaixo e pseudodicotômico acima, com 4-8 células



Figuras 24-26. *Grallatoria reptans*: 24) aspecto geral mostrando o eixo rastejante com rizóides e ápice do ramo de crescimento indeterminado (seta); 25) rizóides multicelulares com extremidades digitadas (seta); e 26) ramos verticilados com tetrasporângios (setas).

Figuras 24-26. *Grallatoria reptans*: 24) habit of creeping axis with rhizoids and indeterminate branch (arrow); 25) multicellular rhizoids with digitate extremity (arrows); and 26) whorl branch bearing tetrasporangia (arrows).

axiais em comprimento. Dois rizóides pluricelulares são originados por segmento nas células axiais dos eixos prostrados, com 15-20 µm de diâmetro e extremidades digitadas. Tetrasporângios tetraédricos, pedicelados, distribuídos alternadamente, com 25-47 µm de diâmetro.

Material examinado: BRASIL, BAHIA, Vera Cruz, Penha, J.M. de C. Nunes, S.M.P.B. Guimarães & M.T. Fujii, 05.XI.2002, (ALCB 57614, 57615).

Exemplares coletados no mediolitoral, em ambiente recifal. Crescendo sobre coralinácea incrustante e *Amphiroa anastomosans* Weber Bosse.

Howe (1920) descreveu o gênero *Grallatoria*, baseado em *G. reptans*, porém, não incluiu ilustração do novo táxon. Como consequência, o gênero foi pobremente entendido (Abbott, 1976) e devido a esse fato, alguns exemplares foram incluídos em um gênero semelhante, *Callithamniella* Feldm.-Maz.

Feldmann-Mazoyer (1938) descreveu o gênero *Callithamniella* baseado em duas espécies. Abbott (1976) transferiu *C. tingitana* (Schousb. ex Bornet) Feldm.-Maz. e *C. flexilis* Baardseth, para o gênero *Grallatoria*. Contudo, com base nos padrões de ramificação de *G. reptans*, Schneider (1984) e Yoneshigue (1985) consideraram *Callithamniella* como um gênero distinto. Wynne & Ballantine (1985) e Yoneshigue (1985) segregaram estes dois gêneros com base nos seguintes caracteres: padrão de divisão do tetrasporângio (cruciado em *Callithamniella*; tetraédrico em *Grallatoria*); padrão de ramificação dos eixos determinados (alternado em *Callithamniella*; sucessivamente oposto e verticilado em *Grallatoria*); rizóides (unicelulares em *Callithamniella*; pluricelulares em *Grallatoria*); número de rizóides por segmento (um em *Callithamniella* e dois em *Grallatoria*). Atualmente somente uma espécie de *Grallatoria* é reconhecida, *G. reptans*.

Grallatoria reptans era conhecida somente na sua localidade tipo (Bahamas), até que Abbott (1976) a reportou para as Ilhas Virgens. Mais tarde, Wynne & Ballantine (1985) coletaram exemplares em Porto Rico, Stegenga & Vroman (1987) em Curaçao, Sansón (1994) nas Ilhas Canárias e Schneider & Searles (1997) nas Bermudas.

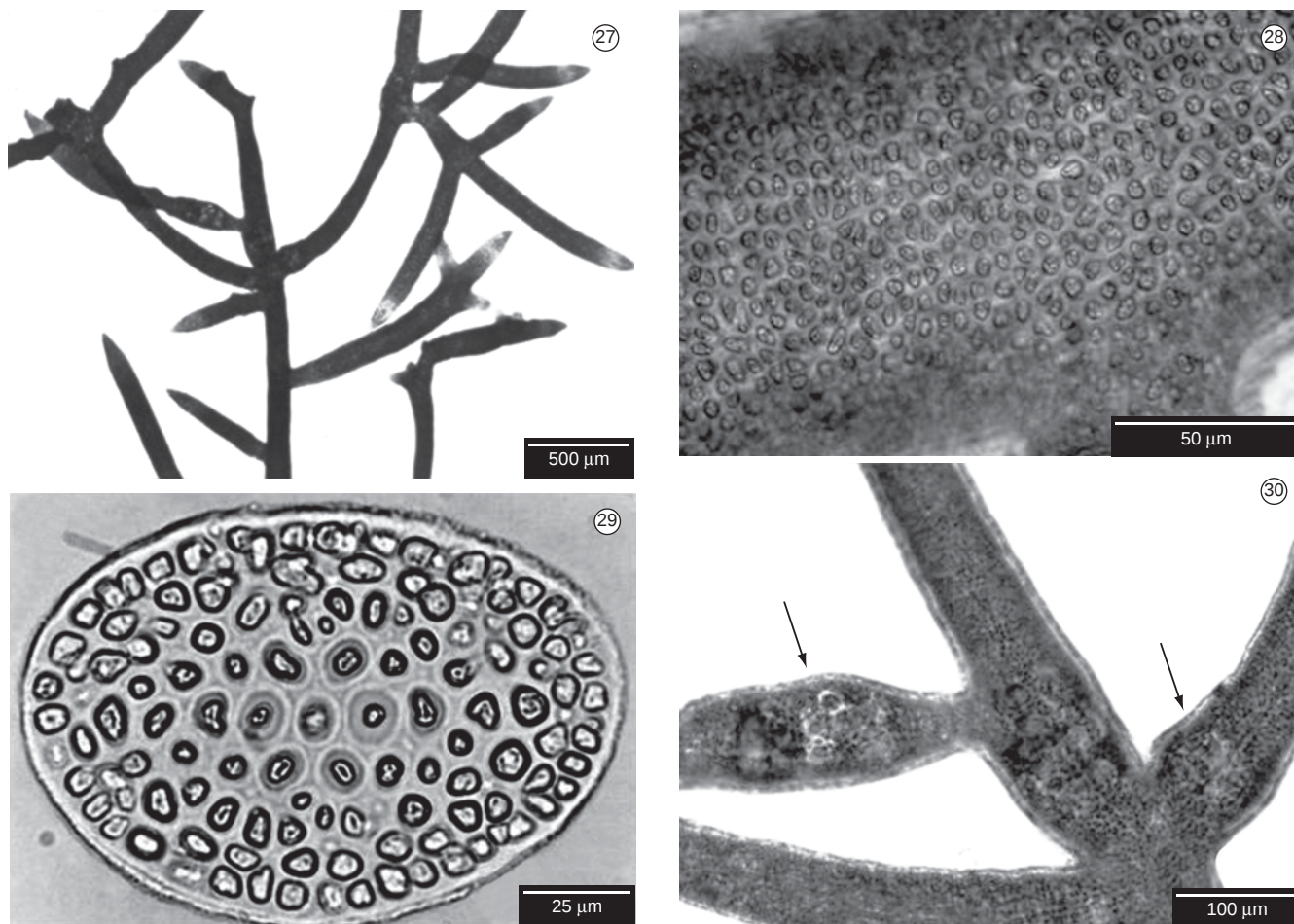
Os espécimes estudados foram identificados como *Grallatoria reptans* por apresentarem ramos determinados com 4-8 células axiais em comprimento, rizóides multicelulares e digitados, cada segmento originando dois rizóides e tetrasporângios tetraedricamente divididos. Sendo o gênero monoespecífico, as características da espécie são as do próprio gênero. Somente duas espécies de *Callithamniella* são referidas para o Brasil: *Callithamniella tingitana* (Schousboe) Feldmann-Mazoyer por Joly (1965) para o litoral norte de São Paulo e *C. flexilis* Baardseth por Yoneshigue (1985) na área de ressurgência de Cabo Frio, estado do Rio de Janeiro.

Distribuição geográfica: Oceano Atlântico (Ilhas Canárias e Caribe - Bahamas). Primeira referência para o Atlântico sul.

GELIDIALES, GELIDIACEAE

1. *Gelidiella sanctarum* Feldmann & Hamel. Rev. Gén. Bot. 46:539. 1934. (Figuras 27-30).

Talo crescendo em densos tufo, cor escura, quase negra, 2 a 4 cm de altura, com porção estolonífera de onde partem eixos eretos cilíndricos a comprimidos, medindo 200-300 µm de diâmetro; célula apical saliente. Ramificação alterna a irregular, eixos pouco ramificados na porção inferior e abundantemente ramificados acima. Râmulos com ápice agudo. Porção estolonífera cilíndrica, não muito evidente, com 120-220 µm de diâmetro, fixa ao substrato por rizóides unicelulares de comprimento variado, com 4-5 µm de diâmetro. Em corte transversal da região mediana



Figuras 27-30. *Gelidiella sanctarum*: 27) aspecto geral; 28) vista superficial das células corticais; 29) corte transversal do talo na região mediana; e 30) vista superficial do ramo com estiquídios tetrasporangiais intercalares (setas).

Figures 27-30. *Gelidiella sanctarum*: 27) habit; 28) superficial view of the cortical cells; 29) cross section of thallus in the median region; and 30) superficial view of the branch with intercalary stichidia tetrasporangia (arrow).

do talo, região cortical com 2 camadas de células pequenas, de formato irregular; em vista superficial, células dispostas irregularmente, medindo 2-5 x 4-5 µm. Em corte transversal da região mediana do talo, região medular com 4-6 camadas de células grandes, arredondadas, de paredes espessas, com 10-14 µm de diâmetro, formando fileira de células na região central do talo. Tetrasporângios esféricos e irregularmente divididos, com 28-37 µm de diâmetro, distribuídos em fileiras paralelas regulares, longos estiquídios, cilíndricos, simples ou ramificados, ovalados, intercalares nos eixos principais e terminais em ramos jovens, com 170-420 x 800-1500 µm. Não foram observados exemplares masculinos nem femininos.

Material examinado: BRASIL, BAHIA, Conde, Barra do Itariri, J.M. de C. Nunes, 05.VII.1997, (ALCB 65174). Rio Grande do Norte, Natal, Praia do Meio (5° 46' 45.60" S e 35° 11' 34.67" W), Y. Ugadim, 20.XII.1989, (SPF 9021).

Para o litoral brasileiro são referidas atualmente 5 espécies de *Gelidiella*: *G. acerosa* (Forssk.) Feldmann & Hamel, *G. hancockii* E.Y. Dawson, *G. ligulata* E.Y. Dawson, *G. taylorii* A.B. Joly e *G. trinitatis* W.R. Taylor. Santelices (2004) segregou algumas espécies do gênero *Gelidiella* para o recém criado gênero *Paviphycus*, dentre elas, *G. pannosa* Feldmann & Hamel (citadas para o Brasil), considerando-a como sinônimo de *P. tenuissimus*

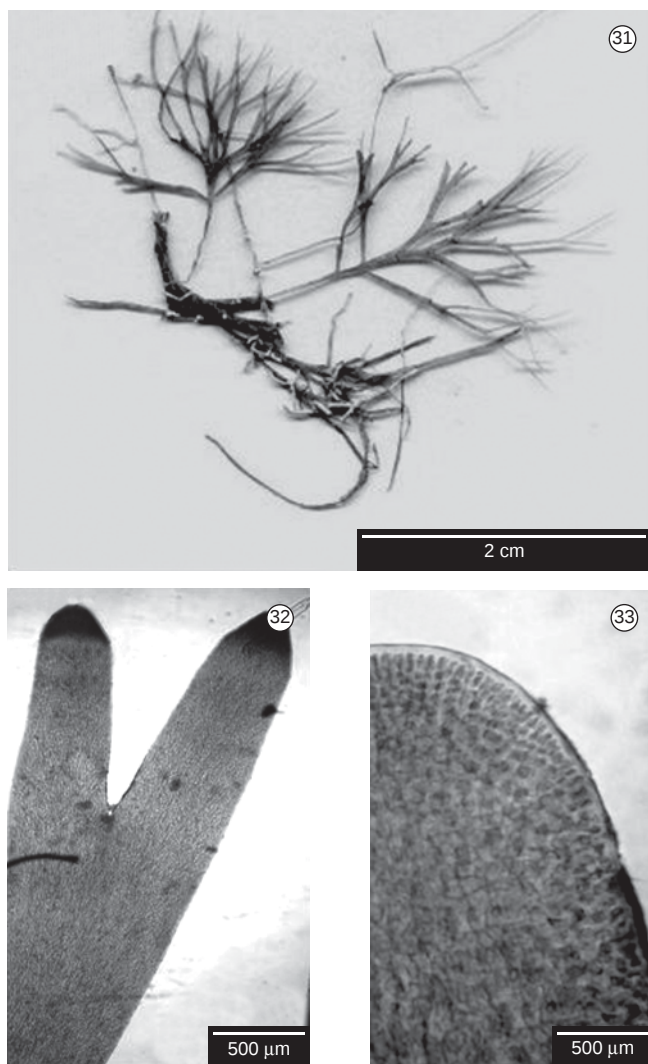
(Feldman & Hamel) Santel. [*G. tenuissima*]. Recentemente Afonso-Carrillo et al. (2007) transferiram uma outra espécie, (também citada para o Brasil) *G. setacea* para *P. setacea* (Feldmann) Afonso-Carrillo, Sanson, Sangil & Diaz-Villa.

Os exemplares estudados foram identificados concordando com as descrições de *Gelidiella sanctarum* reportadas na literatura (Feldmann & Hamel, 1934, Taylor 1960, Maggs & Guiry 1987, Guiry & Womersley 1992, Ganzon-Fortes 1994, Kraft & Abbott 1998). Das espécies citadas para o Brasil, *G. trinitatis* é a que mais se assemelha a *G. sanctarum*, porém difere dessa por apresentar região medular com 5-7 camadas de células, tetrasporângios tetraédricos distribuídos em fileiras paralelas em forma de "V", estiquídios terminais nos eixos principais ou ramos laterais.

Distribuição geográfica: Oceano Atlântico (Marrocos e Caribe) e Oceano Índico (Ilhas Seychelles). Primeira referência para o Atlântico sul.

RHODYMENIALES, LOMENTARIACEAE

1. *Gelidiopsis repens* (Kütz.) Weber Bosse. Siboga Exped. Monogr. 59: 425-426. 1928.



Figuras 31-33. *Gelidiopsis repens*: 31) aspecto geral; 32) região apical do talo; e 33) vista superficial da região apical mostrando o crescimento por margem de células.

Figures 31-33. *Gelidiopsis repens*: 31) habit; 32) detail of the apex region of thallus; and 33) superficial view of the apex region showing zone of meristematic cell.

Gelidium repens Kütz. Tab. Phyc. 18: 21. 1868. (Figura 31-33).

Talo em densos tufo, consistência firme, com até 5 cm de altura, vermelho. Fixa-se ao substrato por um sistema rizomatoso cilíndrico, de onde partem ramos eretos achatados, palmados e profundamente divididos; medindo 130-180 µm de espessura e 500-650 µm de largura. Em corte transversal, região cortical com 2-3 camadas pigmentadas; região medular com várias camadas de células maiores, também pigmentadas. Não foram coletados exemplares férteis.

Material examinado: BRASIL, BAHIA, Cairú, Morro de São Paulo, S.M.P.B. Guimarães, 24.X.1995, (ALCB 57755).

Os exemplares estudados diferenciam-se de *Gelidiopsis planicaulis* (W.R. Taylor) W.R. Taylor e *G. variabilis* (Grev. Ex J. Agardh) F. Schmitz, espécies referidas para o Brasil, pela presença de um sistema rizomatoso cilíndrico originando ramos eretos achatados, palmados e profundamente divididos.

Børgesen (1952) identificou este táxon pela primeira vez como *Gelidiopsis scoparia* (Mont. & Millardet) F. Schmitz para as Ilhas Maurício, mais tarde transferiu o táxon para *G. acrocarpa* (Harv.) F. Schmitz. Norris (1987) considerou *G. acrocarpa* como sinônimo taxonômico de *G. repens* (Wynne 1995).

Distribuição geográfica: Oceano Pacífico (Japão, Taiwan, Vietnam, Filipinas, Fiji, Samoa e Polinésia Francesa) e Oceano Índico (Indonésia, Índia, Sri Lanka, Tanzânia, Ilhas Seychelles, Ilhas Maurícios, Austrália e Nova Zelândia). Primeira referência para o Atlântico.

Agradecimentos

Ao PICDT – CAPES pela concessão da bolsa de Pós-Graduação ao primeiro autor. Aos anônimos revisores pela valiosa e criteriosa revisão do manuscrito.

Referências Bibliográficas

- ABBOTT, I.A. 1976. On the red algal genera *Grallatoria* Howe and *Callithamnionella* Feldmann-Mazoyer (Ceramiales). Brit. Phycol. J. 11(2):143-149.
- ABBOTT, I.A. 1979. Some tropical species related to *Antithamnion* (Rhodophyta, Ceramiales). Phycologia 18(3):213-227.
- ABBOTT, I.A. 1999. Marine red algae of the Hawaiian Islands. Bishop Museum Press, Honolulu.
- AFONSO-CARRILLO, J., SANSÓN, M. & SANGIL, C. 2003. *Colaonema ophioglossum* comb. nov. and *Liagorophila endophytica*, two acrochaetoid algae (Rhodophyta) from eastern Atlantic. Cryptog. Algol. 24(2):107-116.
- AFONSO-CARRILLO, J., SANSÓN, M., SANGIL, C. & DIAZ-VILLA, T. 2007. New records of benthic marine algae from the Canary Islands (eastern Atlantic Ocean): morphology, taxonomy and distribution. Bot. Mar. 50(2):119-127.
- APONTE, N.E., BALLANTINE, D.L. & NORRIS, J.N. 1994. Culture studies on the morphology and life history *Aglaothamnion herveyi* (M. Howe) comb. nov., with notes on *A. felliponei* (M. Howe) comb. nov. (Ceramiales, Rhodophyta). Phycologia 33(2):231-238.
- APONTE, N.E., BALLANTINE, D.L. & NORRIS, J.N. 1997. *Aglaothamnion halliae* comb. nov. and *A. collinsii* sp. nov. (Ceramiales, Rhodophyta): resolution of nomenclatural and taxonomic confusion. J. Phycol. 33(3):81-87.
- ATHANASIADIS, A. 1996. Morphology and classification of the Ceramioideae (Rhodophyta) based on phylogenetic principles. Opera Bot. 128:1-216.
- ATHANASIADIS, A. 1998. *Crouanophycus* Athanasiadis, nom. nov. [= *Crouaniella* 1996, nom. illeg.], a new genus of the Crouanieae (Ceramiales, Rhodophyta). Nova Hedwigia 67(3-4):517-518.
- BAHIA – C.D.T. 1999. Programa de desenvolvimento turístico da Bahia - oportunidades de investimento. Governo do Estado, Salvador.
- BARRETO, M.B.B., BRASILEIRO, P.S., NUNES, J.M.C. & AMADO FILHO, G.M. 2004. Algas marinhas bentônicas do sub-litoral das formações recifais da Baía de Todos os Santos, BA – 1. Novas Ocorrências. Hoehnea 31(3):321-330.
- BØRGESEN, F. 1915. The marine algae of the Danish West Indies 3. Dansk Bot. Ark. 3(1):1-80.
- BØRGESEN, F. 1952. Some marine algae from Mauritius. Additions to the parts previously published. IV. Biol. Meddel. Kongel. Danske Vidensk. Selsk. 18(19):72.
- BUCHER, K.E. & NORRIS, J.N. 1995. Marine algae to the Lesser Antilles, including *Mazoyerella kraftii* sp. nov. (Ceramiales, Rhodophyta). Caribbean J. Sci. 31:1-24.
- CORDEIRO-MARINO, M. 1978. Rodofíceas bentônicas marinhas do Estado de Santa Catarina. Rickia 7 (supl.):1-243.

- DIXON, P.S. & PRICE, J.H. 1981. The genus *Callithamnion* (Rhodophyta: Ceramiaceae) in the British Isles. *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Bot.* 9(2):99-141.
- FELDMANN, J. & HAMEL, G. 1934. Observations sur quelques Gelidiacées. *Rev. Gén. Bot.* 46:528-550.
- FELDMANN-MAZOYER, G. 1938. Un nouveau genre de Céramiacée: *Callithamniella*. *Bull. des travaux publiés para la Stat. d'Aquiculture et de Pêchs de Castiglione*. Ann. 91-102.
- FIGUEIREDO, M.A. & STENECK, R.S. 2002. Floristic and ecological studies of crustose coralline algae on Brazil's Abrolhos reefs. In *Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium, Bali*, p. 493-498.
- FUJII, M.T. 1998. Estudos morfológicos, quimiotaxonômicos e citogenéticos em quatro espécies selecionadas de *Laurencia* (Ceramiaceae, Rhodophyta) do litoral brasileiro. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 176 p.
- GUIRY, M.D. & GUIRY, G.M. 2007. AlgaeBase version 4.2. World-wide electronic publication. <http://www.algaebase.com>. (último acesso em 10 julho 2007).
- GUIRY, M.D. & WOMERSLEY, H.B.S. 1992. *Gelidiella minima* sp. nov. (Rhodophyta) from Victoria, Australia: implications for the generic classification of the Gelidiaceae. *Brit. Phycol. J.* 27(1):165-176.
- GANZON-FORTES, E.T. 1994. *Gelidiella*. In: Akatsuka, I. (ed.). *Biology of Economic algae*. SPB Academic Publishing, Netherlands.
- HORTA, P.A., AMANCIO, E., COIMBRA, C.S. & OLIVEIRA, E.C. 2001. Considerações sobre a distribuição e origem da flora de macroalgas marinhas brasileiras. *Hoehnea* 28(3):243-265.
- HOWE, M.A. 1918. On some fossil and recent Lithothamninae of the Panama Canal Zone. *US Nat. Mus. Bull.* 1(1): 1-13.
- HOWE, M.A. 1920. Algae. In Britton, N.L. & Millspaugh, C.F. *The Bahama Flora*. Publ. by the Authors, p. 553-618.
- HOWE, M.A. & TAYLOR, W.R. 1931. Notes on some new or little-known marine algal from Brazil. *Brittonia* 1(1):7-33.
- JOLY, A.B. 1957. Contribuição ao conhecimento da flora ficológica marinha da Baía de Santos e arredores. *Bol. Bot. Univ. São Paulo* 14 (305):196 + XIX pr.
- JOLY, A.B. 1965. Flora marinha do litoral norte do Estado de São Paulo e regiões circunvizinhas. *Bol. Bot. Univ. São Paulo* 21(294):393.
- JOLY, A.B., OLIVEIRA FILHO, E.C., & NARCHI, W. 1969. Projeto de criação de um Parque Nacional Marinho na Região de Abrolhos, Bahia. *Anais Acad. Brasil. Ci. (supl.)* 41:247-251.
- KRAFT, G.T. & ABBOTT, I.A. 1998. *Gelidiella womersleyana* (Gelidiales, Rhodophyta), a diminute new species from Hawaiian Islands. *Bot. Mar.* 41(1):51-61.
- L'HARDY-HALOS, M.T.H. & MAGSS, C.A. 1991. A novel life history in *Aglaothamnion diaphanum* sp. nov. (Ceramiaceae, Rhodophyta) from Brittany and the British Isles. *Phycologia* 30(3):467-479.
- L'HARDY-HALOS, M.T. & RUENESS, J. 1990. Comparative morphology and crossability of related species *Aglaothamnion* (Rhodophyta). *Phycologia* 29(3):351-366.
- LUCIO, A.M. & NUNES, J.M.C. 2002. Aportación al conocimiento fenológico de las rodofíceas marinas de la playa de Guarajuba (Camaçari, Bahia) Brasil. *Bot. Complut.* 26:17-34.
- LYRA, G.M., SANTOS, A.C.C. & NUNES, J.M.C. 2007. Rodofíceas bentônicas das praias da Concha e Engenhoca, Município de Itacaré - Bahia, Brasil. *Acta Bot. Malacit.* 32:234-240.
- MAGGS, C.A. & GUIRY, M.D. 1987. *Gelidiella calcicola* sp. nov. (Rhodophyta) from the British Isles and Northern France. *Brit. Phycol. J.* 22(3):417-343.
- NORRIS, R.E. 1987. The systematic position of *Gelidiopsis* and *Ceratodictyon* (Gigartinales, Rhodophyceae), genera new to South Africa. *S. African J. Bot.* 53(2):239-246.
- NUNES, J.M.C. 1997. Hypneaceae, Rhodymeniaceae, Ceramiaceae e Rhodomelaceae (Rhodophyta) das praias de Placafor e Itapoã, Município de Salvador, Bahia, Brasil. *Biotemas* 10 (2):61-75.
- NUNES, J.M.C. 1998. Rodofíceas marinhas bentônicas da orla oceânica de Salvador, Estado da Bahia, Brasil. *Ínsula* 27(1):27-37.
- NUNES, J.M.C. 2005a. Rodofíceas marinhas bentônicas do estado da Bahia, Bahia. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 410 p.
- NUNES, J.M.C. 2005b. A família Liagoraceae (Rhodophyta, Nemaliales) no estado da Bahia, Brasil. *Hohenaea* 31(4):429-444.
- NUNES, J.M.C. 2007. Duas espécies de *Rhodymenia* (Rhodophyta, Rhodymeniaceae) no estado da Bahia, Brasil. *Acta Bot. Malacit.* 32:228-232.
- NUNES, J.M.C., GUIMARÃES, S.M.P.B., DONNANGELO, A., FARIAS, J. & HORTA, P.A. 2008. Aspectos taxonômicos de três espécies de coralíneas não geniculadas do litoral do estado da Bahia, Brasil. *Rodriguésia* 59(1):75-86.
- OLIVEIRA FILHO, E.C. 1969. Algas marinhas do sul do Estado do Espírito Santo (Brasil). I. Ceramiaceae. *Bol. Bot. Univ. São Paulo* 343(26):1-277.
- OLIVEIRA FILHO, E.C. 1977. Algas Marinhas Bentônicas do Brasil. Tese de Livre-Docência, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SANSÓN, M. 1994. Notes on Ceramiaceae (Rhodophyta) from the Canary Islands: New Records and observations on morphology and geographical distribution. *Bot. Mar.* 37(3):347-356.
- SANTELCES, B. 2004. *Parviphycus*, a new genus in the Gelidiellaceae (Gelidiales, Rhodophyta). *Cryptogamie Algol.* 25(3):313-326.
- SCHNEIDER, C.W. 1983. The red algal genus *Audouinella* Bory (Nemaliales: Acrochaetiaceae) from North Carolina. *Smithsonian Contr. Mar. Sci.* 22(1):1-25.
- SCHNEIDER, C.W. 1984. Studies on *Antithamnionella*, *Callithamniella* and *Calloseris* (Rhodophyta, Ceramiaceae) from North Carolina, USA. *Phycologia* 23(4):455-464.
- SCHNEIDER, C.W. & SEARLES, R.B. 1991. Seaweeds of the southeastern United States: Cape Hatteras to Cape Canaveral. Duke University Press.
- SCHNEIDER, C.W. & SEARLES, R.B. 1997. Notes on the marine algae of the Bermudas. 2. some Rhodophyta. Including *Polysiphonia tongatensis* and discussion of the *Herposiphonia secunda/tenella* complex. *Cryptog. Algol.* (2):187-210.
- STEGENGA, H. & VROMAN, M. 1987. Notes on some Ceramiaceae (Rhodophyta) from Curaçao, especially those from the exposed northeast coast. *Blumea* 32(3):397-426.
- TAYLOR, W.M.R. 1960. Marine Algae of the Eastern Tropical and Subtropical Coasts of the Americas. Michigan Press, Michigan.
- WITTMANN, W. 1965. Aceto-iron-haematoxylin-chloral hydrate for chromosome staining. *Stain Technology* 40(1):161-164.
- WOELKERLING, W.J. 1971. Morphology and taxonomy the *Audouinella* complex (Rhodophyta) in Southern Australia. *Austral. J. Bot., Suppl. Ser.* 1:1-91.
- WOMERSLEY, H.B.S. 1998. The marine benthic flora of southern Australia. Rhodophyta - Part IIIC, Ceramiaceae - Ceramiaceae, Dasyaceae. State Herbarium of South Australia, Adelaide, 535 p.
- WYNNE, M.J. 1995. Benthic marine algae from the Seychelles collected during the R/V *Te Vega* Indian Ocean expedition. *Contr. Univ. Michigan Herb.* 20(2):261-346.
- WYNNE, M.J. 2005. A checklist of the benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: second revision. *Beih. Nova Hedwigia* 129:1-155.
- WYNNE, M.J. & BALLANTINE, D.L. 1985. Notes on the marine algae of Puerto Rico. IV. The taxonomic placement of *Grallatoria* (Ceramiaceae, Rhodophyta). *Cryptog. Algol.* 4(4):219-229.
- YONESHIGUE, Y. 1985. Taxonomie et ecologie des algues marines dans la region de Cabo Frio (Rio de Janeiro, Bresil). Tese de Doutorado, Université D'Aix-Marseille, França.

Recebido em 01/08/07

Versão Reformulada recebida em 11/11/08

Publicado em 28/11/08

Birds foraging for fruits and insects in shrubby restinga vegetation, southeastern Brazil

Verônica Souza da Mota Gomes^{1,3,4}, Bette A. Loiselle² & Maria Alice S. Alves³

¹Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Ilha do Fundão, CCS, Bloco A, Sala A1 008,

CP 68020, CEP 21941-590, Rio de Janeiro, RJ, Brazil, www.ufrj.br

²Department of Biology, 8001, Natural Bridge Road, University of Missouri, St. Louis, St. Louis, MO 63121-4499, USA, www.umsi.edu

³Departamento de Ecologia, IBRAG, Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, Rua São Francisco Xavier, 524, Maracanã, CEP 20550-011, Rio de Janeiro, RJ, Brazil, e-mail: masaal@globo.com, www.uerj.br

⁴Corresponding author: Verônica Souza da Mota Gomes, e-mail: vsmgomes@yahoo.com.br

GOMES, V.S.M., LOISELLE, B.A. & ALVES, M.A.S. 2008. **Birds foraging for fruits and insects in shrubby restinga vegetation, southeastern Brazil**. *Biota Neotrop.* 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/en/abstract?article+bn00208042008>.

Abstract: Understanding how birds use vegetation to obtain food resources has implications for habitat conservation and management. Restinga is a poorly known and threatened tropical habitat, associated to the Atlantic forest, that could benefit from this kind of information to know which plants can be used and dispersed by birds that can help on the maintenance of this habitat. Frugivorous and insectivorous birds are important components of tropical ecosystems, such as restinga. To provide more information regarding the ecology of restinga, we studied the feeding behavior and spatial use of this vegetation by birds at Restinga de Jurubatiba National Park, southeastern Brazil. We found that feeding behavior was similar to that recorded for the same species in other vegetation types. In addition, spatial use of the restinga vegetation by the most abundant species did not overlap greatly, except for two insectivorous species that used different foraging maneuvers and two frugivorous birds that foraged in flocks. The two most abundant species were generalists in their diet and were capable of feeding at the ground level on sand substrate.

Keywords: Atlantic forest, behavior, diet, *Mimus gilvus*, *Zonotrichia capensis*.

GOMES, V.S.M., LOISELLE, B.A. & ALVES, M.A.S. 2008. **Forrageamento de aves por frutos e insetos em restinga arbustiva, sudeste do Brasil**. *Biota Neotrop.* 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/pt/abstract?article+bn00208042008>.

Resumo: O conhecimento das estratégias de uso da vegetação pela fauna para forrageio tem implicações para conservação e manejo de habitats. Restinga é um ambiente tropical, associado à Mata Atlântica, ameaçado e ainda pouco conhecido que poderia se beneficiar desse tipo de informação para conhecer quais espécies de plantas podem ser utilizadas e dispersas por aves que atuam na manutenção deste habitat. Aves frugívoras e insetívoras são importantes componentes de ecossistemas tropicais, como a restinga. Para fornecer mais informações sobre a ecologia da restinga, nós estudamos o comportamento de forrageio e o uso do espaço das aves no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, sudeste do Brasil. Nós encontramos que os comportamentos de forrageio foram similares àqueles registrados para as mesmas espécies em outros ambientes. Além disso, o uso do espaço da vegetação de restinga pelas espécies mais abundantes não apresentou grande sobreposição, exceto por duas espécies insetívoras que usaram manobras de forrageio diferentes e duas aves frugívoras que forragearam em bando. As duas espécies mais abundantes foram generalistas em suas dietas e foram capazes de forragear no chão sobre areia nua.

Palavras-chave: Mata Atlântica, comportamento, dieta, *Mimus gilvus*, *Zonotrichia capensis*.

Introduction

Foraging ecology of birds often is limited by foliage structure, plant height and life forms and, therefore, plant community composition influences the ecology and composition of bird communities (Robinson & Holmes 1982, 1984, Holmes & Recher 1986, Parker 1986, Whelan 2001, Hasui et al. 2007). Furthermore, some birds forage preferentially on certain plant species (e.g., Parker 1986, Warburton et al. 1992), such as conifer trees of economic importance (Airola & Barrett 1985). Birds also are known to forage at different heights in the same plant species as shown by the classic work of MacArthur (1958) and others (Holmes et al. 1979, Parker 1986). This pattern corroborates the idea that closely-related species that co-occur rarely use the same habitat in the same way, avoiding competition for limited resources (Wiens 1989). Past and present selection, therefore, influences the ecology of interactions within any vegetation type, as well as the strength of those interactions. Some changes in vegetation structure and composition caused by deforestation may disrupt those interactions and change bird community composition (Canterbury et al. 2000, Gabbe et al. 2002, Sekercioglu 2002). Therefore, understanding how birds specifically use vegetation and individual plant species to obtain food resources likely has implications for habitat conservation and management, pointing out important plant species or structures that could be chosen for habitat restoration, which could attract seed dispersers to the area (Meli 2003), resulting in acceleration of forest succession (McClanahan & Wolfe 1993).

Frugivorous birds are important components of ecosystems, as they influence plant regeneration through seed dispersal (Stiles 1992, Gorchov et al. 1993, Pizo 1997, Howe & Miriti 2000, Bleher & Bohning-Gaese 2001). However, foraging behavior of birds may influence their effectiveness as dispersers (Sorensen 1984, Schupp 1993, Witmer & Van Soest 1998). Similarly, insectivorous birds are important components of ecosystems as they may control populations of insect herbivores on certain plant species (Van Ball et al. 2003); their preferences for some foraging microhabitats generally determine what species or type of prey are eaten (Wolda 1990).

Restinga is a coastal Brazilian ecosystem that is geologically recent and relatively poor in the number of endemic species; flora and fauna of restinga are typical of the Atlantic forest (Rizzini 1979, Lacerda et al. 1993, Cerqueira 2000, Reis & Gonzaga 2000, Alves et al. 2004). However, there is little ecological information on restinga birds to confirm whether they have similar habits to other tropical ecosystems, including other vegetation types within the Atlantic forest region (but see Novaes 1950, Venturini et al. 1996, Castiglioni 1998, Argel-de-Oliveira 1999, Scherer et al. 2007). The seasonal presence of non-breeding birds (Gonzaga et al. 2000, Alves et al. 2004) and the great threat to restinga from farmers and construction of second homes along the beach (Lacerda et al. 1993) highlight the importance of ecological studies that may inform conservation measures. Furthermore, marginal habitats to the Atlantic forest as restingas are often neglected in conservation strategies (Scarano 2002).

The main goal of the present study is to examine spatial use of restinga vegetation by the most common terrestrial birds when foraging on fruits and/or arthropods. In addition, we present information on general foraging ecology of 37 other bird species that also feed on fruits and arthropods in restinga. By indicating what plants birds prefer to forage on and how they partition space during foraging, we expect to contribute to support conservation of restinga vegetation.

Material and Methods

Data were collected in the Restinga de Jurubatiba National Park (22° 17' S and 41° 41' W), created in 1998 in Macaé, on the north

shore of Rio de Janeiro State. This region is a holocenic sandy plain covered by a mosaic of plant communities called restinga. The landscape is also marked by the presence of many coastal lakes with various salinity levels. Climate is characterized by a wet season between October and April and a drier season between May and September. Mean annual rainfall is 1200 mm and temperature 22.6° C. The dominant plant formation is the Open *Clusia* Formation, formed by patches of vegetation that cover 20 to 48% of the soil and reach 5 m high, with few small plants in between. The Park also includes forest formations, Ericaceae Shrub Formation and other formations with smaller plants, totaling ten plant communities (Henriques et al. 1986, Araujo et al. 1998, Pimentel 2002). The present study was developed in the Open *Clusia* Formation in two sites: next to "Lagoa Comprida" (22° 16' 41" S and 41° 39' 41" W) and approximately two kilometers to northeast from that site (22° 16' 13.2" S and 41° 38' 50.3" W).

Observations were made between 6:00 and 12:00 h and between 13:00 and 18:00 h, walking along three parallel transects in each site. Each trail was approximately 200 m long and 50 m distant from any other transect. We walked at a constant speed until a foraging bird was detected; the bird was followed until lost. During 100 h of observations, we recorded the following information: bird species (following Dunning 1989, Sick 1997, and museum collections for *Elaenia* spp.), plant species (when possible), foraging height, foraging position (relative to plant height), food item and foraging behavior (maneuver). Foraging maneuvers were characterized as one of nine types (adapted from Remsen & Robinson 1990), and then grouped into five categories: glean, on-perch maneuvers (reach, hang), sally (sally-strike, sally-pounce, sally-hover), ground maneuver (leap, lunge), and hawk. Food items considered were fruits and arthropods, and to determine predominance of one or the other in each species' diet, we considered the occurrence of those items in fecal samples and observations. Fecal samples were obtained from all birds captured, except for *Columbina* spp. (essentially seed-eaters), Trochilidae (essentially nectar-feeders) and nocturnal birds during 3640 net-hours (2.5 x 12 m; 36 mm mesh). Common names are as in Dunning (1989) and authors and years from CBRO (2007).

We determined the relative availability of plant species to evaluate the foraging sites available and used by birds. Shrubs and trees (with 2.5 cm DBH or greater) with 0.5 m or taller were sampled using the point-centered quarter method (Sylvestre & Rosa 2002). In each sample area, two transects separated by 40 m, with 25 points spaced at 10 m intervals were sampled; this resulted in a total of 400 plants sampled. At each sample point, we identified and measured the distance and circumference at 0.5 m height for the four plants closest to each point. We then calculated the Importance Value Index (IVI, Brower & Zar 1984) for each species, taking into account relative frequency (in 100 points), relative abundance and relative cover (basal area at 0.5 m high). Availability of each plant species was calculated as the total IVI for that species. From the available plants, 35% were identified only to morphospecies. We estimated the preference of bird species for each plant species using Jacobs' index:

$$D = (u - p) / (u + p - 2 up) \quad (1)$$

where:

u is proportion of that plant species used by the bird species, and p is proportion of plant species available (Jacobs 1974). Only the plant species used when foraging for arthropods were used in this analysis, as fruit consumption depends on variables other than plant availability (e.g., fruit size, fruit abundance, chemistry) and will be discussed elsewhere. From the species used by the birds, only five species were not identified.

Here we include in each statistical analysis only the bird species with at least five independent observations for each variable (height,

position, maneuver and plant species used to obtain arthropods or fruits), which we find to be the minimum to establish a pattern. This criterium resulted in five bird species studied in detail. To assure independent observations, only the first observation of sequential observations from an individual was used (Bell et al. 1990, Hejl et al. 1990). The main objective with these analyses was to draw a picture of the main foraging birds in restinga and indicate important plant species or structures. The classic discussion concerning competition between similar species is only approximated when comparing *Coryphospingus pileatus* (Wied) and *Zonotrichia capensis* (Müller) or *Camptostoma obsoletum* (Temminck) and *Elaenia flavogaster* (Thunberg), the most similar species with the minimum sample sizes.

To observe differences in the foraging heights, we built up notched Box Plots (Systat, 1990). To group bird species according to their maneuvers, plant species, and position on the plant, we used Bray-Curtis Ordination (BCO) (McCune & Mefford 1999), as it avoids grouping species together based on the presence of zeros in the data matrix (Beals 1984). Parameters used for these analyses followed McCune & Grace (2002).

Results

We recorded 1.53 individuals foraging per hour of observation. This low encounter rate reflects the difficulty in detecting foraging birds in this habitat. Although it is an open habitat, the vegetation patches often are dense and compact. From the bird species detected foraging, 71.4% were frugivorous (fruits consumed in at least one observation), while the remaining species consumed animals (mainly arthropods - insectivorous) (Table 1).

We recorded foraging observations from 162 individuals of 25 species. The most common foraging maneuver observed was gleaning from a perch (20 species), while sally maneuvers were used by 10 species (Table 1). Only two species foraged from the ground and five species used hawking maneuvers. When the five most commonly observed species were grouped by their feeding maneuvers, the first axis extracted 81.09% of the variation and the second 18.42%. *Mimus gilvus* (Vieillot) and *Zonotrichia capensis* clustered together in the ordination because they occasionally fed from the ground, although they used a variety of foraging maneuvers (Figure 1). In contrast, *Elaenia flavogaster*, which frequently sallied, separated from the others; while *Camptostoma obsoletum* and *Coryphospingus pileatus* grouped together due to a preference for gleaning.

When species were ordinated based on plant species used for foraging on arthropods, the first axis extracted 80.0% of the variation and the second axis extracted another 16.7%. *Camptostoma obsoletum* and *E. flavogaster* presented the greatest similarity in plant species used as foraging sites (Figure 2a and b). However, the ordination of birds in plant species space based on foraging for fruits (first axis with 89.25% and second with 10.72%) revealed that *Z. capensis* and *C. pileatus* were the species most similar to each other (Figure 2c and d).

Concerning foraging heights, *E. flavogaster* clearly preferred the highest heights, significantly differing from *C. pileatus*, *M. gilvus* and *Z. capensis* (no confidence interval overlap) (Figure 3). On the other extreme, *Z. capensis* preferred the lowest heights and differed also from *C. pileatus* and *M. gilvus*. *Camptostoma obsoletum* did not show a clear preference, not differing from the other four species.

Finally, the first axis of BCO for position extracted 87.7% and the second 11.6%. *Zonotrichia capensis* and *E. flavogaster* formed a group that preferred the upper part of the plants (from 50 to 99% of plant total height), while *M. gilvus* and *C. pileatus* used the top of plants and *C. obsoletum* did not show any preference (Figure 4).

Based on the results presented here, it was possible to establish the spatial arrangement of the five species while foraging (Figure 5). *Mimus gilvus* occasionally foraged on the ground, although it preferred to forage on the top of plants, both in tall and short plants. It used many different plant species during its foraging activity for arthropods and for fruits. *Elaenia flavogaster* used the upper part of the plants and foraged at the greatest heights, both when foraging for arthropods and for fruits. *Ocotea notata* was a plant frequently used by that species. *Camptostoma obsoletum* was not observed foraging for fruits and used all heights and vertical positions equally. Some plants used by this species as foraging sites were also used by *E. flavogaster* (Figure 5a). *Coryphospingus pileatus* did not show any preference for height, but preferred to forage in the canopy of plants. *Zonotrichia capensis* foraged at lower heights, but preferred the crown position. The latter two species presented some overlap while foraging for fruits in lower-level vegetation, but not for arthropods (Figure 5a and b).

Four of the five bird species studied preferred to forage on *Ocotea notata* (Nees) Mez disproportionate to its availability (Table 2). The preference of *C. obsoletum* for *Garcinia brasiliensis* Mart. was probably numerical, rather than biological, and related to the low abundance of this plant species. *Mimus gilvus*' preference for *Clusia hilariana* Schltdl. seems biological, as this plant was the second most available and was used considerably more than expected.

Discussion

Despite that restinga is an open habitat, with highly patchy vegetation and a harsh climate, bird species studied in detail were similar in their foraging ecologies to the same or closely-related species in tropical humid forests. The five most common species differed in height and plant species preferences, with little spatial overlap. Probably those characteristics are linked to their evolutionary histories in

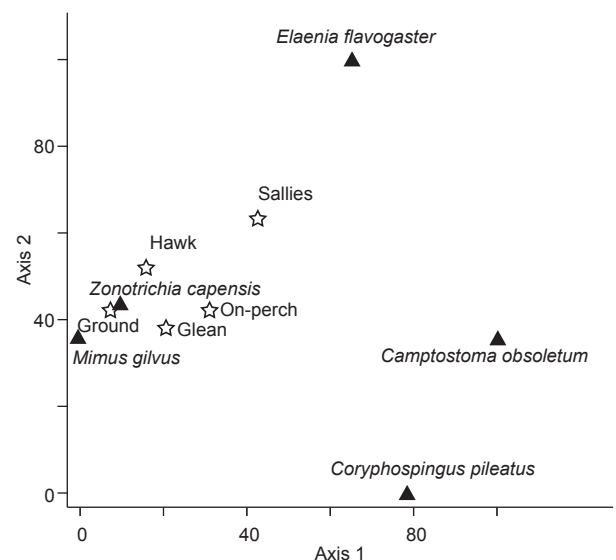


Figure 1. Bray-Curtis Ordination (BCO) of the studied species considering maneuvering, at Restinga de Jurubatiba, Rio de Janeiro State, Brazil. (Scores for the birds are triangles and for the variables are stars; for number of samples, see Table 1).

Figura 1. Ordenação de Bray-Curtis (BCO) das espécies estudadas considerando comportamento, na Restinga de Jurubatiba, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. (Posições das aves são triângulos e das variáveis são estrelas; para número de amostras, veja Tabela 1).

Table 1. Feeding data on the terrestrial birds observed foraging in Restinga de Jurubatiba, Rio de Janeiro State, southeastern Brazil.**Tabela 1.** Informações de alimentação das espécies de aves terrestres observadas forrageando na Restinga de Jurubatiba, Estado do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil.

Family	Species	Fecal or regurgitate samples			Observations		
		N	Art (%)	Fruits (%)	N	Art (%)	Fruits (%)
COLUMBIDAE	<i>Leptotila rufaxilla</i> (Richard & Bernard, 1792)	1	0	100	-	-	-
CUCULIDAE	<i>Coccyzus americanus</i> (Linnaeus, 1758)	1	100	100	1	100	-
	<i>Coccyzus melacoryphus</i> Vieillot, 1817	1	100	0	-	-	-
EMBERIZIDAE	<i>Cacicus haemorrhous</i> (Linnaeus, 1766)	2	50	100	-	-	-
	<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	2	100	0	1	-	100
	<i>Coryphospingus pileatus</i> (Wied, 1821)	11	100	64	9	33	67
	<i>Cyanerpes cyaneus</i> (Linnaeus, 1766)	5	20	100	2	-	100
	<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	14	7	100	6	17	83
	<i>Nemosia pileata</i> (Boddaert, 1783)	2	100	0	1	-	100
	<i>Ramphocelus bresilius</i> (Linnaeus, 1766)	1	100	100	-	-	-
	<i>Schistochlamys ruficapillus</i> (Vieillot, 1817)	-	-	-	2	50	50
	<i>Tachyphonus coronatus</i> (Vieillot, 1822)	6	67	50	-	-	-
	<i>Tangara peruviana</i> (Desmarest, 1806)	19	11	95	6	33	67
	<i>Thraupis sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	3	33	100	1	-	100
	<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	-	-	-	2	50	50
	<i>Zonotrichia capensis</i> (Statius Muller, 1776)	37	84	54	33	58	27
MIMIDAE	<i>Mimus gilvus</i> (Vieillot, 1807)	35	43	80	37	35	65
	<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	-	-	-	2	-	100
MUSCICAPIDAE	<i>Platycichla flavipes</i> (Vieillot, 1818)	19	5	95	-	-	-
	<i>Turdus albicollis</i> Vieillot, 1818	1	0	100	-	-	-
	<i>Turdus amaurochalinus</i> Cabanis, 1850	77	25	88	6	-	100
PICIDAE	<i>Celeus flavescens</i> (Gmelin, 1788)	1	0	100	-	-	-
	<i>Picumnus cirratus</i> Temminck, 1825	6	100	17	-	-	-
THAMNOPHILIDAE	<i>Formicivora rufa</i> (Wied, 1831)	7	100	0	6	100	-
TROGLODYTIDAE	<i>Troglodytes aedon</i> Vieillot, 1809	6	100	0	-	-	-
TYRANNIDAE	<i>Campostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	7	100	0	14	100	-
	<i>Elaenia albiceps</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	1	0	100	-	-	-
	<i>Elaenia chiriquensis</i> Lawrence, 1865	14	7	93	-	-	-
	<i>Elaenia cristata</i> Pelzeln, 1868	2	100	100	-	-	-
	<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	30	27	90	8	63	38
	<i>Elaenia obscura</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	1	0	100	-	-	-
	<i>Myiarchus tyrannulus</i> (Statius Muller, 1776)	5	100	0	6	100	-
	<i>Myiodynastes maculatus</i> (Statius Muller, 1776)	1	100	0	-	-	-
	<i>Parula pitiayumi</i> (Vieillot, 1817)	-	-	-	3	100	-
	<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	1	0	100	3	-	100
	<i>Satrapa icterophrys</i> (Vieillot, 1818)	1	100	0	1	100	-
	<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	3	100	0	6	100	-
	<i>Tolmomyias flaviventris</i> (Wied, 1831)	3	100	0	-	-	-
	<i>Tolmomyias sulphurescens</i> (Spix, 1825)	-	-	-	1	-	100
	<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	4	75	50	4	100	-
VIREONIDAE	<i>Hylophilus toracicus</i> Temminck, 1822	1	100	0	-	-	-
	<i>Vireo chivi</i> (Linnaeus, 1766)	-	-	-	1	100	-
Total		42	331	-	162	-	-

Total number of events of ground foraging (glean on the ground does not appear in the table): *Mimus gilvus* = 2 and *Zonotrichia capensis* = 10.

Birds foraging in restinga

	Behavior										Height (m)			Position (% of plant height)		
	Glean	On-perch		Sallies			Ground		Hawk							
	Glean	Reach	Hang	Sally-strike	Sally-pounce	Sally-hover	Leap	Lunge	Hawk	0	]0-2]	]2-4]	]4-5	0-50]	]50-99	top
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-
6	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2	-	1	4	2
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	1
4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2	-	-	2	2
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	1	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	-	1	3	1
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	1
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
27	1	-	-	3	1	1	1	4	-	10	18	7	-	2	14	1
27	2	-	-	-	1	1	-	1	3	2	16	14	-	4	11	10
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	1
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	1	3	-	-	3	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	1	1	1
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1	-	-	2	1
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	4	3	-	3	3	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1	-	-	1	1	4	-	-	1	-	2	8	-	-	10	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	2	2	-	1	2	1
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-
1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	2	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1
-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	2	1
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	2	2	1	-	2	2
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

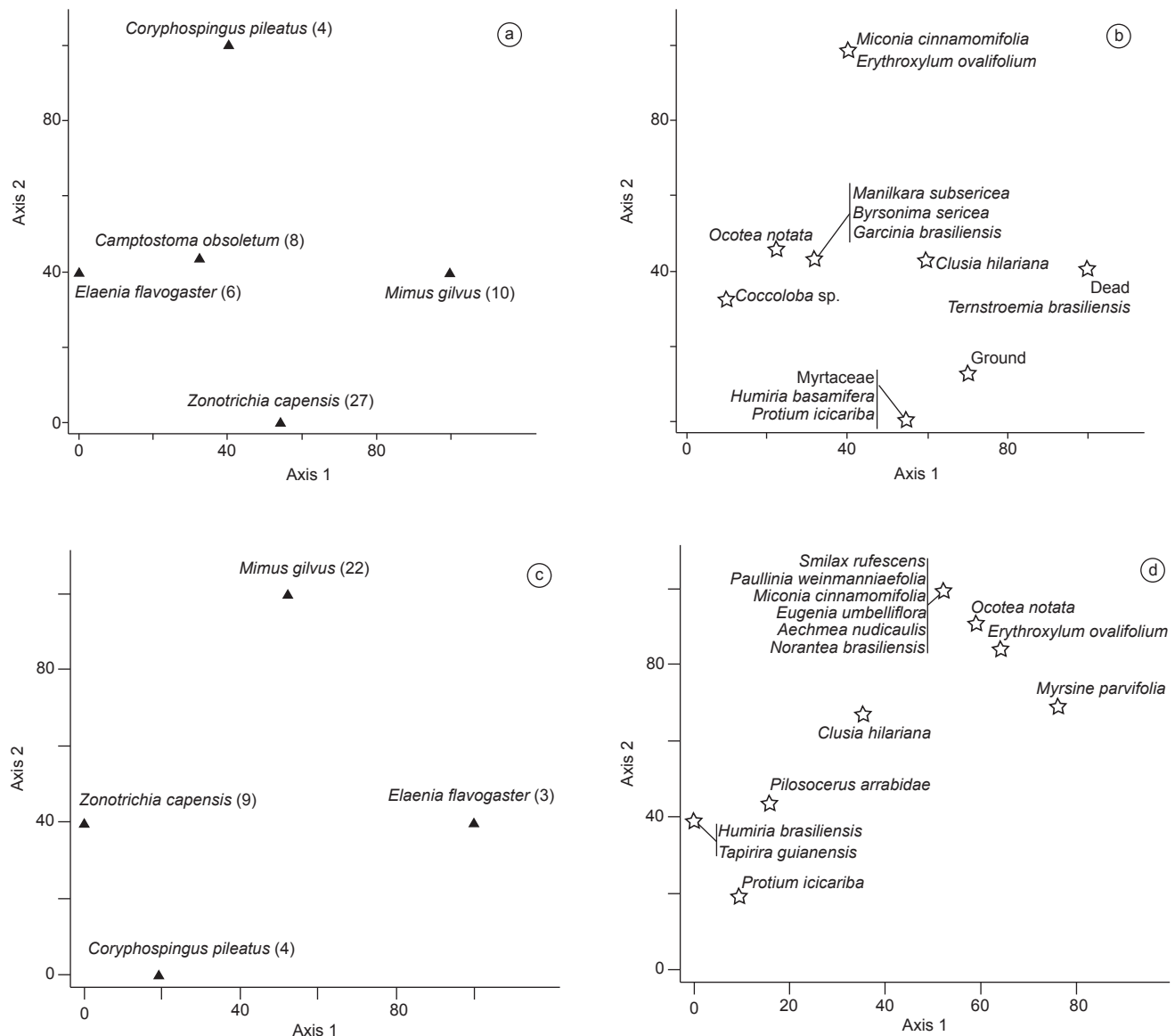


Figure 2. Bray-Curtis Ordination (BCO) of the studied species considering plant species used for foraging for arthropods (a-birds scores, b-plants scores), and plant species used for foraging for fruits (c-birds scores, d-plants scores) at Restinga de Jurubatiba, Rio de Janeiro State, Brazil. (Scores for the birds are triangles and for the variables are stars; in parenthesis, the number of independent samples for each species).

Figura 2. Ordenação de Bray-Curtis (BCO) das espécies estudadas considerando espécies utilizadas para forrageamento por artrópodos (a-posições das aves, b-posições das plantas) e espécies utilizadas para forrageamento por frutos (c-posições das aves, d-posições das plantas) na Restinga de Jurubatiba, estado do Rio de Janeiro, Brasil. (Posições das aves são triângulos e das variáveis são estrelas; em parênteses, o número de amostras independentes para cada espécie).

the tropical forest *sensu strictu*, and only those species with foraging strategies capable to allow survivorship in other habitats expanded their distributions to marginal habitats, such as restinga. This idea is corroborated by the fact that most species have their origin attributed to other habitats or biomes (Reis & Gonzaga 2000).

Most birds species studied were frugivorous at some level, including the non-breeding birds at the study site *Turdus amaurochalinus* Cabanis, *Platycichla flavipes* (Vieillot), *Tangara peruviana* (Desmarest), *Cyanerpes cyaneus* (Linnaeus) and *Elaenia albiceps* (d'Orbigny & Lafresnaye), *E. chiriquensis* Lawrence, *E. cristata* Pelzelin, *E. obscura* (d'Orbigny & Lafresnaye). Plants, therefore, are extremely important to that avifauna not only as foraging substrates, but also as direct sources of food. Frugivores have also been found

to be numerically important in lowland wet forests in Costa Rica (30% of the total avifauna), especially among migrants (2/3 of the species) (Blake & Loiselle 1992). Furthermore, the probability of finding fruits and not arthropods in the diet of migrant omnivorous birds may be greater during migration than in breeding sites, as many species tend to increase their consumption of fruits before and during migration (Wheelwright 1986, Martin et al. 1931 and Berthold 1976 apud Levey & Karasov 1989, Blake & Loiselle 1992).

The foraging maneuver mostly used by birds in restinga was glean, which was also found by Beissinger & Osborne (1982) and Volpato & Anjos (2001) in urban habitats and is presumably the maneuver that requires lower energy-expenditure (Remsen 1985). We found that ordination based on foraging maneuvers grouped

Birds foraging in restinga

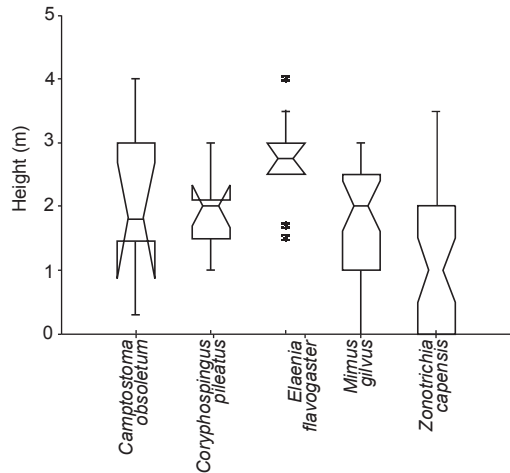


Figure 3. Box plots of foraging heights of the studied species at Restinga de Jurubatiba, Rio de Janeiro State, Brazil (internal horizontal line = median; whiskers = minimum and maximum values; box horizontal limits: inferior = 25% quartile, superior = 75% quartile; asterisks = outliers. Boxes are notched at the median and return to full width at the lower and upper 95% confidence limits of the median). (for number of samples, see Table 1).

Figura 3. Distribuição das alturas de forrageio das espécies estudadas na Restinga de Jurubatiba, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. (linha horizontal interna = mediana; traços horizontais = valores mínimos e máximos; limites horizontais das caixas: inferior = quartil de 25%, superior = quartil de 75%; asteriscos = outliers. As caixas são mais estreitas na mediana e retornam para a largura total nos limites de 95% de confiança inferior e superior da mediana). (para número de amostras, veja Tabela 1).

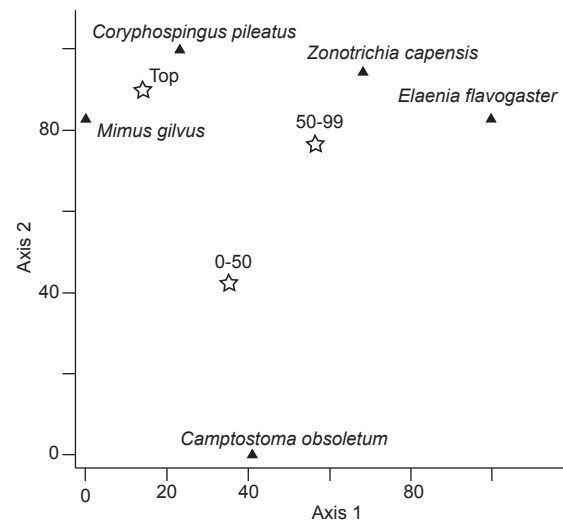


Figure 4. Bray-Curtis Ordination (BCO) of the studied species considering foraging positions (percent of plant height), at Restinga de Jurubatiba, Rio de Janeiro State, Brazil. (Scores for the birds are triangles and for the variables are stars; for number of samples, see Table 1).

Figura 4. Ordenação de Bray-Curtis (BCO) das espécies estudadas considerando posição de forrageio (percentagem da altura da planta), na Restinga de Jurubatiba, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. (Posições das aves são triângulos e das variáveis são estrelas; para número de amostras, veja Tabela 1).

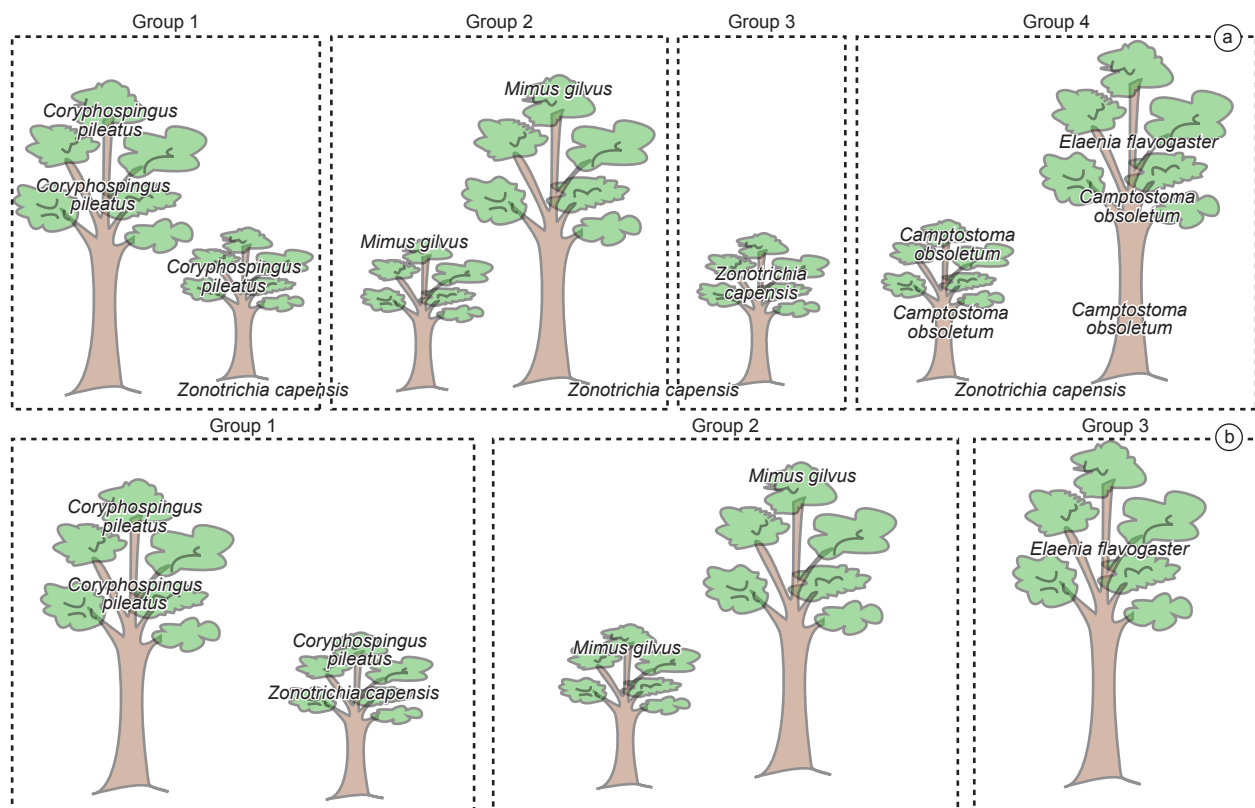


Figure 5. Spatial display of the studied birds when foraging for a) arthropods and for b) fruits, at Restinga de Jurubatiba, Rio de Janeiro State, Brazil. (Plant species most used are based on Figure 2, foraging heights on Figure 3 and positions on Figure 4; "Groups" represent groups of plant species).

Figura 5. Disposição espacial das espécies de aves estudadas durante o forrageio por a) artrópodos e por b) frutos, na Restinga de Jurubatiba, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. (espécies de plantas mais utilizadas estão baseadas na Figura 2, alturas de forrageio na Figura 3 e posições na Figura 4; "Groups" representam grupos de espécies de plantas).

Table 2. Plant species availability (IVI, see text) and preference (Jacobs' index, see text) by the most common terrestrial birds observed feeding for arthropods at Restinga de Jurubatiba, Rio de Janeiro State, southeastern Brazil (in bold, positive Jacob's index values. -1.0 indicates that birds were never observed foraging on this plant. - means no data).

Tabela 2. Disponibilidade de espécies de plantas (IVI, veja texto) e preferência (índice de Jacob, veja texto) pelas aves terrestres mais comumente observadas forrageando por artrópodos na Restinga de Jurubatiba, Estado do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil (em negrito, valores positivos do índice de Jacob. -1.0 indica que as aves nunca foram observadas forrageando nessa planta. - significa ausência de dados).

Plant Species	IVI	<i>Camptostoma obsoletum</i>	<i>Coryphospingus pileatus</i>	<i>Elaenia flavogaster</i>	<i>Mimus gilvus</i>	<i>Zonotrichia capensis</i>
<i>Andira</i> sp.	0.02	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	0.10	0.1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
<i>Clusia hilariana</i> Schtdl.	0.48	-0.5	-0.5	-0.6	0.5	-0.1
Dead	0.14	-1.0	-1.0	-1.0	-0.1	-1.0
<i>Erythroxylum ovalifolium</i> Peyr.	0.13	-1.0	0.4	-1.0	-1.0	-1.0
<i>Erythroxylum subsessile</i> (Mart.) O. E. Schulz	0.11	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
<i>Garcinia brasiliensis</i> Mart.	0.00	1.0	-	-	-	-
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	0.03	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
<i>Humiria balsamifera</i> (Aubl.) A. St.-Hil.	0.07	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-0.1
<i>Manilkara subsericea</i> (Mart.) Dubard	0.08	0.3	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
<i>Maytenus obtusifolia</i> Mart.	0.01	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	0.12	-1.0	0.4	-1.0	-1.0	-1.0
<i>Myrsine parvifolia</i> A. DC	0.18	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Myrtaceae	0.41	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-0.7
<i>Ocotea notata</i> (Nees) Mez	0.16	0.5	0.3	0.8	-1.0	0.4
<i>Ouratea cuspidata</i> (A. St.-Hil.) Engl.	0.08	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
<i>Paullinia weinmanniaefolia</i> Mart.	0.02	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
<i>Protium icariba</i> (DC.) Marchand	0.61	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-0.9
<i>Ternstroemia brasiliensis</i> Cambess.	0.05	-1.0	-1.0	-1.0	0.4	-1.0
<i>Tibouchina</i> sp.	0.05	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
<i>Tocoyena bullata</i> Mart.	0.06	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
<i>Xylopia ochrantha</i> Mart.	0.09	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Sample size	400	8	4	6	10	27

species in accordance to the literature as Tyrannidae (*E. flavogaster* and *C. obsoletum*) generally use their wings (hawk and sallies) and Emberizinae (*C. pileatus* and *Z. capensis*) glean from perches (Moermond & Denslow 1985, Moermond et al. 1986). *Mimus gilvus*, however, also used winged maneuvers to forage, as well as foraged from the ground; this species was positioned with *Z. capensis* in the ordination. Tyrants were investigated in greater detail in other works: *Camptostoma* spp. used only gleaning maneuvers (Fitzpatrick 1980), although *C. obsoletum* used glean and sally-strike in the same proportions (Gabriel & Pizo 2005), and *Elaenia* spp used only sallies (Fitzpatrick 1980, Cintra 1997, Gabriel & Pizo 2005). Those behaviors seem to be conservative for the species, independently of habitat, being forest edges or shrubby vegetations, as in restinga. Likely, species that frequently hawk are limited to open habitats. All of the tyrants studied here (see Table 1) are typical of open habitats (Sick 1997) and they were recorded more frequently in shrubby restinga than in restinga forest at the study site (Gomes 2006). Those species, when recorded in the forest, were perched in or foraging from the forest canopy. Cintra (1997) studied the foraging behavior of tyrants in forest and field in the Amazon, and from the species that occurred in both habitats, their behaviors were conservative. In fact, the tallest trees (2 to 4 m; mainly *Ocotea notata*) seemed to be important especially for *E. flavogaster* and other tyrants. This

species, in particular, was usually observed in pairs in the canopy, from where one of the individuals left and returned to meet the other after foraging (pers. obs.). The preference of tyrants for tall trees had already been shown by Cintra (1997) and it is related to their aerial maneuvering (Fitzpatrick 1980).

In contrast, *Z. capensis* and *M. gilvus* were the only species capable of frequent ground-foraging during the study, although the latter preferred greater heights. *Mimus saturninus* (Lichtenstein) was observed feeding on unpaved and paved grounds in a university campus of southern Brazil (Volpato & Anjos 2001); *Mimus polyglottos* (Linnaeus) also frequently foraged on the ground in North America (Breitwisch et al. 1987). *Zonotrichia capensis* is also known to forage on the ground (Sick 1997). Half of the species and individuals of resident birds of a desert shrubland in North America foraged on the ground (Parker 1986), which was attributed to a dominance of food-generalist species in a highly unpredictable habitat. In the restinga studied in the present work, precipitation is not totally unpredictable, but may be scarce in the middle of the year. Furthermore, although arthropods and fruits fluctuate in abundance, there is no season of scarcity of those resources (Monteiro & Macedo 2000, Gomes 2006). Foraging on the ground, birds likely encounter different arthropod prey than that found on plant surfaces (data not shown). Besides being generalists in feeding maneuvers, those species have a generalist diet

(Sick 1997, Gomes 2006). Generalist foraging strategies may have resulted in greater population abundances; they were among the five most abundant resident birds both in mist-netting and observations during two years of sampling (Alves et al. 2004).

In general, bird species did not overlap much while foraging, although some plants used by *C. obsoletum* to forage for arthropods coincided with those used by *E. flavogaster*. However, the latter species used mostly sallies and the former mostly glean, which likely resulted in each species foraging in different microhabitats of the same plant. In fact, three of the items observed to be consumed by *C. obsoletum* were Homoptera that formed a white layer on the lower surface of the leaves of *C. hilariana* and *Manilkara subsericea* (Mart.) Dubard; in contrast, *E. flavogaster* was never seen consuming Homoptera.

Coryphospingus pileatus and *Z. capensis* also overlapped in shorter vegetation while feeding on fruits. Indeed, both species were occasionally observed foraging for fruits in mixed flocks, while on other occasions, *Z. capensis* captured ants on the ground. This last species is known to forage in mixed flocks (Machado 1999). The fact that fruits of a given species are ephemeral and patchy may explain flocking in birds, which facilitates encountering such resources Saracco et al. (2004). Besides that, mixed flocks also take advantage of a greater vigilance against predators (Powell 1985), which in an open habitat as the shrubby restinga may be critical. This seems to be the case for the cerrado (Tubelis et al. 2006, Alves & Cavalcanti 1996), a Brazilian biome that also has open vegetation.

Birds' preference for *O. notata* may, in part, be related to the architecture of this tree, which provided a better visibility of the foraging birds to the observer than other species did (pers. obs.). On the other hand, *M. gilvus* probably preferred to forage on *C. hilariana* for arthropods probably because it is a tall tree, from where this bird may defend its territory and also obtain some fruit when possible (pers. obs.). Such apparent plant preferences for *O. notata* and *C. hilariana*, may simply reflect that they were among the six species with the greatest importance values in a phytosociological study of the same plant formation (Araujo et al. 2004).

Although restinga is a marginal habitat in the Atlantic forest, frugivorous and insectivorous birds foraged similarly to other Neotropical habitats. Concerning birds and their foraging ecologies, it seems that Restinga de Jurubatiba preserves its ecological patterns, as indicated formerly by Rocha et al. (2003). The present work is further evidence of the importance of birds for conservation of this restinga vegetation structure and plant composition. Our main contribution to restoration measures in restinga were having pointed out that *Clusia* and *Ocotea* are important plants to attract bird species, which in turn, could disperse their seeds and other plant species' (Gomes et al. 2008), helping the successional process. Future studies should evaluate in more detail bird species behavior and habitat requirements, trying to unmask differences in fitness among forest and marginal habitats as restingas.

Acknowledgements

To the members of Laboratório de Ecologia de Aves, Departamento de Ecologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) (especially Alline Storni, Adriano Lagos, Vanessa C. Tomaz), Charles Ozanick, Francisco Mallet-Rodrigues, Karina Amaral, Davor Vrcibradic, Carlos Humberto Oliveira, Mariana Janiszewski, Ricardo Freitas, Barbara L. Ignacio and Renata P. N. Lima for helping in the field work. To Dorothy S. D. Araujo and Alexandre Quinet (*Ocotea*) for the identification of the plants. To Luiz Fábio Silveira and Érica Hasui for helping with *Elaenia* spp. identification at Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MUZUSP) and Marcos

Raposo for helping at Museu Nacional do Rio de Janeiro (MNRJ). To Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) and Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) for scholarships to V. S. M. Gomes. To Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), for the research grant awarded to M. A. S. Alves (process number 302718/03-6). To Idea Wild for the mist nets and to Instituto Biomas and UERJ for the vehicles used in the field. To Núcleo de Pesquisas de Macaé (NUPEM) for the logistic facilities. This work is a sub-project of Grupo de Vertebrados/PELD - site 5/CNPq. Birds were captured under the license number P029/03 (CEMAVE/IBAMA) and collection of specimens under the licenses number 106/2003 and 116/2004 (IBAMA/DIREC - PARNA Restinga de Jurubatiba), 056/2002 and 093/2004 (IBAMA/Fauna) and 163/2005 (IBAMA/Flora).

References

- AIROLA, D.A. & BARRETT, R.H. 1985. Foraging and habitat relationships of insect-gleaning birds in a Sierra Nevada mixed-conifer forest. *Condor* 87(2):205-216.
- ALVES, M.A.S. & CAVALCANTI, R.B. 1996. Sentinel behavior, seasonality and the structure of bird flocks in a Brazilian savanna. *Ornitologia Neotropical* 7(1):43-51.
- ALVES, M.A.S., STORNI, A., ALMEIDA, E.M., GOMES, V.S.M., OLIVEIRA, C.H.P., MARQUES, R.V. & VECCHI, M.B. 2004. A comunidade de aves na Restinga de Jurubatiba. In *Pesquisas ecológicas de longa duração na Restinga de Jurubatiba: Ecologia, História Natural e Conservação* (Rocha, C.F.D., Esteves, F.A. & Scarano, F. R., eds.). RiMa, São Carlos, p.199-214.
- ARAUJO, D.S.D., SCARANO, F.R., SÁ, C.F.C., KURTZ, B.C., ZALUAR, H.L.T., MONTEZUMA, R.C.M. & OLIVEIRA, R.C. 1998. Comunidades Vegetais do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. In *Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé* (F.A. Esteves, ed.). UFRJ, Rio de Janeiro, p. 39-62.
- ARAUJO, D.S.D., PEREIRA, M.C.A. & PIMENTEL, M.C.P. 2004. Flora e estrutura de comunidades na Restinga de Jurubatiba - Síntese dos conhecimentos com enfoque especial para a Formação Aberta de *Clusia*. In *Pesquisas ecológicas de longa duração na Restinga de Jurubatiba: Ecologia, História Natural e Conservação* (Rocha, C. F. D., Esteves, F. A., & Scarano, F. R., eds.). RiMa, São Carlos, p. 59-76.
- ARGEL-DE-OLIVEIRA, M.M. 1999. Frugivoria por aves em um fragmento de Floresta de Restinga no Estado do Espírito Santo, Brasil. Phd Thesis, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- BEALS, E. 1984. Bray-Curtis Ordination: An Effective Strategy for Analysis of Multivariate Ecological Data. *Adv. Ecol. Res.* 14:1-55.
- BELL, G.W., HEJL, S.J. & VERNER, J. 1990. Proportional use of substrates by foraging birds: model considerations on first sightings and subsequent observations. *Studies in Avian Biology* 13:161-165.
- BEISSINGER, S.R. & OSBORNE, D.R. 1982. Effects of urbanization on avian community organization. *Condor* 84(1):75-83.
- BLAKE, J.G. & LOISELLE, B.A. 1992. Fruits in the diets of neotropical migrant birds in Costa Rica. *Biotropica* 24(2):200-210.
- BLEHER, B. & BOHNING-GAESE, K. 2001. Consequences of frugivore diversity for seed dispersal, seedling establishment and the spatial pattern of seedlings and trees. *Oecologia* 129(3):385-394.
- BREITWISCH, R., DIAZ, M. & LEE, R. 1987. Foraging efficiencies and techniques of juvenile and adult northern mockingbirds (*Mimus polyglottos*). *Behaviour* 101(1-3):225-235.
- BROWER, J.E. & ZAR, J.H. 1984. Field & Laboratory methods for general ecology. Dubuque.
- CANTERBURY, G.E., MARTIN, T.E., PETIT, D.R., PETIT, L.J. & BRADFORD, D.F. 2000. Bird communities and habitat as ecological indicators of forest condition in regional monitoring. *Conserv. Biol.* 14(2):544-558.

- CASTIGLIONI, G.D.A. 1998. Biologia reprodutiva e organização social de *Ramphocelus bresilius* (Passeriformes: Emberizidae) na Restinga de Barra de Marica, Estado do Rio de Janeiro. Master thesis, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- CBRO [online] 2007. Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. <http://www.cbro.org.br/CBRO/index.htm> (último acesso em 26/12/2005).
- CERQUEIRA, R. 2000. Biogeografia das restingas. In Ecologia de restingas e lagoas costeiras (Esteves, F.A. & Lacerda, L.D. eds.). NUPEM/UFRJ, Rio de Janeiro, p.65-75.
- CINTRA, R. 1997. Spatial distribution and foraging tactics of tyrant flycatchers in two habitats in the Brazilian Amazon. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 32(1):17-27.
- DUNNING, J.S. 1989. South American Birds. A photographic aid to identification. Harrowood Books, Newton Square.
- FITZPATRICK, J. W. 1980. Foraging behavior of neotropical tyrant flycatchers. *Condor* 82(1):43-57.
- GABBE, A.P., ROBINSON, S.K. & BRAWN, J.D. 2002. Tree-species preferences of foraging insectivorous birds: implications for floodplain forest restoration. *Conserv. Biol.* 16(2):462-470.
- GABRIEL, V.A. & PIZO, M.A. 2005. Foraging behavior of tyrant flycatchers (Aves, Tyrannidae) in Brazil. *Revta bras. Zool.* 22(4):1072-1077.
- GOMES, V.S.M. 2006. Variação espacial e dieta de aves terrestres na Restinga de Jurubatiba. PhD Thesis, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- GOMES, V.S.M., CORREIA, M.C.R., LIMA, H.A. & ALVES, M.A. 2008. Potential role of frugivorous birds (Passeriformes) on seed dispersal of six plant species of a *restinga* habitat, southeastern Brazil. *Rev. biol. trop.* 56(1):205-216.
- GONZAGA, L.P., CASTIGLIONI, G.D.A. & REIS, H.B.R. 2000. Avifauna das restingas do Sudeste: estado do conhecimento e potencial para futuros estudos. In Ecologia de restingas e lagoas costeiras (Esteves, F.A. & Lacerda, L.D. eds.). NUPEM/UFRJ, Rio de Janeiro, p.151-163.
- GORCHOV, D.L., CORNEJO, F., ASCORRA, C. & JARAMILLO, M. 1993. The role of seed dispersal in the natural regeneration of rain Forest after strip-cutting in the Peruvian Amazon. *Vegetatio* 107/108:339-349.
- HASUI, E., GOMES, V.S.M. & SILVA, W.R. 2007. Effects of vegetation traits on habitat preferences of frugivorous birds in Atlantic Rain Forest. *Biotropica* 39(4):502-509.
- HEJL, S.J., VERNER, J. & BELL, G.W. 1990. Sequential versus initial observations in studies of avian foraging. *Studies in Avian Biology* 13:166-173.
- HENRIQUES, R.P.B., ARAUJO, D.S.D. & HAY, J.D. 1986. Descrição e classificação dos tipos de vegetação da restinga de Carapebus, Rio de Janeiro. *Rev. bras. Bot.* 9(2):173-189.
- HOLMES, R.T. & RECHER, H.F. 1986. Search tactics of insectivorous birds foraging in an Australian eucalypt forest. *Auk* 103(3):515-530.
- HOLMES, R.T., BONNEY Jr., R.E. & PACALA, S.W. 1979. Guild structure of the Hubbard Brook bird community: a multivariate approach. *Ecology* 60(3):512-520.
- HOWE, H.F. & MIRITI, M.N. 2000. No question: seed dispersal matters. *Trends Ecol. Evol.* 15(11):434-436.
- JACOBS, J. 1974. Quantitative measurement of food selection. *Oecologia* 14(4):413-417.
- LACERDA, L.D., ARAUJO, D.S.D. & MACIEL, N.C. 1993. Dry coastal ecosystems of the tropical Brazilian coast. In *Dry Coastal Ecosystems: Africa, America and Oceania* (van der Maarel, E., ed.). Elsevier, Amsterdam, p. 477-493.
- LEVEY, D. J. & KARASOV, W. H. 1989. Digestive responses of temperate birds switched to fruit or insect diets. *Auk* 106(4):675-686.
- MACARTHUR, R.H. 1958. Population ecology of some warblers of northeastern coniferous forest. *Ecology* 39(4):599-619.
- MACHADO, C.G. 1999. A composição dos bandos mistos de aves na Mata Atlântica da Serra de Paranapiacaba, no Sudeste Brasileiro. *Rev. Bras. Biol.* 59(1):75-85.
- MCCLANAHAN, T.R. & WOLFE, R.W. 1993. Accelerating forest succession in a fragmented landscape: the role of birds and perches. *Conserv. Biol.* 7(2):279-288.
- MCCUNE, B. & GRACE, J. B. 2002. Analysis of Ecological Communities. MjM Software Design, Gleneden Beach.
- MCCUNE, B. & MEFFORD, M.J. 1999. Multivariate Analysis of Ecological Data. PC-Ord. Version 4.10. MjM Software, Gleneden Beach.
- MELL, P. 2003. Restauración ecológica de bosques tropicales. Veinte años de investigación académica. *Interciencia* 28(10):581-589.
- MOERMOND, T.C. & DENSLOW, J.S. 1985. Neotropical avian frugivores: patterns of behaviour, morphology, and nutrition with consequences for food selection. *Ornithological Monographs* 36:865-897.
- MOERMOND, T.C., DENSLOW, J.S., LEVEY, D.J. & SANTANA C.E. 1986. The influence of morphology on fruit choice in neotropical birds. In *Frugivores and seed dispersal* (Estrada, A. & Fleming, T.H., eds.). Dr W Junk Publishers, Dordrecht, p. 137-146.
- MONTEIRO, R.F. & MACEDO, M.V. 2000. Flutuação populacional de insetos fitófagos em restinga. In Ecologia de restingas e lagoas costeiras (Esteves, F.A. & Lacerda, L.D., eds.) NUPEM/UFRJ, Rio de Janeiro, p.77-88.
- NOVAES, F.C. 1950. Sobre as aves de Sernambetiba, Distrito Federal, Brasil. *Rev. Bras. Biol. = Braz. J. Biol.* 10(2):199-208.
- PARKER, K.C. 1986. Partitioning of foraging space and nest sites in a desert shrubland bird community. *Am. Midl. Nat.* 115(2): 254-267.
- PIMENTEL, M. 2002. Variação espacial na estrutura de comunidades vegetais da Formação Aberta de Clusia no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ. PhD Thesis, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- PIZO, M.A. 1997. Seed dispersal and predation in two population of *Cabralea canjerana* (Meliaceae) in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. *J. Trop. Ecol.* 13(4):559-578.
- POWELL, G.V.N. 1985. Sociobiology and adaptive significance of heterospecific foraging in the Neotropics. *Ornithological Monographs* 36:713-732.
- REIS, H.B.R. & GONZAGA, L.P. 2000. Análise da distribuição geográfica das aves das restingas do Estado do Rio de Janeiro. In Ecologia de restingas e lagoas costeiras (Esteves, F.A. & Lacerda, L.D., eds.) NUPEM/UFRJ, Rio de Janeiro, p. 165-178.
- REMSEN Jr., J.V. 1985. Community organization and ecology of birds of high elevation humid forest of the Bolivian Andes. *Ornithological Monographs* 36:733-756.
- REMSEN, J.V. & ROBINSON, S.K. 1990. A classification scheme for foraging behavior of birds in terrestrial habitats. *Studies in Avian Biology* 13:144-160.
- RIZZINI, C.T. 1979. Tratado de fitogeografia do Brasil. Aspectos sociológicos e florísticos. vol. 2. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ROBINSON, S.K. & HOLMES, R.T. 1982. Foraging behavior of forest birds: the relationships among search tactics, diet, and habitat structure. *Ecology* 63(6):1918-1931.
- ROBINSON, S.K. & HOLMES, R.T. 1984. Effects of plant species and foliage structure on the foraging behavior of forest birds. *Auk* 101(4):672-684.
- ROCHA, C.F.D., BERGALLO, H.G., ALVES, M.A.S. & VANSLUYS, M. 2003. A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro e nas restingas da Mata Atlântica. RiMa, São Carlos.
- SARACCO, G.M., COLLAZO, J.A. & GROOM, M.J.. 2004. How do frugivores track resources? Insights from spatial analyses of bird foraging in a tropical forest. *Oecologia* 139(2):235-245.
- SCARANO, F.R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic Forest. *Ann. Botany* 90(4):517-524.
- SCHERER, A., MARASCHIN-SILVA, F. & BAPTISTA, L.R.M. 2007. Padrões de interações mutualísticas entre espécies arbóreas e aves frugívoras em uma comunidade de Restinga no Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil. *Acta bot. bras.* 21(1):203-212.

- SCHUPP, E.W. 1993. Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. *Vegetatio* 107/108:15-29.
- SEKERCIOGLU, C.H. 2002. Effects of forestry practices on vegetation structure and bird community of Kibale National Park, Uganda. *Biol. Conserv.* 107(2):229-240.
- SICK, H. 1997. *Ornitologia brasileira*. Nova Fronteira, Rio de Janeiro.
- SORENSEN, A.E. 1984. Nutrition, energy and passage time: experiments with fruit preference in European blackbirds (*Turdus merula*). *J. Anim. Ecol.* 53(2):545-557.
- STILES, E.W. 1992. Animals as seed dispersers. In *The ecology of regeneration in plant communities* (Fenner, M. ed.) CAB International, Wallingford, p. 87-104.
- SYLVESTRE, L.S. & ROSA, M.M.T. 2002. *Manual metodológico para estudos botânicos na Mata Atlântica*. Universidade Rural, Seropédica.
- SYSTAT 1990. SYSTAT 5.03 for windows. SYSTAT Inc, Evanston.
- TUBELIS, D.P., COWLING, A. & DONNELLY, C. 2006. Role of mixed-species flocks in the use of adjacent savannas by forest birds in the central Cerrado, Brazil. *Austral Ecol.* 31(1):38-45.
- VAN BALL, S.A., BRAWN, J.D. & ROBINSON, S.K. 2003. Birds defend trees from herbivores in a Neotropical forest canopy. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 100(14): 8304-8307.
- VENTURINI, A.C., OFRANTI, M.A.S., VAREJÃO, J.B.M. & PAZ, P.R. 1996. *Aves e mamíferos na restinga*. Governo do Estado do Espírito Santo, Vitória.
- VOLPATO, G.H. & ANJOS, L. 2001. Análise das estratégias de forrageamento das aves que se alimentam no solo na Universidade Estadual de Londrina, Estado do Paraná. *Ararajuba* 9(2):95-99.
- WARBURTON, B., KINGSFORD, S.J., LEWITT, D.W. & SPURR, E.B. 1992. Plant-species preferences of birds in Lowland Rimu (*Dacrydium cupressinum*) forest - implications for selective-logging. *New Zealand Journal Of Ecology* 16(2):119-126.
- WHEELWRIGHT, N.T. 1986. The diet of American Robins: an analysis of U.S. Biological Survey records. *Auk* 103(4):710-725.
- WHELAN, C.J. 2001. Foliage structure influences foraging of insectivorous forest birds: an experimental study. *Ecology* 82(1):219-231.
- WIENS, J.A. 1989. *The ecology of bird communities: Foundations and patterns*. Cambridge University, Cambridge.
- WITMER, M.C. & VAN SOEST, P.J. 1998. Contrasting digestive strategies of fruit-eating birds. *Funct. Ecol.* 12(5):728-741.
- WOLDA, H. 1990. Food availability for an Insectivore and how to measure it. *Studies in Avian Biology* 13:38-43.

Data Received 21/11/07

Revised 29/08/08

Accepted 01/10/08

Detection of areas of endemism on two spatial scales using Parsimony Analysis of Endemicity (PAE): the Neotropical region and the Atlantic Forest

Mário Sérgio Sigrist^{1,3,4} & Claudio José Barros de Carvalho²

¹Instituto Agronômico de Campinas – IAC,
Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Recursos Genéticos Vegetais,
Av. Theodureto de Almeida Camargo, 1500, Alameda 5, Vila Nova, CEP 13001-970, Campinas, SP, Brazil,
e-mail: mariosigrist@yahoo.com.br

²Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná – UFPR,
Jardim das Américas, CEP 81531-980, CP 19020, Curitiba, PR, Brazil,
e-mail: cjbcarva@ufpr.br, <http://zoo.bio.ufpr.br/diptera/diptera-c/index.html>

³Corresponding author: Mário Sérgio Sigrist, e-mail: mariosigrist@yahoo.com.br

⁴Complete article, including its appendix, is available with the corresponding author

SIGRIST, M.S. & CARVALHO, C.J.B. 2008. **Detection of areas of endemism on two spatial scales using Parsimony Analysis of Endemicity (PAE). the Neotropical region and the Atlantic Forest.** *Biota Neotrop.* 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/en/abstract?article+bn00308042008>.

Abstract: An important biological challenge today is the conservation of biodiversity. Biogeography, the study of the distribution patterns of organisms, is an important tool for this challenge. Endemism, the co-occurrence of several species unique to the same area, has important implications for the preservation of biodiversity, since many areas of endemism are also areas with large human impact. More rigorously defined, areas of endemism are historical units of distributional congruence of monophyletic taxa. These areas often assumed to be due to nonrandom historical events that favored conditions associated with high rates of speciation. Thus, understanding endemism and the delimitation of endemic areas has important implications for conservation. Today, most studies delimit areas of endemism by superimposing maps of distribution for various species. This approach suffers from arbitrary delimitations, however, when a great distributional data is used. In this paper we used the method of Parsimony Analysis of Endemicity (PAE) based on georeferenced quadrats in order to delimit areas of endemism. This modality of the method is important due to its testable nature and can also be used to infer area relationships. We applied the method to raw distributional data from 19 unrelated taxa to delimit general patterns of endemism in the Neotropical Region and in the Atlantic forest domain using different grid scales. Neotropical areas found are comprised over the Panama region, northern Andean region and the Atlantic forest. Atlantic forest showed a major division into two distinct components (northern x southern). Endemic areas delimited using smaller scale grids on the Atlantic forest should be considered for conservation priorities once they showed endemism at regional and local scales. The results were also compared to other studies using different taxa and methods. Finally, some considerations on the analysis scale and future perspectives of the method are presented.

Keywords: *historical biogeography, endemism, PAE, South America.*

SIGRIST, M.S. & CARVALHO, C.J.B. 2008. **Detecção de áreas de endemismo em duas escalas espaciais utilizando a Análise de Parcimônia de Endemismos: região Neotropical e Mata Atlântica.** *Biota Neotrop.* 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/pt/abstract?article+bn00308042008>.

Resumo: Um dos principais desafios para este século reside em impedir a perda de biodiversidade. A biogeografia é o campo das ciências biológicas que busca desvendar os padrões de distribuição dos organismos. Um conceito básico em biogeografia diz respeito à existência de áreas de endemismo, caracterizadas pela presença de espécies de distribuição restrita. Áreas de endemismo são definidas como unidades históricas de congruência distribucional entre dois ou mais táxons monofiléticos, provavelmente formadas por fatores históricos não aleatórios que definem condições específicas para elevadas taxas de especiação. Conseqüentemente, a delimitação de áreas de endemismo possui importantes implicações para a eficácia dos esforços conservacionistas. Até o momento, a maioria dos estudos tem delimitado estas áreas por meio da sobreposição de mapas de distribuição das espécies. Entretanto, esta abordagem pode acarretar delimitações arbitrárias quando analisado um amplo conjunto de dados distribucionais. No presente estudo foi utilizado método da Análise de Parcimônia de Endemismos (PAE) baseada em quadrículas georeferenciadas a fim delimitar áreas de endemismo. Este método é importante devido a sua natureza empiricamente testável, além da possibilidade de inferência dos relacionamentos históricos entre áreas endêmicas. O método foi aplicado aos dados distribucionais de 19 táxons não relacionados, de modo a definir os padrões gerais de endemismo na região de Neotropical e na Mata Atlântica utilizando diferentes tamanhos de quadrícula. Foram encontradas 13 áreas endêmicas Neotropicais, situadas sobre as regiões do Panamá, norte dos Andes e Mata Atlântica, sendo esta última composta por dois componentes distintos (Norte e Sul). As áreas de endemismo delimitadas na Mata Atlântica por meio de quadrículas menores devem ser consideradas prioritárias para conservação, uma vez que demonstraram endemismo tanto em escala regional quanto local. Os resultados foram comparados a outros estudos utilizando diferentes táxons e metodologias. Considerações gerais sobre escala de análise e perspectivas futuras são apresentadas.

Palavras-chave: *biogeografia histórica, endemismo, PAE, América do Sul.*

Introduction

Perhaps the most important biological challenge today is the conservation of biodiversity. As human populations increase, so does the need for natural resources and space for that growing population. For the conservation of biological diversity, therefore, we must first understand the distributions of organisms and how and why these organisms are geographically distributed as they are. Biogeography, the study of the distribution patterns of organisms, is an important tool for this challenge.

A scientific perspective on the non-random distribution of organisms was first debated in the early 19th century with the first biogeographical map published by Lamarck and Candolle (Ebach & Goujet 2006). This non-random distribution results in a tendency for biodiversity to be concentrated in particular areas and so areas of endemism are those areas that contain a number of unique species (endemic species).

Areas of endemism are important in biogeography for two important reasons: 1) they are the biogeographical unit of analysis and are fundamental for hypotheses about the history of geographical units and their biota; 2) They include many endemic species and so these areas should be given priority for conservation efforts (Silva et al. 2004). More rigorously defined, areas of endemism are historical units of distributional congruence of monophyletic taxa (Harold & Mooi 1994). An assumption of areas of endemism is that species in the area share a unique history and therefore have similar biogeographic relationships (Linder 2001). The theory of areas of endemism is well established (Morrone 1994, Lowenberg-Neto & Carvalho 2004), while in practice, defining these areas is difficult (Axelius 1991). To date, most studies delineate these areas by using species distribution maps, yet this approach suffers due to arbitrary delineations when large datasets are used.

Parsimony Analysis of Endemicity (PAE) was developed to resolve this difficulty. PAE is a parsimonious algorithm that analyses raw distribution matrices based on species occurrences in geographical quadrants (Morrone 1994). PAE has many advantages, an important one of which is testability when using large numbers of species distributions. This is very important for comparing studies of different taxa in different regions. Also, PAE can provide hypotheses of primary homology among areas of endemism that may be further tested by the methods of cladistic biogeography (Morrone 2005).

The Neotropical Biogeographical Region, from Mexico to southern South America, comprises tremendous taxonomic and habitat diversity and a complex geological history. This region includes four major subregions: Caribbean, Amazonian, Chaco and Paraná (Morrone 2006), all of them subdivided into smaller units (areas of endemism). The Paraná subregion is of particular interest because it includes the Brazilian Atlantic Forest, which is increasingly endangered due to anthropogenic activities. Thus, we need to move quickly and efficiently to identify the problems and work towards protection of this area.

Currently, most studies of distributional patterns have included single or few taxa. The first delineations of areas of endemism in the Neotropical Region were based on birds (Cracraft 1985, Silva 1995) and primates and flies (Amorim & Pires 1996). These studies, although not based on PAE, were important because were the first to address the biogeographical structure of the region.

PAE has been used in studies of anurans, lizards and primates (Ron 2000), small mammals from the Atlantic Forest (Costa et al. 2000), birds and primates in Amazonian Forests (Silva & Oren 1996) and turtles (Ippi & Flores 2001). These studies are congruent in that they suggest that areas of endemism in the Amazonian Forest are

spatially delimited by the main rivers, while the Atlantic Forest is divided into at least two areas of endemism.

While areas delimited for particular taxa may be extrapolated to other taxa, it is more sensible and efficient to include many unrelated taxa within the analysis. This approach may uncover general, wide scale patterns and the forces that favor areas of endemism, in contrast to particular patterns based only on a few groups. Here, based on several species of unrelated taxa, we use PAE to delimit areas of endemism in the Neotropical Region and in the Atlantic Forest of Brazil. We then compare these areas with those of previous studies and use these results to better understand endemism and the associated conservation problems.

Material and Methods

1. Distributional data

In this study, taxa were selected from published literature if they met three basic requirements: 1) Taxa were monophyletic; 2) The species distribution of the taxa was recently studied or reviewed; and 3) The distribution of the taxa was entirely within the region studied.

To accomplish requirement 1, preference was given to taxa with a consistent, species-level, phylogenetic hypothesis. However, some taxa here used still lack such hypothesis. In these cases, taxa were considered monophyletic based on evidences suggested in the references consulted. Requirement 2 was imposed to obtain the most complete distributional records known to date. Finally, requirement 3 assured that the distribution of the taxa considered was entirely within the region studied. This avoided the use of partial distributions and wrong interpretations of biogeographic homologies (Nihei 2006).

Here, we applied PAE to two distinct regions: Neotropical and Atlantic Forest. In the Neotropical region analysis, the previous requirements for taxa selection resulted in 19 taxa (Table 1) comprising 189 species and 10 subspecies, in a total of 1562 distributional records. Some localities were previously excluded due to imprecise information. On the other hand, Atlantic Forest analysis consisted of 98 species out of 199 used in the Neotropical analysis, in order to only consider species distributed inside the Atlantic Forest region (requirement 3).

Geographic coordinates for the locality record of each species were taken from several sources. Point localities within Brazil were found using the GeoLoc tool, available on the SpeciesLink website (<http://splink.cria.org.br>). Coordinates for taxa in other countries were obtained from the websites Fallingrain Global Gazetteer (<http://www.fallingrain.com/world>) and Fuzzy Gazetteer (<http://tomcat-dmaweb1.jrc.it/fuzzyg/query>). The species distribution data were plotted in maps using the programs ArcView GIS 3.2a (Esri 1999) and ArcGIS 9 (Esri 2004).

2. Parsimony Analysis of Endemicity (PAE)

Using georeferenced quadrats as operational geographical units (OGUs) was proposed to impose an objective method of analysing geographical distribution data (Morrone 1994). Thus, arbitrary delimitation of endemic areas is avoided and inference of primary homologies between OGUs becomes possible (Morrone 2001). Here, we followed the method described in Morrone (1994), which comprises four basic steps: 1) definition of quadrats size; 2) construction of a data matrix; 3) parsimony analysis of the distribution matrix; and 4) identification of the OGUs defined by at least two endemic species.

First, the Neotropical Region was divided in 110 quadrats of 4° x 4° (Figure 1a). Only quadrats within which species were analyzed

Table 1. List of taxa used in PAE and respective references.**Tabela 1.** Lista dos taxa utilizados na PAE e respectivas referências.

	Taxon	Rank	Reference
Arthropoda	<i>Adelpha cocala</i>	Lepidoptera	Willmott 2003
	<i>Adelpha melona</i>	Lepidoptera	Willmott 2003
	<i>Charis</i>	Lepidoptera	Hall & Harvey 2001
	<i>Agaporomorphus</i>	Coleoptera	Miller 2001
	<i>Hypselotropis</i>	Coleoptera	Mermudes 2005
	<i>Anelosimus</i>	Araneae	Agnarsson 2005
	<i>Carapoia</i>	Araneae	Huber 2005
	<i>Oxyepoecus</i>	Hymenoptera	Albuquerque & Brandão 2004
	<i>Heteropachylinae</i>	Opiliones	Mendes 2005
	<i>Balacha</i>	Hemiptera	Takiya & Mejdalani 2004
	<i>Nicomia</i>	Hemiptera	Albertson & Dietrich 2005
	<i>Coenosopsia</i>	Diptera	Michelsen 2001, Nihei & Carvalho 2004, Bortolanza et al. 2006
	<i>Polietina</i>	Diptera	Nihei & Carvalho 2005
	<i>Pseudoptilolepis</i>	Diptera	Schuehli & Carvalho 2005
Plants	<i>Serdia</i>	Heteroptera	Fortes & Grazia 2005
	<i>Aechmea</i>	Bromeliaceae	Canela et al. 2003
	<i>Eremocaulon</i>	Poaceae	Londoño & Clark 2002
Vertebrata	<i>Physalaemus</i>	Amphibia	Nascimento et al. 2005
	<i>Siphlophis</i>	Colubridae	Prudente 1998

are labeled. Next, only the Atlantic Forest ecoregion (sensu Josse et al. 2003) was considered and so it was divided in 124 quadrats of $1^\circ \times 1^\circ$ (Figure 1b). This also permitted a comparison of both scales in this region.

Data matrices, instead of species and characters as in phylogenetic analysis, comprise species and quadrats. Species are synonymous with characters for delimiting and identifying quadrats. Matrices were binary coded (absence – 0, presence – 1) using *Hawth's Analysis Tool* for ArcGIS 9 (<http://www.spatial ecology.com>). An hypothetical primitive area (all species absent) was used to root the cladogram.

To find the most parsimonious geographic cladogram, a heuristic search was performed using the computer programs Nona (Goloboff 1999) and Winclada (Nixon 2002) with the following commands: hold 50000, hold/10 and mult*100. The unsupported nodes were collapsed and a strict consensus cladogram was selected for discussion. In the strict consensus cladogram, quadrats or clusters of quadrats supported by two or more endemic species (shown as synapomorphies in the cladogram) were considered endemic areas (Morrone 1994).

Databanks comprising species distributional records, as well as the corresponding data matrices used in PAE analysis are available from the corresponding author.

Results

Parsimony analysis in both data matrices ($4^\circ \times 4^\circ$ and $1^\circ \times 1^\circ$ quadrats) resulted in 50,000 most parsimonious trees. Computer memory saturation due to multiple most parsimonious trees before the end of the heuristic search is probably explained by the few characters (taxa) that support OGUs. Given a finite amount of time, the best way to maximize the exploration of tree space was to limit the number of trees retained during branch swapping (Brower 2006). Although the strict consensus trees that we use here for discussion

represent a sample of many most parsimonious trees, the parameters used to find the shortest trees were merely operational criteria.

A strict consensus cladogram of 623 steps, consistency index = 31 and retention index = 28 resulted from the parsimony analysis of the Neotropical Region with $4^\circ \times 4^\circ$ quadrats. OGUs supported by two or more endemic taxa (synapomorphies) were considered as evidence of endemism (following Morrone 1994, Figure 2). In the Neotropical Region, a total of 13 endemic quadrats (OGUs) were found (Figure 3, Table 2). In addition to six endemic areas (quadrats 18, 23, 25, 105, 106 and 109) a large area of endemism resulted from a group of seven quadrats (73, 74, 83, 84, 92, 99, 100) suggesting a hierarchical pattern of endemism in the southern Atlantic Forest. This hierarchy results from the existence of smaller endemic areas situated inside a larger endemic region, which may be subdivided according to the relationships among OGUs.

The Atlantic Forest parsimony analysis resulted in a strict consensus cladogram of 323 steps, CI = 30, RI = 20 (Figure 4). A total of 10 endemic OGUs were defined with only one pair of grouped quadrats (Figure 5, Table 3). Also, as is to be expected, the endemic quadrats on a $1^\circ \times 1^\circ$ scale are situated within endemic quadrats defined in the larger scale used in previous analysis. In this sense, smaller scale grids provided a greater resolution of some Atlantic Forest endemic areas.

Discussion

In the larger scale analysis, two quadrats occur in Panama, probably due to the complex biological history of the closing of the isthmus 3.1-3.5 mya (Marko 2002). This region was previously recognized as a biogeographic node (Croizat 1958) that is indicative of endemism (Heads 2004). Many smaller endemic areas in the Panamanian region were defined for species in the plant genus *Piper* (Quijano-Abril 2006). This study found a larger number of endemic areas due to the smaller grid scale being used.

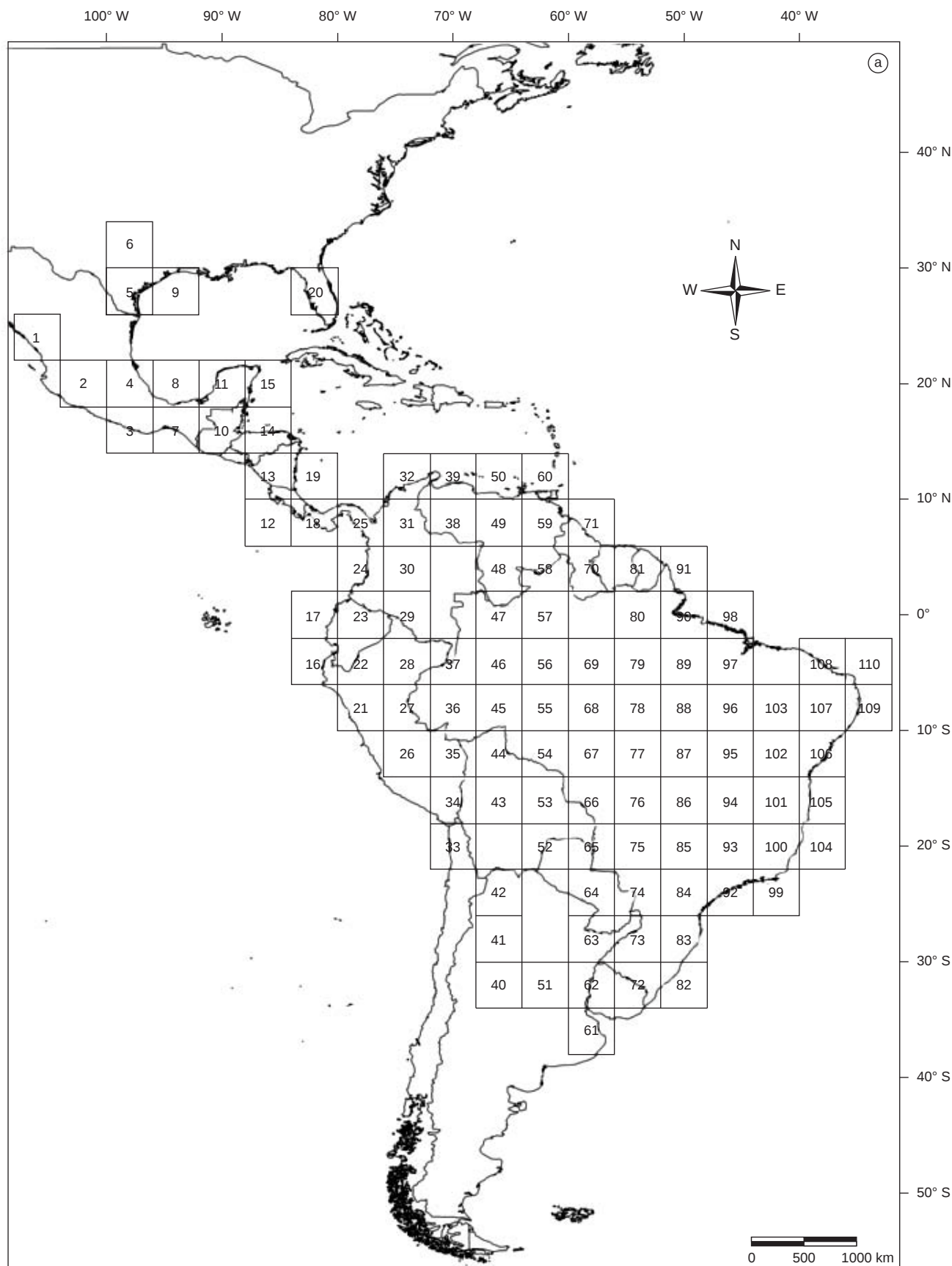


Figure 1a. Neotropical region divided into the 4° x 4° lat/long grids for PAE analysis.

Figura 1a. Região Neotropical dividida em quadrículas de 4° x 4° lat/long para análise PAE.

Areas of endemism in the Neotropical region and Atlantic Forest

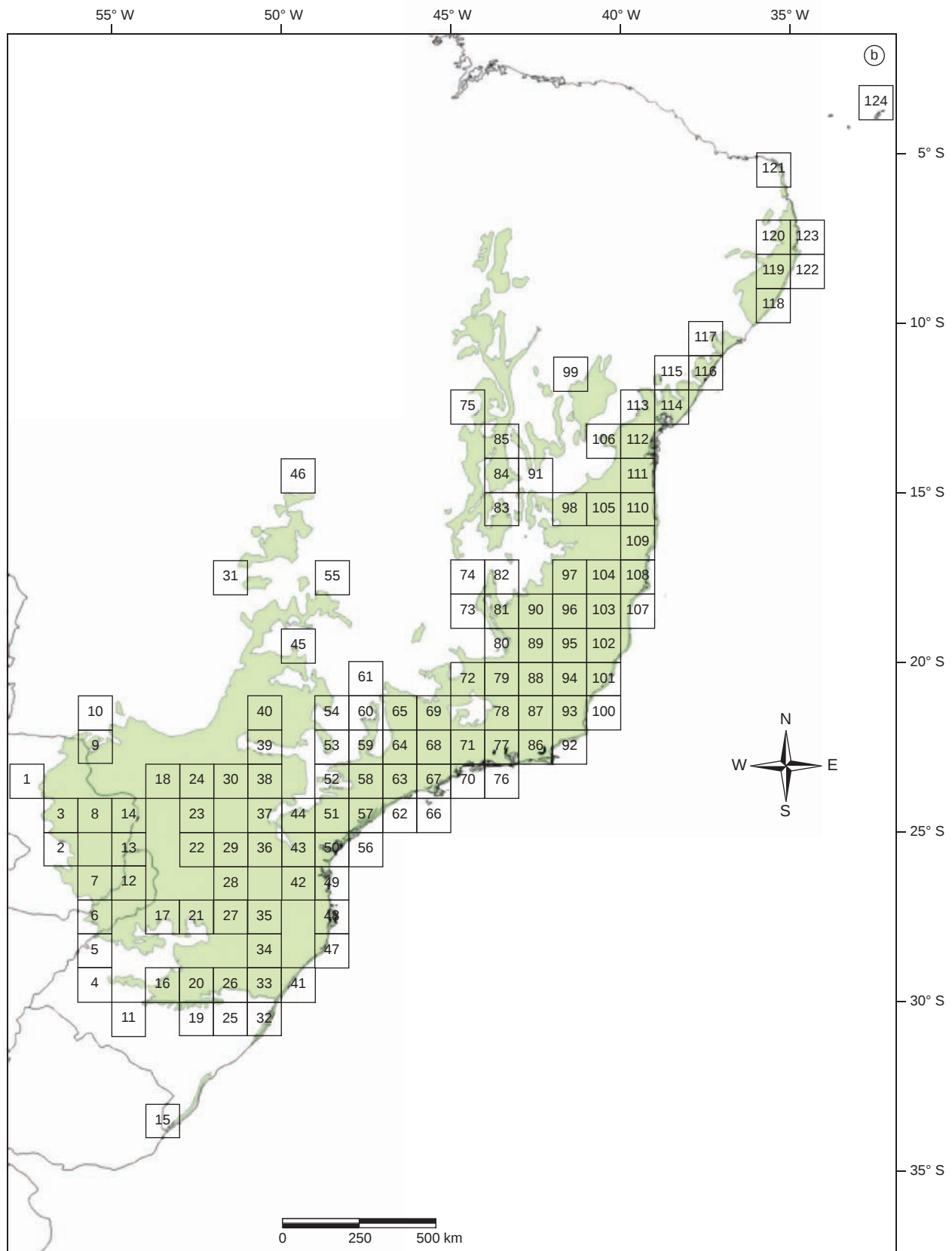


Figure 1b. Atlantic forest region divided into 1° x 1° lat/long grids for PAE analysis.

Figura 1b. Região da Mata Atlântica dividida em quadrículas de 1° x 1° lat/long para análise PAE.

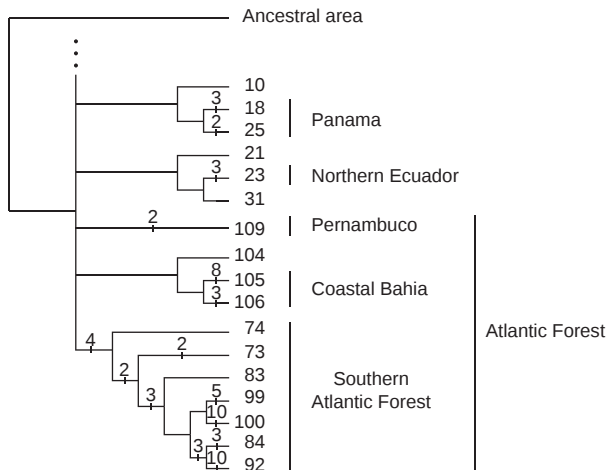


Figure 2. Informative part of the strict consensus cladogram obtained in PAE using 4 x 4 degree lat/long grids. Internal numbers indicate the total of endemic species supporting endemic OGUs.

Figura 2. Parte informativa do cladograma de consenso estrito obtido na PAE empregando quadrículas de 4 x 4 graus (lat/long). Números internos indicam o total de espécies endêmicas suportando as quadrículas endêmicas.

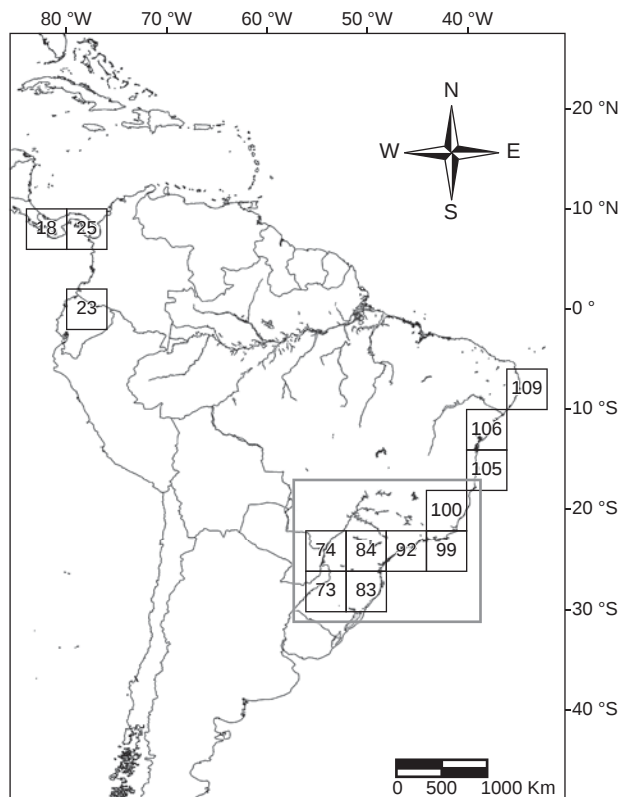


Figure 3. Endemic OGUs obtained in PAE of Neotropical region. Gray rectangle indicates grouped OGUs in Southern Atlantic Forest.

Figura 3. Quadrículas endêmicas obtidas pela PAE para a região Neotropical. O retângulo cinza indica as quadrículas agrupadas ao Sul da Mata Atlântica.

Another endemic quadrat is on the border of Colombia and Ecuador, also situated over the Andean region. This endemic area agrees with other studies that use different approaches for determining areas of endemism (Cracraft 1985, Costa et al. 2000, Morrone 2006). This region is known to favor endemism due to the altitudinal variation of the relatively recent geological formation of the Andes. Geological activity promotes speciation, which in turn tends to increase the number of endemic species (Humphries & Parenti 1999). This association between geological complexity and numbers of endemic species may be a rule for most or all areas of endemism.

The remaining areas of endemism are within the Atlantic forest domain (Figure 3). This region is well known for its many endemic species (Cracraft 1985, Amorim & Pires 1996, Costa et al. 2000, Silva et al. 2004). These areas of endemism that lie within an apparently homogeneous region suggests that historical factors (i.e., sea level fluctuations and orogeny) in the region during Pliocene-Pleistocene promoted local endemism (Rocha et al. 2005). However, a longitudinal gradient has been proposed to explain the pattern of endemism in the Atlantic Forest in which coastal areas were biogeographically distinct from the plateaus (Cracraft 1985, Morrone 2006). We believe that such a classification reflects current differences in biomes and ecology, rather than historical events, and so does not adequately explain the endemic area found here.

Hence, instead, we suggest that the data support a latitudinal trend in endemisms for this region, with support from other studies that used different analytical methods (i.e. Amorim & Pires 1996). Additionally, the southern Atlantic Forest OGUs are separated from northern areas, thereby suggesting that the Atlantic Forest comprises two divergent components of endemism (Costa et al. 2000). For example, three quadrats in the north did not group with any southern quadrats (Figure 3) and suggests a split at the state of Espírito Santo between northern and southern components (Amorim & Pires 1996). Understanding this split will require further study and probably with a finer division of quadrats. The Serra da Mantiqueira has been proposed as the location of the division between these regions (Costa et al. 2000) and almost certainly, the formation of the Valley of the Paraíba do Sul River was an important vicariant event.

In the northern Atlantic Forest, the lack of association among quadrats suggests that these endemic areas should be seen as unique, with independent histories. This pattern also finds evidence in literature, but may be confusing due to the various terminologies used when studies describe spatially congruent endemic. For example, one quadrat here was describe as "South of Bahia" by Amorim & Pires (1996), while another is located over the area southeast coast (Costa et al. 2000), coastal Bahia (Silva et al. 2004) and MGBA (Amorim & Pires 1996). Finally, an additional quadrat is associated with Pernambuco (Silva et al. 2004) and NEBR (Amorim & Pires 1996).

Conversely, the southern endemic region described here is common to most studies. While terminology may vary, spatial limits are very similar. Our cladogram due to PAE indicates a hierarchic structure for southern Atlantic forest defined by endopatry (Espinosa et al. 2001). This pattern of nested areas of endemism is important for two reasons. First, it suggests evidence for hierarchical schemes of area classifications (see Morrone 2006) and second, it provides a hypothesis for the primary homology of the relationships among areas. This hypothesis for primary homology can then be tested using the phylogenetic information of the groups involved, in a cladistic biogeography approach.

The PAE analysis with 4° x 4° OGUs was only able to detect endemic areas in parts of the Neotropical Region of South America. We wonder why endemism was undetected in the Amazonian region and Brazilian Cerrado. To answer this question, grid scale and number of taxa being analysed must be taken into account. To detect

Table 2. List of taxa supporting endemic 4 x 4 degrees OGUs.**Tabela 2.** Lista espécies que suportam as quadrículas endêmicas de 4 x 4 graus.

OGU	Species
18	<i>Charis nicolayi</i> <i>Nicomi buccina</i> <i>Pseudoptilolepis centralis</i>
23	<i>Hypselotropis subnittata</i> <i>Nicomia harenosa</i> <i>Physalaemus coloradorum</i>
25	<i>Adelpha melona neildi</i> <i>Nicomia negrescens</i>
73	<i>Anelosimus missiones</i> <i>Anelosimus rabus</i>
84	<i>Balacha lépida</i> <i>Balacha rubripennis</i> <i>Coenosopsia albuquerquei</i>
92	<i>Agaporomorphus mecolobus</i> <i>Balacha distincta</i> <i>Carapoia genitalis</i> <i>Carapoia ubatuba</i> <i>Eremocaulon setosum</i> <i>Physalaemus atlanticus</i> <i>Physalaemus barrioi</i> <i>Physalaemus bokermanni</i> <i>Pseudoptilolepis latipalpis</i> <i>Serdia maculata</i>
99	<i>Anelosimus sumisolena</i> <i>Nicomia interrupta</i> <i>Nicomia lemniscata</i> <i>Nicomia monticola</i> <i>Physalaemus soaresi</i>
100	<i>Balacha caparao</i> <i>Chavensicola inexpectabilis</i> <i>Heteropachylus</i> sp. n. 2 <i>Oxyepoecus browni</i> <i>Physalaemus deimaticus</i> <i>Physalaemus erithros</i> <i>Physalaemus evangelistae</i> <i>Physalaemus maximus</i> <i>Physalaemus obtectus</i> <i>Physalaemus rupestris</i>

Table 2. Continued...

OGU	Species
195	<i>Aechmea depressa</i> <i>Carapoia brescovitti</i> <i>Carapoia rheimsae</i> <i>Carapoia una</i> <i>Heteropachylus</i> sp. n. 1 <i>Heteropachylus perachii</i> <i>Physalaemus erikae</i> <i>Serdia costalis</i>
106	<i>Carapoia crasto</i> <i>Chavensicola crassicalnei</i> <i>Heteropachylus spiniger</i>
109	<i>Physalaemus caete</i> <i>Pseudopucroliia incerta</i>
(84, 92)	<i>Physalaemus moreirae</i> <i>Physalaemus spiniger</i> <i>Pseudoptilolepis chrysella</i>
(83, 84, 92, 99, 100)	<i>Adelpha cocala caninia</i> <i>Physalaemus olfersii</i> <i>Serdia lobata</i>
(73, 83, 84, 92, 99, 100)	<i>Nicomia subfasciata</i> <i>Serdia inspersipes</i>
(73, 74, 83, 84, 92, 99, 100)	<i>Oxyepoecus punctifrons</i> <i>Polietina univittata</i> <i>Serdia calligera</i> <i>Serdia maxima</i>

endemism using PAE it is necessary that species (characters) support areas. Considering the scale of the entire Neotropical Region, detection of endemic 4° x 4° OGUs requires a larger number of species than we used here.

Interestingly, larger grid sizes should have resulted in more endemic OGUs because they would include more endemic species. However, since 5 degrees of latitude is approximately 550 km, larger grid sizes will often result in grouping different ecosystems in the same area of endemism (Morrone & Escalante 2002) and causing confusion in the biological interpretation of such distributions. On the other hand, decreasing grid size, as in the analysis of the Atlantic

Forest, endemism was not shown in some previously considered areas of endemism in the 4° x 4° analysis. Because the detection of endemic areas is scale dependent, additional studies should address this issue by using many different quadrat sizes. This is especially important for the conservation of biological diversity, since precision is desirable.

It is also interesting to note that in PAE based on quadrats, OGU size does not need to be the same. Although a few studies have tried this variable quadrat size approach (i.e. Morrone & Escalante 2002), it offers important applications for cladistic biogeography, which demands the indication of endemic areas for all taxa analyzed

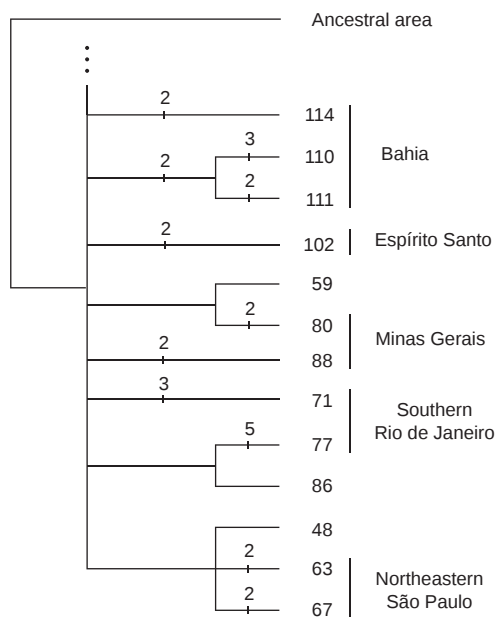


Figure 4. Informative part of the strict consensus cladogram from PAE using $1^\circ \times 1^\circ$ lat/long grids of the Atlantic Forest. Numbers on the branches indicate the total number of endemic species supporting the endemic OGU.

Figura 4. Parte informativa do cladograma de consenso estrito obtido na PAE empregando quadrículas de $1^\circ \times 1^\circ$ graus (lat/long) na Mata Atlântica. Números internos indicam o total de espécies endêmicas suportando as quadrículas endêmicas.

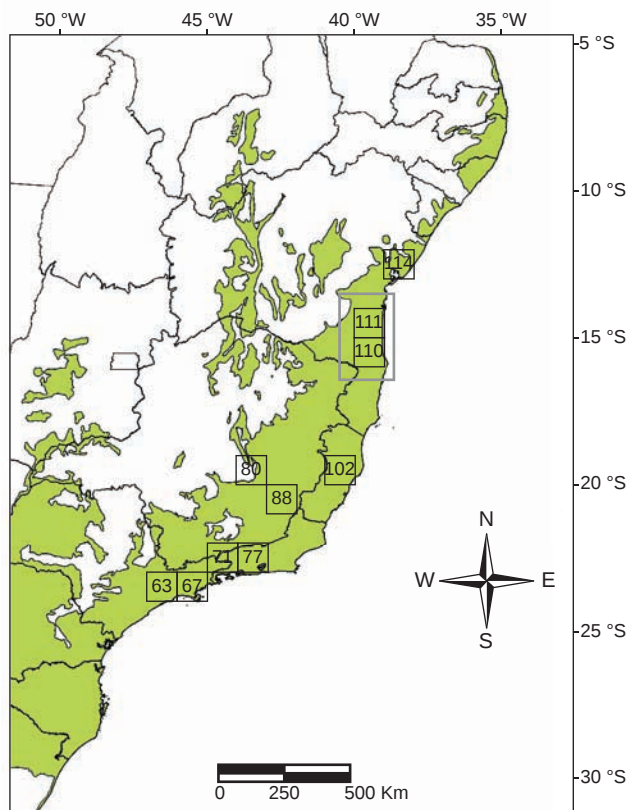


Figure 5. Endemic OGUs from PAE of the Atlantic Forest region with the grouped OGUs (within rectangle) in the southern coast of the State of Bahia, Brazil.

Figura 5. Quadrículas endêmicas obtidas pela PAE na região da Mata Atlântica, mostrando ainda o agrupamento das quadrículas localizadas no litoral Sul do Estado da Bahia (retângulo).

Table 3. List of taxa supporting endemic $1^\circ \times 1^\circ$ degrees OGUs.

Tabela 3. Lista de espécies que suportam as quadrículas endêmicas de $1^\circ \times 1^\circ$ grau.

Quadrat	Species
63	<i>Physalaemus bokermanni</i> <i>Pseudoptilolepis latipalpis</i>
67	<i>Carapoia ubatuba</i> <i>Physalaemus atlanticus</i>
71	<i>Balacha distincta</i> <i>Physalaemus barrioi</i> <i>Serdia maculata</i>
77	<i>Anelosimus sumisolena</i> <i>Nicomia interrupta</i> <i>Nicomia lemniscata</i> <i>Nicomia monticola</i> <i>Physalaemus soaresi</i>
80	<i>Physalaemus deimaticus</i> <i>Physalaemus evangelistae</i>
88	<i>Balacha caparao</i> <i>Physalaemus maximus</i>
102	<i>Heteropachylus</i> sp. n. 2 <i>Physalaemus obtectus</i>
110	<i>Carapoia brescovitti</i> <i>Carapoia una</i>
111	<i>Heteropachylus perachii</i> <i>Serdia costalis</i>
114	<i>Chavensicola crassicalnei</i> <i>Heteropachylus spiniger</i>
(110, 111)	<i>Aechmea depressa</i> <i>Heteropachylus</i> sp. n. 1

(Humphries & Parenti 1999). Moreover, it may be used to define endemic areas using PAE even when a small number of taxa is analyzed. For example, consider the analysis here made using $4^\circ \times 4^\circ$ OGUs. In order to delimit endemic areas all over South America using the same number of taxa, endemic OGUs defined at $4^\circ \times 4^\circ$ may be kept and, in a second analysis, the remain region divided in grids of $5^\circ \times 5^\circ$, followed by a new analysis. This cycle is repeated many times, maintaining the size of endemic grids defined at a given scale and increasing grid size on the remaining areas for a new round of parsimony analysis. The analysis continues until all of the areas of endemism in South America are delimited.

Based on our results, we recommend the use of smaller grid sizes for more precision and better biological concordance with distribution data. However, the quality of the results will depend on the number of species being analysed, and that will require additional research about species distribution. This requirement is not unique to PAE, but rather is important in all biogeographic methods. Thus, distribution information from biological collections should be rapidly computerized and made widely available as a priority to better understand the patterns of biological diversity and its conservation. Efforts are being made in this direction and must be encouraged (i.e. CRIA - <http://www.cria.org.br/>). Besides, more reliable distributional data should be addressed by increasing the sampling effort on poorly studied groups.

Conservation implications from this study are that areas indicated in the $1^\circ \times 1^\circ$ analysis should be regarded as priorities for conservation, since these quadrats demonstrate historical endemism at both local and regional scales. PAE analysis using quadrats is shown to be a strong tool for biogeographic analysis because the method is

easily applied, tested and the results can be fine-tuned as more data become available (Silva et al. 2004).

The cladograms show little information about endemic area relationships, since most of the taxa used did not cluster OGUs. The only inference we were able to make is that some areas of the Atlantic forest were grouped, suggesting the presence of two distinct components (northern and southern). The use of PAE to infer area homology and relationships is still being debated in literature (Brooks & Van Veller 2003, Santos 2005, Nihei 2006). The critiques directed to PAE are basically due to absence of phylogenetic information, what may lead to false relationships among areas. Besides, *static* PAE (see Nihei 2006) suffers from the lack of temporal information, leading to conclusions based on distributional data from a single geological horizon. On the other hand, Morrone (2001) claimed that the establishment of homology should follow a two step program, in which PAE would be responsible for formulating a first hypothesis of area relationships.

Considering the wide variety of approaches available for biogeographic analysis (Crisci et al. 2003), it seems reasonable to not discard any method until well established comparisons can be made. Fortunately, this will lead to a more complete picture of the biotic evolution in the Neotropical regions.

Acknowledgements

We are grateful to Elaine Della Soares and Peter Lowenberg-Neto for their help with computer programs and further improvements of the manuscript. We also thank Dr. James Roppe for English review and an anonymous referee for very useful criticisms. MSS received financial support from PIBIC - CNPq and CIBC was supported by CNPq (process 302454-2005-5).

References

- AGNARSSON, I. 2005. Revision and phylogenetic analysis of American Ethicus and Rupununi groups of Anelosimus (Araneae, Theridiidae). Zool. Scr. 34(4):389-413.
- ALBERTSON, J.L. & DIETRICH, C.H. 2005. Systematics and phylogeny of the Neotropical treehopper subfamily Nicomiinae (Hemiptera, Membracidae). Rev. Bras. Zool. 22(1):231-283.
- ALBUQUERQUE, N.L. & BRANDÃO, C.R.F. 2004. A revision of the Neotropical Solenopsidini ant genus *Oxyepoecus* Santschi, 1926 (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). 1. The Vezenyi species-group. Pap. Avuls. Zool. 44(4):55-80.
- AMORIM, D.S. & PIRES, M.R.S. 1996. Neotropical biogeography and a method for maximum biodiversity estimation. In Bicudo, C.E.M. & Menezes, W.A. Biodiversity in Brazil, a first approach. CNPq, São Paulo, 326 p.
- AXELIUS, B. 1991. Areas of distribution and areas of endemism. Cladistics 7(2):197-199.
- BORTOLANZA, M., CARVALHO, C.J.B. & LARA, A.P.C. 2006. A new species of *Coenosopsia* Malloch (Diptera, Anthomyiidae) from southern Brazil and a reappraisal of the cladistic relationships of the genus. Zootaxa 1242:37-52.
- BROOKS, D.R. & VAN VELLER, M.G.P. 2003. Critique of parsimony analysis of endemism as a method of historical biogeography. J. Biogeogr. 30(6):819-825.
- BROWER, A.V.Z. 2006. Problems with DNA bar coding for species delimitation: 'ten species' of *Astraptus fulgurator* reassessed (Lepidoptera: Hesperiidae). Syst. Biodiversity 4(2):127-132.
- CANELA, M.B.F., PAZ, N.P.L. & WENDT, T. 2003. Revision of the *Aechmea multiflora* complex (Bromeliaceae). Bot. J. Linn. Soc. 143(2):189-196.
- COSTA, L.P., LEITE, Y.R.L., FONSECA, G.A.B. & FONSECA, M.T. 2000. Biogeography of South American forest mammals: Endemism and diversity in the Atlantic Forest. Biotropica. 32(4b):872-881.
- CRACRAFT, J. 1985. Historical Biogeography and patterns of differentiation within the South American avifauna: Areas of Endemism. Ornithological Monographs, 36:49-84.
- CRACRAFT, J. 1991. Patterns of diversification within continental biotas: hierarchical congruence among the areas of endemism of Australian vertebrates. Aust. Syst. Bot. 4(1):211-227.
- CRISCI, J.V., KATINAS, L. & POSADAS, P. 2003. Historical Biogeography: An introduction. Harvard University Press, Cambridge.
- CROIZAT, L. 1958. Panbiogeography. Caracas, Venezuela.
- EBACH, M.C. & GOUJET, D.F. 2006. The first biogeographical map. J. Biogeogr. 33(5):761-769.
- ESPINOSA, D., AGUILAR, C. & ESCALANTE, T. 2001. Endemismo, áreas de endemismo y regionalización biogeográfica. In Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones (J. Llorente-Bousquets & J.J. MORRONE, eds). Las Pressas de Ciencias, UNAM, México, D.F., p. 31-37.
- ESRI, 1999. ArcView GIS 3.2a. Environmental Systems Research Institute, Inc., New York.
- ESRI, 2004. ArcGIS 9. Environmental Systems Research Institute, Inc., New York.
- FORTES, N.D.F. & GRAZIA, J. 2005. Revisão e análise cladística de *Serdia* Stal (Heteroptera, Pentatomidae, Pentatomini). Rev. Bras. Entomol. 49(3):294-339.
- GOLOBOFF, P. 1999. NONA (No Name) ver. 2. Tucumán, Argentina.
- HALL, J.P.W. & HARVEY, D.J. 2002. Phylogenetic revision of the *Charis gynaea* group (Lepidoptera: Riodinidae) with comments on historical relationships among Neotropical areas of endemism. Ann. Entomol. Soc. Am. 94(5):631-647.
- HAROLD, A.S. & MOOI, M.D. 1994. Areas of endemism: Definition and recognition criteria. Syst. Biol. 43(2):261-266.
- HEADS, M. 2004. What is a node? J. Biogeogr. 31:1883-1891.
- HUBER, B.A. 2005. Revision and cladistic analysis of the spider genus *Carapoa* González-Sponga (Araneae: Pholcidae), with descriptions of the new species from Brazil's Atlantic Forest. Invertebr. Syst. 19:541-556.
- HUMPHRIES, C.J. & PARENTI, L.R. 1999. Cladistic Biogeography. 2 ed. Oxford Geographic Series 12. Oxford University Press, Oxford.
- JOSSE, C., NAVARRO, G., COMER, P., EVANS, R., FABER-LANGENDOEN, D., FELLOWS, M., KITTEL, G., MENARD, S., PYNE, M., REID, M., SCHULZ, K., SNOW, K. & TEAGUE, J. 2003. Ecological Systems of Latin America and the Caribbean: A Working Classification of Terrestrial Systems. NatureServe, Arlington, VA.
- LONDOÑO, X. & CLARK, L.G. 2002. A revision of the Brazilian bamboo genus *Eremocaulon* (Poaceae: Bambuseae: Guaduiniae). Syst. Bot. 27(4):703-721.
- LÖWENBERG-NETO, P. & DE CARVALHO, C.J.B. 2004. Análise Parcimoniosa de Endemidade (PAE) na delimitação de áreas de endemismos: inferências para conservação da biodiversidade. Nat. Cons. 2(2):58-6527.
- MARKO, P.B. 2002. Fossil calibration of molecular clocks and the divergence times of geminate species pairs separated by the Isthmus of Panama. Mol. Biol. Evol. 19(11):2005-2021.
- MENDES, A.C. 2005. Revisão sistemática e análise filogenética de Heteropachylinae Kury, 1994 (Arachnida, Opiliones, Gonyleptidae). Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 161 p.
- MERLUDES, J.R.M. 2005. Revisão sistemática, análise cladística e biogeografia dos gêneros *Tribotropsis* e *Hypselotropis* (Coleoptera, Anthribidae, Anthribinae, Ptychoderini). Rev. Bras. Entomol. 49(4):465-511.
- MICHELSSEN, V. 1991. Revision of the aberrant New World genus *Coenosopsia* (Diptera: Anthomyiidae), with a discussion of the anthomyiid relationships. Syst. Entomol. 16(1):85-104.
- MILLER, K.B. 2001. Revision of the genus *Agaporomorphus* Zimmermann (Coleoptera: Dytiscidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 94(4):520-529.

- MORRONE, J.J. 1994. On the identification of areas of endemism. *Syst. Biol.* 43(3):438-441.
- MORRONE, J.J. 2001. Homology, biogeography and areas of endemism. *Diversity and distribution*, 7(6):297-300.
- MORRONE, J.J. 2005. Cladistic biogeography: identity and place. *J. Biogeogr.* 32(7):1281-1284.
- MORRONE, J.J. 2006. Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean islands based on panbiogeographic and cladistic analysis of the entomofauna. *Ann. Rev. Ent.* 51:467-494.
- MORRONE, J.J. & ESCALANTE, T. 2002. Parsimony analysis of endemism (PAE) of Mexican terrestrial mammals at different areas units: when size matters. *J. Biogeogr.* 29(8):1095-1104.
- NASCIMENTO, L.B., CARAMASCHI, U. & CRUZ, C.A.G. 2005 Taxonomic review of the species groups of the genus *Physalaemus* Fitzinger, 1826 with revalidation of the genera *Engystomops* Jiménez-de-la-Espada, 1872 and *Eupemphix* Steindachner, 1863 (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Arq. Mus. Nac. R.J.* 63(2):297-320.
- NIHEI, S.S. 2006. Misconceptions about parsimony analysis of endemism. *J. Biogeogr.* 33(12):2099-2106.
- NIHEI, S.S. & CARVALHO, C.J.B. 2004. Taxonomy, cladistics and biogeography of *Coenosopsia* Malloch (Diptera, Anthomyiidae) and its significance to the evolution of the anthomyiids in the Neotropics. *Syst. Entomol.* 29(2):260-275.
- NIHEI, S.S. & CARVALHO, C.J.B. 2005. Distributional patterns of the Neotropical fly genus *Polietina* Schnabl & Dziedzicki (Diptera, Muscidae): a phylogeny-supported analysis using panbiogeographic tools. *Pap. Avuls. Zool.* 45(25):313-326.
- NIXON, K.C. 2002. WinClada version 1.0. Published by the author. Ithaca, NY, USA.
- PRUDENTE, A.L.C. 1998. Revisão, filogenia e alimentação de *Siphlophis* Fitzinger, 1843 (Serpentes, Colubridae, Xenodontinae, Pseudoboini). Tese de doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- QUIJANO-ABRIL, M.A., CALLEJAS-POSADA, R. & MIRANDA-ESQUIVEL, D.R. 2006. Areas of endemism and distribution patterns for Neotropical *Piper* species (Piperaceae). *J. Biogeogr.* 33(7):1266-1278.
- ROCHA, R.P., SILVA, M.B. & BRAGAGNOLO, C. 2005. Faunistic similarities and historical biogeography of the Harvestman of southwestern Atlantic Forest of Brazil. *J. Arachnol.* 33(2):290-299.
- RON, S.R. 2000. Biogeographic area relationships of low land Neotropical rainforests based on raw distributions of vertebrate groups. *Biol. J. Linn. Soc.* 71(3):379-402.
- SANTOS, C.M.D. 2005. Parsimony analysis of endemism: time for an epitaph? *J. Biogeogr.* 32: 1284-1286.
- SCHUEHLI, G.S. & CARVALHO, C.J.B. 2005. Revision and cladistics of the Neotropical genus *Pseudoptilolepis* Snyder (Diptera, Muscidae). *Rev. Bras. Zool.* 22(1):23-34.
- SILVA, J.M.C. 1995. Biogeography analysis of the South American Cerrado avifauna. *Steenstrupia* 21:49-67.
- SILVA, J.M.C. & OREN, D.C. 1996. Application of parsimony analysis of endemism (PAE) in Amazonian biogeography: an example with primates. *Biol. J. Linn. Soc.* 59(4):427-437.
- SILVA, J.M.C., SOUZA, M.C. & CASTELLETTI, C.H.M. 2004. Areas of Endemism for passerine birds in the Atlantic Forest, South America. *Global Ecol. Biogeogr.* 13(1):85-92.
- TAKIYA, D.M. & MEJDALANI, G. 2004. Taxonomic revision and phylogenetic analysis of the sharpshooter genus *Balacha* Melichar (Hemiptera: Cicadellidae: Cicadellini). *Syst. Entomol.* 29(1):69-99.
- WILLMOT, K.R. 2003. The genus *Adelpha*: Its systematics, biology and biogeography (Lepidoptera: Nymphalidae: Limenitidini). Scientific Publishers, Gainesville, Florida, USA.

Data Received 18/10/07

Revised 15/09/08

Accepted 01/10/08

Oligochaeta (Annelida: Clitellata) em córregos de baixa ordem do Parque Estadual de Campos do Jordão (São Paulo - Brasil)

Guilherme Rossi Gorni^{1,2} & Roberto da Gama Alves¹

¹Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Comportamento e Biologia Animal,
Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas,
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF,
CEP 36036-330, Juiz de Fora, MG, Brasil

²Autor para correspondência: Guilherme Rossi Gorni,
e-mail: guilhermerossim2@yahoo.com.br, <http://www.comportamento.ufjf.br>

GORNI, G.R. & ALVES, R.G. 2008. **Oligochaeta (Annelida: Clitellata) in headwater streams of the Parque Estadual de Campos do Jordão (São Paulo - Brazil)**. Biota Neotrop. 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/en/abstract?inventory+bn01608042008>.

Abstract: This study inventoried stream oligochaetes of the Campos do Jordão State Park (CJSP), São Paulo, Brazil. A total of 2302 individuals of three families (Naididae, Enchytraeidae, Tubificidae) were obtained. Seventeen species were inventoried: *Achaeta* sp., *Allonais paraguayensis*, *Chaetogaster diastrophus*, *Nais communis*, *Nais variabilis*, *Pristina biserrata*, *Pristina leidy*, *Pristina proboscidea*, *Pristinella jenkinsae*, *Pristinella longidentata*, *Pristinella minuta*, *Pristinella notopora*, *Pristinella osborni*, *Pristinella sima*, *Aulodrilus limnobius*, *Bothrioneurum* sp., and *Limnodrilus hoffmeisteri*. The total number of species found represents 24% of all oligochaetes species (70) recorded in diverse aquatic environments in Brazil, making this inventory very important given the poor knowledge of this group in Brazil.

Keywords: aquatic oligochaetes, mountain streams, species inventory, Campos do Jordão State Park - SP.

GORNI, G.R. & ALVES, R.G. 2008. **Oligochaeta (Annelida: Clitellata) em córregos de baixa ordem do Parque Estadual de Campos do Jordão (São Paulo - Brasil)**. Biota Neotrop. 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/pt/abstract?inventory+bn01608042008>.

Resumo: O objetivo desse artigo foi inventariar as espécies de oligoquetos límnicos que habitam córregos do Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ). As amostras revelaram 2302 indivíduos, distribuídos em três famílias (Naididae, Enchytraeidae, Tubificidae). Foram inventariadas 17 espécies, sendo elas: *Achaeta* sp., *Allonais paraguayensis*, *Chaetogaster diastrophus*, *Nais communis*, *Nais variabilis*, *Pristina biserrata*, *Pristina leidy*, *Pristina proboscidea*, *Pristinella jenkinsae*, *Pristinella longidentata*, *Pristinella minuta*, *Pristinella notopora*, *Pristinella osborni*, *Pristinella sima*, *Aulodrilus limnobius*, *Bothrioneurum* sp. e *Limnodrilus hoffmeisteri*. O número total de espécies encontrado representa 24% de todas as espécies de oligoquetos registrados em diversos ambientes aquáticos no Brasil (70), evidenciando a importância deste trabalho, visto que há ainda grandes lacunas no conhecimento da fauna de oligoquetos límnicos no Brasil.

Palavras-chave: oligoquetos aquáticos, córregos de montanha, inventário de espécies, Parque Estadual de Campos do Jordão - SP.

Introdução

Trabalhos de levantamento faunístico têm como alvo conhecer espécies de um determinado ambiente e obter informações sobre sua distribuição e preferência de habitats, que por sua vez, podem subsidiar programas de conservação da biodiversidade (Agostinho et al. 2005). Segundo Rocha (2003), devido ao pequeno número de especialistas em taxonomia de microorganismos e invertebrados de água doce, o conhecimento sobre a biodiversidade desses grupos é ainda incompleta.

No caso de oligoquetas límnicas, a escassez de estudos é ainda mais evidente, principalmente em ambientes aquáticos localizados em áreas de preservação. No Estado de São Paulo, estudos sobre invertebrados bentônicos em áreas protegidas estão relacionados principalmente à entomofauna bentônica (Melo & Froehlich 2001, Suriano 2003, Ribeiro & Uieda 2005, Roque 2005). Neste trabalho inventariamos as espécies de oligoquetas límnicas de córregos do Parque Estadual de Campos do Jordão (São Paulo).

Material e Métodos

1. Área de estudo

Os espécimes de *Oligochaeta* foram coletados no Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ), localizado ao norte do município de Campos do Jordão (SP) ($22^{\circ} 45' S$ e $45^{\circ} 39' O$), abrangendo uma área de aproximadamente 8172 ha. Pertencente ao conjunto litológico chamado de complexo cristalino, o parque apresenta seu ponto mais alto a 2007 m acima do nível mar, na borda Sudoeste do planalto. Sua parte mais baixa está a aproximadamente 1030 m e corresponde ao vale do Rio Sapucaí-Guaçu (Seibert 1975) (Figura 1).

O sistema de águas do PECJ é formado por cursos d'água componentes da bacia do Rio Sapucaí-Guaçu. Dele fazem parte os Riachos Canhambora, Campo do Meio, Galharada, Casquilho (e seu afluente, Riacho do Serrote) e Coxim, todos afluentes da margem direita do Rio Sapucaí-Guaçu; e à margem esquerda, o Córrego do Paiol, destaca-se como maior tributário (Seibert 1975, Schroeder-Araujo et al. 1986).

Por serem ambientes de montanha, os riachos apresentam-se normalmente em corredeiras, contendo leitos pedregosos e pouco profundos, com águas frias, límpidas e oxigenadas (Seibert 1975, Schroeder-Araujo et al. 1986) (Figura 1). Dentre os afluentes da referida bacia, foram selecionados trechos dos córregos: Campo do Meio, Galharada e Serrote, para amostragens mensais, durante o período de maio de 2005 a maio de 2006.

2. Coleta de oligoquetas

As coletas foram feitas em áreas erosionais e deposicionais (áreas de corredeiras e remansos) dos córregos, com um amostrador tipo "Surber" (McCafferty 1981, Bicudo & Bicudo 2004) com uma área de $0,0362 \text{ m}^2$ e abertura de malha de $0,25 \text{ mm}$. O material coletado foi acondicionado em recipientes plásticos de 300 mL, e imediatamente fixado em solução de formol 10%. Encaminhadas ao laboratório, as amostras passaram por um minucioso processo de triagem feito sob microscópio estereoscópico.

Para a identificação dos organismos utilizaram-se critérios taxonômicos adotados por Brinkhurst & Jamieson (1971), Righi (1984) e Brinkhurst & Marchese (1989). Os espécimes identificados foram conservados em álcool 70% e depositados na coleção de Anelídeos do Departamento de Zoologia da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Minas Gerais, Brasil.

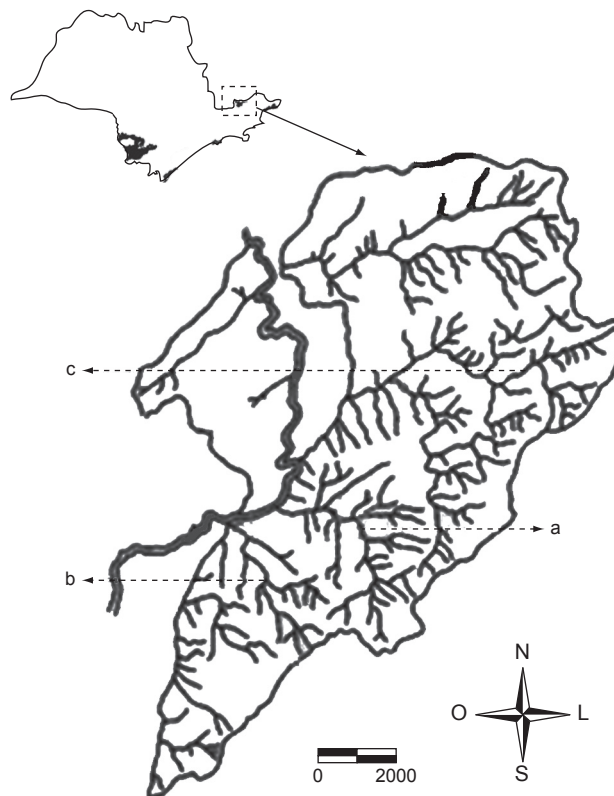


Figura 1. Mapa da área de estudo indicando a localização do Parque Estadual de Campos do Jordão, São Paulo, bem como sua hidrografia e os córregos onde foram efetuadas as amostragens (adaptado de Schroeder-Araujo et al. 1996 e Suriano 2003). a) Córrego Galharada; b) Córrego Campo do Meio; e c) Córrego Serrote.

Figure 1. Map of the study area indicating the location of the State Park of Campos de Jordão, São Paulo, as well his hydrography and the streams where the samplings were made (adapted of Schroeder-Araújo et al. 1996 and Suriano 2003). a) Galharada Stream; b) Campo do Meio Stream; and c) Serrote Stream.

Resultados e Discussão

Em 232 amostras do substrato, foram inventariadas 17 espécies, distribuídas em três famílias (Naididae, Tubificidae e Enchytraeidae) (Tabela 1). A família Naididae que representou 62% dos táxons ($n = 13$) foi composta por cinco gêneros, *Allonais*, *Chaetogaster*, *Nais*, *Pristina* e *Pristinella*, sendo o último o de maior número de espécies registradas (6). A família Tubificidae foi representada pelos gêneros, *Aulodrilus*, *Bothrioneurum* e *Limnodrilus*. Entre os Enchytraeidae, além do gênero *Achaeta*, três morfotipos diferentes (não identificados) foram obtidos nas amostras.

1. Considerações sobre as espécies

ENCHYTRAEIDAE

1. *Achaeta* sp. (Cersnosvitov 1935)

Espécie com peculiar característica de ausência de cerdas (Righi 1974). Previamente registrado nos estados de Minas Gerais e Mato Grosso (Brasil) (Righi 1974, 1981, respectivamente), sendo coletada no presente estudo em todos os córregos amostrados.

Tabela 1. Ocorrência das espécies de Oligoquetos aquáticos nos Córregos Galharada, Campo do Meio e Serrote pertencentes ao Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ). Presença (x); Ausência (-).**Table 1.** Occurrence of aquatic oligochaetes in streams Galharada, Campo do Meio and Serrote in the Parque Estadual Campos do Jordão (PECJ). Presence (x); Absence (-).

Espécies	Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ)		
	Galharada	Campo do meio	Serrote
Enchytraeidae			
Enchytraeidae tipo sp1	x	x	x
Enchytraeidae tipo sp2	x	x	x
Enchytraeidae tipo sp3	x	x	x
<i>Achaeta</i> sp.	x	x	x
Naididae			
<i>Allonais paraguayensis</i>	x	-	-
<i>Chaetogaster diastrophus</i>	x	-	x
<i>Nais communis</i>	x	x	-
<i>Nais variabilis</i>	x	-	-
<i>Pristina biserrata</i>	x	-	-
<i>Pristina leidy</i>	x	-	-
<i>Pristina proboscidea</i>	x	-	-
<i>Pristinella jenkinsae</i>	x	x	x
<i>Pristinella longidentata</i>	x	-	-
<i>Pristinella minuta</i>	x	-	-
<i>Pristinella notopora</i>	x	x	x
<i>Pristinella osborni</i>	x	-	-
<i>Pristinella sima</i>	x	-	x
Tubificidae			
<i>Aulodrilus limnobius</i>	x	-	x
<i>Bothrioneurum</i> sp.	-	-	x
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	x	-	x
Tubificidae (sem cerda capilar/ juvenil)	x	x	x

NAIDIDAE

1. *Allonais paraguayensis* (Michaelsen 1905)

Espécie amplamente distribuída, com registros na América do Sul, América do Norte, África, Ásia e Austrália (Righi 1984, Timm 1999, Pinder 2001). No presente estudo foi registrado apenas um espécime habitando o córrego Galharada. Autores como Trivinho-Strixino et al. (2000), Alves & Lucca (2000) e Pamplin et al. (2005) registraram esta espécie na Represa Bariri, localizada na região central do Estado de São Paulo (Brasil).

2. *Chaetogaster diastrophus* (Gruithuisen 1828)

Espécie com ampla distribuição, sendo registrada na América do Sul, América do Norte, Europa, Ásia e Austrália. (Righi 1984, Brinkhurst & Marchese 1989, Pinder 2001, Nijboer et al. 2004). Dumnicka (1994) relacionou a ocorrência de *C. diastrophus* a ambientes de água limpa. No presente estudo foi registrada nos córregos Galharada e Serrote. Esta espécie foi registrada em Ipeúna (interior do Estado de São Paulo) sobre o dorso de larvas de Odonata (Corbi et al. 2004).

3. *Nais communis* Piguet, 1906

Espécie considerada cosmopolita e amplamente distribuída em diversos tipos de ambientes aquáticos, incluindo águas salobras (Righi 1984, Brinkhurst & Marchese 1989, Erséus et al. 1999, Lencioni et al. 2004), com preferência por substratos compostos por areia fina e material orgânico finamente fragmentado (Verdonschot 1999). Previamente registrada em ambientes aquáti-

cos do interior do Estado de São Paulo (Alves & Lucca 2000, Trivinho-Strixino et al. 2000) inclusive associada a colônias de esponjas (Corbi et al. 2005) e a molusco gastrópode *Pomacea* (Gorni & Alves 2006). No presente estudo a espécie foi registrada nos córregos Galharada e Campo do Meio.

4. *Nais variabilis* Piguet 1906

Espécie considerada cosmopolita (Lencioni et al. 2004) e com preferência por sedimentos compostos por areia fina com uma quantidade média de material orgânico ou areia grossa com baixas concentrações de matéria orgânica (Verdonschot 1999). Segundo Dumnicka (1976) esta espécie é comum em córregos de baixa ordem. No presente estudo, sete espécimes foram registrados habitando o córrego Galharada. Estudos prévios relatam a ocorrência desta espécie em ambientes aquáticos do Pantanal Mato-Grossense (Takeda et al. 2000) e sobre o dorso de larvas de Odonata (Ipeúna, Estado de São Paulo) (Corbi et al. 2004).

5. *Pristina biserrata* Chen, 1940

Espécie previamente registrada na Argentina (Brinkhurst & Marchese 1989), no Brasil, em trechos do Alto Rio Paraná (Montanholi-Martins & Takeda 1999), e na China (Timm 1999). No presente estudo foi registrada no córrego Galharada.

6. *Pristina leidy* Smith 1896

Espécie cosmopolita, incomum, mas relativamente distribuída em águas superficiais da América do Sul, Central e do Norte (Brinkhurst & Marchese 1989, Wetzel & Taylor 2001). No presente

estudo foi coletada apenas no córrego Galharada. Esta espécie foi registrada por Gorni & Alves (2006) em associação com molusco gastrópode *Pomacea* no município de Araraquara (SP).

7. *Pristina proboscidea* Beddard 1895

Espécie registrada em varias localidades da América do Sul, região cento-sul da China e Austrália (Righi 1984, Brinkhurst & Marchese 1989, Timm, 1999, Pinder 2001). No presente estudo foi coletada apenas no córrego Galharada. No Brasil *P. proboscidea* foi registrada, por Takeda (1999) no Alto Rio Paraná, por Takeda et al. (2000) no Pantanal Mato-Grossense e por Corbi et al. (2005) no Estado de São Paulo.

8. *Pristinella jenkinsi* (Stephenson 1931)

Espécie com ocorrência em ambientes límnicos da América do Sul, América do Norte, Ásia, África e Austrália (Righi 1984, Timm 1999, Ohtaka 2001, Pinder 2001, Wetzel & Taylor 2001). Esta espécie foi encontrada por Alves et al. (2006) nos córregos Pinheirinho e Gouveia, ambos pertencentes à região central do Estado de São Paulo. No presente estudo foi registrada nos três córregos amostrados.

9. *Pristinella longidentata* (Harman 1965)

Espécie registrada para a América do Sul e Central (Brinkhurst & Marchese 1989). Espécie previamente registrada no Brasil no Pantanal Mato-Grossense (Takeda et al. 2000), no Alto Rio Paraná (Montanholi-Martins & Takeda 1999, 2001) e no Rio Mogi-Guaçu (SP) (Alves & Strixino 2000). No presente estudo foi coletada no córrego Galharada.

10. *Pristinella notopora* Cernosvitov 1937

Espécie registrada por Brinkhurst & Marchese (1989) na Argentina. Registrada por Montanholi-Martins & Takeda (1999) em trechos do Alto Rio Paraná. No presente estudo foi coletada nos três córregos amostrados.

11. *Pristinella minuta* (Stephenson 1914)

Espécie anteriormente registrada na América do Sul (Brasil) (Righi 1984), na América do Norte e Ásia (Brinkhurst & Marchese 1989). No presente estudo foi registrada no córrego Galharada.

12. *Pristinella osborni* (Walton 1906)

Espécie registrada na Austrália (Pinder 2001), na América do Sul e Central (Brinkhurst & Marchese 1989) e no Brasil (Pantanal Mato-Grossense) por Takeda et al. (2000). No presente estudo foi registrada apenas no córrego Galharada.

13. *Pristinella sima* (Marcus 1944)

Espécie com ocorrência na América do Sul, China e Turquia (Brinkhurst & Marchese 1989; Timm 1999, Arslan & Sahin 2004). No presente estudo foi registrada nos córregos Galharada e Serrote.

Segundo Brinkhurst & Marchese (1989), as espécies citadas anteriormente, *P. minuta*, *P. osborni* e *P. sima*, podem ser consideradas sinônimas devido à grande similaridade de suas características morfológicas, evidenciando a necessidade de uma profunda revisão da taxonomia do gênero. Contudo, o presente trabalho manteve-se conservador quanto à união destas três espécies em um só táxon, visto que ainda existem muitas dúvidas sobre a taxonomia do referido gênero.

TUBIFICIDAE

1. *Aulodrilus limnobius* Bretscher 1899

Espécie amplamente distribuída, com registros na América do Sul, América do Norte, Europa e Ásia (Righi 1984, Brinkhurst &

Marchese 1989). Montanholi-Martins & Takeda (1999, 2001) registraram *A. limnobius* em regiões com sedimento arenoso no Alto Rio Paraná (Brasil). No presente estudo a espécie foi registrada nos córregos Galharada e Serrote.

2. *Bothrioneurum* sp. Stolc 1888

Segundo Brinkhurst & Marchese (1989), as espécies do gênero *Bothrioneurum* apresentam uma ampla distribuição. O gênero foi registrado em afluentes da Bacia do Ribeirão do Ouro (Araraquara - São Paulo) por Alves & Lucca (2000). No presente estudo foi registrado apenas no córrego Serrote. Devido à imaturidade sexual sua identificação ficou restrita ao nível de gênero.

3. *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparède 1862

Espécie cosmopolita, provavelmente o oligoqueta aquático mais comumente coletado ao redor do mundo, ocorrendo em ampla variedade de ambientes aquáticos (Wetzel & Taylor 2001, Nijboer et al. 2004). Segundo Verdonschot (1989) e Marchese & Drago (1999) esta espécie ocorre em substratos enriquecidos organicamente, tolerando baixos níveis de oxigênio. A presença *L. hoffmeisteri* no presente estudo, juntamente com as informações da literatura comprovam a plasticidade desses organismos em habitar diferentes ambientes, que variam desde nascentes protegidas a ambientes poluídos. No presente estudo foi registrada nos córregos Galharada e Serrote. No Estado de São Paulo *L. hoffmeisteri* foi previamente registrada, por Alves & Lucca (2000), Alves & Strixino (2000), Pamplim et al. (2005), Alves et al. (2006) e Alves et al. (2008).

Considerações Finais

Os córregos do PECJ apresentam características de ambientes de montanha (corredeiras, leitos pedregosos, águas frias, etc.). Segundo Dumnicka (1994), estas características restringem a ocorrência dos vermes oligoquetos a uma pequena porcentagem da fauna total de macroinvertebrados bentônicos, provavelmente, por serem, os vermes oligoquetos, mais sensíveis às bruscas variações que acometem riachos desta natureza.

De forma geral, podemos considerar a riqueza de espécies obtida no presente trabalho (17 espécies) proporcionalmente alta, representando cerca de um quarto do número total de espécies de oligoquetas límnicos já registrado para ambientes aquáticos brasileiros (70 espécies segundo Righi 2002). Tais resultados tornam este inventário de suma importância quando tratamos de um grupo de organismos tão pouco estudado.

Agradecimentos

À Márcia Spies e toda a equipe coordenada pelo Professor Dr. Cláudio Gilberto Froehlich da Universidade de São Paulo (Ribeirão Preto). Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Comportamento e Biologia Animal/UFJF. Ao Programa Biota - FAPESP pelo auxílio concedido e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida ao autor. Este trabalho faz parte do projeto Biota-Fapesp "Levantamento e Biologia de Insecta e Oligochaeta Aquáticos de Sistemas Lóticos do Estado de São Paulo".

Referências Bibliográficas

- AGOSTINHO, A.A., THOMAZ, S.M. & GOMES, L.C. 2005. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. Megadiversidade, 1(1): 70-78.
- ALVES, R.G. & LUCCA, J.V. 2000. Oligochaeta (Annelida: Clitellata) como indicador de poluição orgânica em dois córregos pertencentes à Bacia

- do Ribeirão do Ouro Araraquara (São Paulo-Brasil). *Braz. j. ecol.*, 4 (1-2): 112-117.
- ALVES, R.G., MARCHESE, M.R. & ESCARPINATI, S.C. 2006. Oligochaeta (Annelida: Clitellata) in lotic environments in the state of São Paulo (Brazil). *Iheringia, Zool.*, 96 (4): 431-435.
- ALVES, R.G., MARCHESE, M.R. & MARTINS, R.T. 2008. Oligochaeta (Annelida, Clitellata) of lotic environments at Parque Estadual Intervales (São Paulo, Brazil). *Biota Neotrop.*, 8(1): 69-72.
- ALVES, R.G. & STRIXINO, G. 2000. Distribuição espacial de Oligochaeta do sedimento de uma lagoa marginal do rio Mogi-Guaçu-SP. *Iheringia, Zool.*, 88: 173-180.
- ARSLAN, N. & SAHIN, Y. 2004. First records of some Naididae (Oligochaeta) species of Turkey. *Turk J. Zool.*, 28: 07-18.
- BICUDO, M. & BICUDO, D.C. 2004. Amostragem em Limnologia. *RiMa*, São Carlos, 371p.
- BRINKHURST, R.O. & JAMIESON, B.G.M. 1971. Aquatic Oligochaeta of the world. Oliver and Boyd, Edinburgh. University of Toronto Press, xi + 860p.
- BRINKHURST, R.O. & MARCHESE, M.R. 1989. Guia para la indentificacion de Oligoquetos acuáticos continentales de Sud y Centroamerica. *Climax*, Santa Fé, Argentina. 207p.
- CORBI, J.J., JANCOS, M.A., TRIVINHO-STRIXINO, S. & FRAGOSO, E.N. 2004. Occurrence of Oligochaeta living on larvae of Odonata from Ipeúna (São Paulo State, Brazil). *Biota Neotrop.*, 4 (2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v4n2/pt/fullpaper?bn03304022004+en> (último acesso 12/06/2007).
- CORBI, J.J., TRIVINHO-STRIXINO, S. & ALVES, R.G. 2005. Records of oligochaetes in freshwater sponges, on bryozoarians and on colonial hydrozoans from Brazil. *Braz. j. biol.*, 65(1): 187-188.
- DUMNICKA, E. 1976. Oligochaetes (Oligochaeta) of some streams of the High Tatra Mts and of the River Bialka Tatrzarska. *Acta hydrobiol.*, 18(3): 305-315.
- DUMNICKA, E. 1994. Communities of oligochaetes in mountain streams of Poland. *Hydrobiologia*, 278: 107-110.
- ERSÉUS, C., GRIMM, R., HEALY, B., LUNDBERG, S., ROTA, E. & TIMM, T. 1999. Clitellate diversity in Nationalstadsparken, an urban national park in Stockholm, Sweden. *Hydrobiologia*, 406: 101-110.
- GORNI, G.R. & ALVES, R.G. 2006. Naididae (Annelida, Oligochaeta) associated with *Pomacea bridgesii* (Reeve) (Gastropoda, Ampullariidae). *Rev. bras. zool.*, 23(4): 1059-1061.
- LENCIONI, V., DUMNICKA, E. & MAIOLINI, B. 2004. The oligochaete fauna in high mountain streams (Trentino, NE Italy): ecological and taxonomical remarks. *Studi Trent. Sci. Nat. Acta Biol.*, 81: 167-176.
- MARCHESE, M. & DRAGO, I.E. 1999. Use of benthic macroinvertebrates as organic pollution indicators in lotic enviroments of Paraná River drainage basin. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 46(3/4): 233-255.
- MCCAFFERTY, W.P. 1981. Aquatic Entomology: the fisherman's and ecologist's illustrated guide to insects and their relatives. Science Books International, Boston, XV+448p.
- MELO, A.S. & FROEHLICH, C.G. 2001. Macroinvertebrates in neotropical streams: richness patterns along a catchment and assemblage structure between 2 seasons. *Journal of North American Benthological Society*, 20(1): 01-16.
- MONTANHOLI-MARTINS, M.C. & TAKEDA, A.M. 1999. Communities of Benthic Oligochaetes in Relation to Sediment Structure in the Upper Paraná River, Brazil. *Studies Neotropical Fauna & Environment*, 34: 52-58.
- MONTANHOLI-MARTINS, M.C. & TAKEDA, A.M. 2001. Spatial and temporal variations of oligochaetes of Invinhema River and Patos Lake in the Upper Paraná River Basin, Brazil. *Hydrobiologia*, 463: 197-205.
- NIJBOER, R.C., WETZEL, M.J. & VERDONSCHOT, P.F.M. 2004. Diversidade and distribution of Tubificidae, Naididae, and Lumbriculidae (Annelida: Oligochaeta) in the Netherlands: na evaluation of twenty years of monitoring data. *Hydrobiologia*, 520: 127-141.
- OHTAKA, A. 2001. Oligochaetes in lake Towada, Japan, na oligotrophic caldera. *Hydrobiologia*, 463: 83-92.
- PAMPLIN, P.A.Z., ROCHA, O. & MARCHESE, M. 2005. Riqueza de espécies de Oligochaeta (Anellida, Clitellata) em duas represas do Rio Tietê (São Paulo). *Biota Neotrop.*, 5(1): 1-8.
- PINDER, A. 2001. Notes on the diversity and distribution of Australian Naididae and Phreodrilidae (Oligochaeta: Annelida). *Hydrobiologia*, 463: 49-64.
- RIBEIRO, L.O. & UIEDA, V.S. 2005. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de Serra de Itatinga, São Paulo, Brasil. *Braz. j. biol.*, 22(3): 613-618.
- RIGHI, G. 1974. Notas sobre os Oligochaeta, Enchytraeidae do Brasil. *Pap. avulsos zool.*, 28(7): 127-145.
- RIGHI, G. 1981. Notas sobre Enchytraeidae (Oligochaeta) brasileiras. *Rev. bras. Zool.*, 41(2): 427-430.
- RIGHI, G. 1984. Manual de identificação de invertebrados límnicos do Brasil. CNPq/Coordenação Editorial, 48p.
- RIGHI, G. 2002. Anelídeos Oligoquetos. In *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil. Invertebrados de água doce*. v. 4 (D. Ismael, W. C. Valenti, T. Matsumura-Tundisi, O. Rocha eds.). FAPESP, São Paulo.
- ROCHA, O. 2003. Águas Doces (Versão Preliminar). In: *Avaliação do estado do conhecimento da diversidade biológica do Brasil*. Brasília, COBIO/MMA – GTB/CNPq – NEPAM/UNICAMP, 70 p.
- ROQUE, F.O. 2005. Chironomidae (Diptera) em córregos de baixa ordem em áreas florestadas do Estado de São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 71p.
- SCHROEDER-ARAUJO, L.T., STEMPNIEWSKI, H.L., CIPÓLLI, M.N., SANTOS, L.E., SANTO-PAULO, M. & CORRÊA-CREMONESI, W. 1986. Estudo Limnológico e Climatológico da Região do Parque Estadual de Campos do Jordão, SP, com vistas ao povoamento com truta Arco-Íris, *Salmo irideus* Gibbons. *Bol. Inst. Pesca*, 13(2): 63-76.
- SEIBERT, P. 1975. Plano de manejo do Parque Estadual de Campos do Jordão. Boletim Técnico do Instituto Florestal de São Paulo, 19: 1-153.
- SURIANO, M.T. 2003. Estudos da fauna de Chironomidae (Diptera) nos córregos Galharada, Campo do Meio e Casquilho do Parque Estadual de Campos do Jordão. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 50p.
- TAKEDA, A.M. 1999. Oligochaeta community of alluvial Upper Paraná River, Brazil: spatial and temporal distribution (1987-1988). *Hydrobiologia*, 412: 35-42.
- TAKEDA, A.M., PEREIRA, M.C.F., BARBOSA, F.A.R. 2000. Zoobenthos survey of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. In WILLINK, P.W., CHERNOFF, B., ALONSO, L.E., MONTAMBAULT, J.R. & LOURIVAL, R. A Biological assessment of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Rap Bulletin of Biological Assessment, 18. Conservation International, Washington, DC.
- TIMM, T. 1999. Distribution of freshwater oligochaetes in the west and east coastal regions of North Pacific Ocean. *Hydrobiologia*, 406: 67-81.
- TRIVINHO-STRIXINO, S., CORREIA, L.C.S. & SONODA, K. 2000. Phytophilous Chironomidae (Diptera) and other Macroinvertebrates in the ox-bow Infernã Lake (Jatáí Ecological Station, Luiz Antônio, SP, Brazil). *Braz. j. biol.*, 60(3): 527-535.
- VERDONSCHOT, P.F.M. 1989. The role of oligochaetes in management of waters. *Hydrobiologia*, 180: 213-217.
- VERDONSCHOT, P.F.M. 1999. Micro-distribution of oligochaetes in a soft-bottomed lowland stream (Elsbeek; Netherlands). *Hydrobiologia*, 406: 149-163.
- WETZEL, M.J. & TAYLOR, S.J. 2001. First records of freshwater oligochaetes (Annelida, Clitellata) from caves in Illinois and Missouri, USA. *Journal of Cave and Karst Studies*, 63(3): 99-104.

Recebido em 18/08/08

Versão reformulada recebida em 14/11/08

Publicado em 19/11/08

Nicho ecológico e aspectos da história natural de *Phyllomedusa azurea* (Anura: Hylidae, Phyllomedusinae) no Cerrado do Brasil Central

Evellyn Borges de Freitas¹, Crizanto Brito De-Carvalho¹, Renato Gomes Faria^{1,5},

Renato de Carvalho Batista², Cássio de Carvalho Batista²,

Wellington Araújo Coelho³ & Adriana Bocchiglieri⁴

¹Departamento de Biologia, Universidade Federal de Sergipe – UFS, Cidade Universitária Prof. Aloísio de Campos, Jardim Rosa Elze, CEP 49100-000, São Cristóvão, SE, Brasil

²Faculdades Integradas da Terra de Brasília – FTB, Av. Recanto das Emas, Quadra 203, Lote 31 S/N, CEP 72610-300, Brasília, DF, Brasil, www.ftb.edu.br

³Campus I, Universidade Católica de Brasília – UCB, Q.S. 07, Lote 01, Estrada Parque Contorno – EPCT, Águas Claras, CEP 71966-700, Brasília, DF, Brasil, www.ucb.br

⁴Departamento de Ecologia, Campus Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília – UnB, Asa Norte, CEP 70919-970, Brasília, DF, Brasil, www.unb.br

⁵Autor para correspondência: Renato Gomes Faria, e-mail: renatogfaria@ufs.br, renatogfaria@gmail.com, www.ufs.br

FREITAS, E.B., DE-CARVALHO, C.B., FARIA, R.G., BATISTA, R.C., BATISTA, C.C., COELHO, W.A. & BOCCHIGLIERI, A. **Ecological niche and aspects of the natural history of *Phyllomedusa azurea* (Anura: Hylidae, Phyllomedusinae) in the Cerrado of Central Brazil.** *Biota Neotrop.* 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/en/abstract?article+bn02108042008>

Abstract: Aspects of the ecology and natural history of *Phyllomedusa azurea* were investigated in an area of Central Brazilian Cerrado between April, 2006, and February, 2007. Observations were conducted between 6:00 PM and 5:00 AM. The study focused on spatial, temporal, and trophic niches, morphometry and reproduction. Most animals were recorded vocalizing in places dominated by herbaceous vegetation and an open canopy. The main substrates used were bushes and trees, and animals were seen perched most often between 0.5 and 1.0 m of height. Spatial niche breadth was 2.91 and 3.83 for substrate and perch height, respectively. Most animal were sighted close to lentic water bodies, usually up to 0.50 m. It is possible that these characteristics are related primarily to the phylogeny of the genus and secondarily to the specific needs of the species and the local availability of resources. The bushes and trees were used by the species mainly as sites of vocalization and oviposition. Specimens of *Phyllomedusa azurea* was sighted most frequently between 8:00 PM and 9:00 PM. Estimated temporal niche breadth (activity period) was 4.68. Prolonged reproductive pattern was also observed predominantly in the months with higher temperature and higher humidity (September to February). The diet consisted of eleven items. The most important prey taxon for the females was Orthoptera (IVI = 63), whereas for the males, it was Araneae (IVI = 33). The breadth numeric and volumetric of the trophic niche, was respectively 1.80 and 1.16, for females, and 4.03 and 3.92, for males. Males and females differed in size (SVL) and mass, with the females being larger and heavier. The sizes of smaller reproductive individuals males and females were 34.64 and 40.33 mm, respectively. Differences in size may be related to different investments in reproduction by the two sexes.

Keywords: ecology, niche, habitat use, time activity, diet, sexual dimorphism.

FREITAS, E.B., DE-CARVALHO, C.B., FARIA, R.G., BATISTA, R.C., BATISTA, C.C., COELHO, W.A., BOCCHIGLIERI, A. **Nicho ecológico e aspectos da história natural de *Phyllomedusa azurea* (Anura: Hylidae, Phyllomedusinae) no Cerrado do Brasil Central.** *Biota Neotrop.* 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/pt/abstract?article+bn02108042008>

Resumo: Aspectos da ecologia e da história natural de *Phyllomedusa azurea* foram estudados em uma área de cerrado do Brasil Central, entre abril de 2006 e fevereiro de 2007. As observações foram realizadas entre as 18:00 e 5:00 h. Os aspectos investigados são referentes aos nichos espacial, temporal e trófico, morfometria e reprodução. A maioria dos animais vocalizou em locais com predominância do estrato herbáceo e de dossel aberto. Os principais substratos utilizados foram arbustos e árvores. Com relação às alturas de empoleiramento, os animais foram encontrados principalmente em locais entre 0,50 e 1,00 m de altura. As amplitudes de nicho espacial (substrato e altura de empoleiramento) foram respectivamente 2,91 e 3,83. A maioria dos animais foi encontrada próxima a corpos d'água lênticos, normalmente até 0,50 m. É possível que essas características estejam primariamente relacionadas com a filogenia do gênero e secundariamente às necessidades particulares da espécie e à disponibilidade local de recursos. Os arbustos e árvores utilizados pela espécie servem como sítios de vocalização e ovoposição. Os espécimes de *Phyllomedusa azurea* foram localizados principalmente entre às

20:00 e 21:00 h. A largura de nicho temporal estimada (horário de atividade) foi de 4,68. Padrão reprodutivo prolongado foi também observado, predominando nos meses de maior temperatura e umidade (setembro a fevereiro). A dieta constituiu-se de 11 itens, sendo que o item mais importante para as fêmeas foi Orthoptera (IVI = 63) e para os machos Araneae (IVI = 43). As amplitudes numérica e volumétrica do nicho trófico foram respectivamente 1,80 e 1,16, para fêmeas, e 4,03 e 3,92, para machos. Machos e fêmeas diferiram em tamanho (CRC) e massa, com as fêmeas sendo maiores e mais pesadas. Os tamanhos dos menores indivíduos reprodutivos de machos e fêmeas foram 34,64 e 40,33 mm, respectivamente. Diferenças no tamanho podem estar relacionadas a distintos investimentos na reprodução pelos dois sexos.

Palavras-chave: ecologia, nicho, uso de habitat, horário de atividade, dieta.

Introdução

Phyllomedusa azurea Cope, 1862 foi recentemente revalidada sendo incluída no grupo de *P. hypochondrialis* (Caramaschi 2006). Está distribuída do leste da Bolívia, Paraguai até o norte da Argentina e em áreas de influência das regiões do Pantanal e Cerrado no Brasil Central, ocorrendo nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais e no estado de São Paulo (Frost 2008, Prado et al. 2008). É uma espécie que possui porte médio para o grupo e, como outras espécies do gênero, deposita seus ovos na vegetação que margeia corpos d'água (Bastos et al. 2003, Caramaschi 2006).

O hábito de *P. azurea* é caracterizado como arborícola, possuindo adaptações morfológicas que beneficiam o mesmo, como o primeiro dedo da mão e o primeiro e segundo dos pés oponíveis aos demais (Caramaschi & Cruz 2002, Caramaschi 2006) e, mesmo tendo a capacidade para saltar, os representantes deste gênero são normalmente observados caminhando lentamente sobre galhos e folhas em busca de alimento ou locais para repouso (Duellman & Trueb 1994).

Informações sobre a dieta de *P. azurea* são muito escassas e baseadas em uma pequena amostra (Dure 1999). Os principais itens listados por esta autora para a área de Corrientes – Argentina de uma amostra de nove estômagos foram Diptera, Homoptera e Hymenoptera, respectivamente. Para o Cerrado não existe até o momento informações publicadas sobre a dieta desta espécie. Os modos de forrageamento e a composição da dieta em anuros são importantes fatores para a compreensão de suas interações ecológicas (Anderson & Marthis 1999). Em geral os anfíbios são insetívoros, podendo também se alimentar de outros pequenos invertebrados (Eterovick & Sazima 2004). A dieta está diretamente relacionada a aspectos morfológicos e fisiológicos que contribuem para a localização, identificação, captura e ingestão de uma ampla variedade de presas (Pough et al. 2004). A seleção de presas depende também de sua disponibilidade estacional, podendo variar em quantidade e qualidade ao longo do ano. Por isso, os anuros são considerados em geral, oportunistas na escolha de suas presas, estando suas dietas normalmente associadas às proporções das mesmas no ambiente em que vivem (Duellman & Trueb 1994).

Mesmo com o crescente número de trabalhos relacionados à ecologia de anfíbios nos últimos anos (e.g. Rodrigues et al. 2003, 2005, Silva et al. 2005, De-Carvalho et al. 2008, Lucas et al. 2008), há carência de informações básicas sobre a biologia da maior parte das espécies do Cerrado (Brites et al. in press). Poucas informações (e.g. Rodrigues et al. 2007, Prado et al. 2008) foram geradas para *Phyllomedusa azurea* desde sua revalidação por Caramaschi (2006). Dessa forma, com o presente estudo, buscamos aumentar o conhecimento sobre a biologia de *P. azurea* em área de Cerrado, no que diz respeito ao uso dos recursos espaciais, alimentares e temporais, sendo apresentadas também algumas informações sobre os aspectos reprodutivos dessa espécie.

Material e Métodos

Phyllomedusa azurea foi estudada em uma área de Cerrado pertencente à fazenda Porta do Céu (16° 13' 50" S e 48° 04' 49" W), município de Novo Gama, GO. Com uma área de 582,3 ha, a fazenda mantém fitofisionomias típicas do Cerrado como matas de galeria, cerrado *sensu strictu* e campos em bom estado de conservação. O clima é sazonal com duas estações bem definidas: inverno seco que compreende o período de abril a setembro e verão chuvoso de outubro a março (Eiten 1972). A precipitação média anual fica entre 1.500 a 1.700 mm (Nimer 1989).

As coletas foram realizadas por duas pessoas, sendo adotadas duas noites consecutivas a cada semana entre os meses de abril de 2006 a fevereiro de 2007, totalizando 94 dias de campo. O método utilizado foi o de busca ativa (Crump & Scott 1994), entre as 18:00 e 5:00 h em duas áreas brejosas, um fragmento de mata de galeria e três lagoas. Na primeira noite de cada semana foram vistoriadas duas lagoas e uma das áreas brejosas, e na segunda noite as demais áreas. Procurou-se manter esforços de coleta próximos para cada área estudada.

Os animais coletados foram acondicionados separadamente em sacos plásticos, cada um contendo uma etiqueta de identificação. No momento do encontro foram tomadas algumas informações como hábitat, se o animal estava em atividade de vocalização, horário, substrato utilizado, estrato predominante da vegetação (herbáceo, arbóreo, arbustivo, etc.), característica do dossel (aberto, intermediário ou fechado), altura de empoleiramento, distância até o corpo de água mais próximo e velocidade da água (corpo d'água lântico ou lótico).

Depois de coletados, os animais foram sacrificados com injeção de lidocaína 2%. A massa foi mensurada com o auxílio de um dinamômetro (precisão de 0,5 g) e 21 medidas (Figura 1) foram tomadas com um paquímetro digital (precisão de 0,01 mm): CRC (comprimento rostro-cloacal); largura e altura do corpo; comprimento, largura e altura da cabeça; diâmetro do tímpano e do olho; distâncias interocular, olho-narina e inter-nasal; comprimentos e larguras do braço, antebraço, coxa e perna e comprimentos da mão e do pé. Todas as medidas de estruturas pares foram tomadas do lado direito do corpo do animal. Todos os animais coletados foram depositados na coleção Herpetológica da UNB (CHUNB).

Após serem medidos, os animais foram devidamente etiquetados, fixados em formalina 10% e conservados em álcool 70%. A condição reprodutiva (CR) dos animais foi verificada analisando-se as gônadas (fêmeas) e o saco vocal (machos), sendo atribuídas para cada sexo três classes: para as fêmeas, classe I – ovidutos desenvolvidos com tamanhos reduzidos e ovários pouco desenvolvidos, classe II – os ovidutos estão parcialmente enovelados e os ovários parcialmente desenvolvidos e classe III – os ovidutos são bastante enovelados e ovários bem desenvolvidos; para os machos, saco vocal reduzido (SVR) – não desenvolvido, intermediário (SVI) – parcialmente

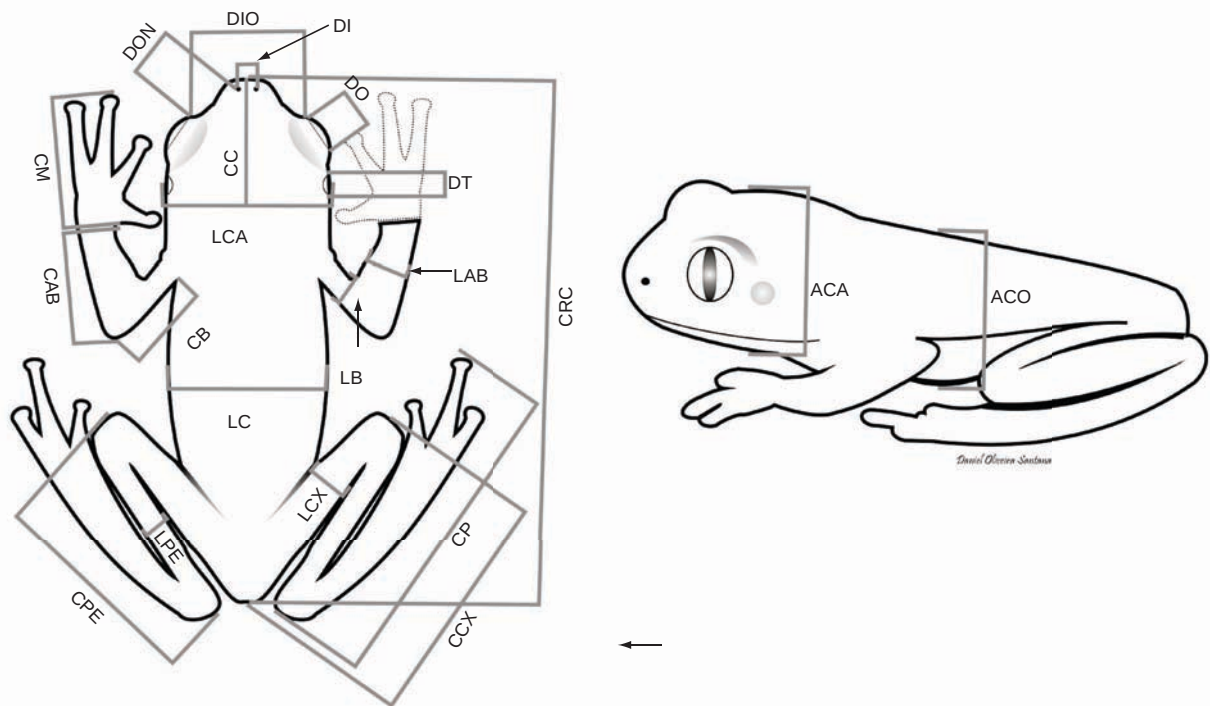


Figura 1. Características morfológicas de *Phyllomedusa azurea* do município de Novo Gama, GO, Brasil. CC, comprimento da cabeça; ACA, altura da cabeça; LCA, largura da cabeça; DON, distância olho-narina; DIO, distância interocular; DO, diâmetro do olho; DI, distância internasal; DT, Diâmetro do tímpano; CRC, comprimento rostro-cloacal; ACO, altura do corpo; LC, largura do corpo; LB, largura do braço; CB, comprimento do braço; LAB, largura do ante-braço; CAB, comprimento do ante-braço; CM, comprimento da mão; LCX, largura da coxa; CCX, comprimento da coxa; LPE, largura da perna; CPE, comprimento da perna; CP, comprimento do pé.

Figure 1. Morphological characteristics for *Phyllomedusa azurea* from the municipality of Novo Gama, GO, Brazil. CC, head length; ACA, head height; ACL, head width; DON, eye-nostril distance; DIO, interocular distance, DO, eye diameter; DI, internasal distance; DT, tympanum diameter; CRC, snout-vent length; ACO, body height; LC, body width, LB, arm width, CB, arm length; LAB, forearm width; CAB, forearm length, CM, hand length; LCX, thigh width; CCX, thigh length; LPE, leg width; CPE, leg length; CP, foot length.

desenvolvido e evidente (SVE) – bem desenvolvido. Os animais considerados potencialmente reprodutivos foram os de classe III (fêmeas) e SVE (machos) (Mesquita et al. 2004).

Em laboratório, os estômagos foram retirados e abertos e os seus conteúdos analisados sob microscópio estereoscópico. Os itens encontrados foram identificados com o auxílio de bibliografia especializada (Buzzi 2002), até o nível de ordem. As presas foram contadas e, aquelas encontradas inteiras, medidas com paquímetro, quanto ao maior comprimento e largura, para estimar seus volumes através da fórmula do volume do elipsóide (Magnusson et al. 2003):

$$\text{Volume} = (\pi \cdot \text{comprimento} \cdot \text{largura}^2) / 6 \quad (1)$$

Um índice de valor de importância (IVI) foi calculado para verificar o quanto cada item alimentar participa na dieta de *Phyllomedusa azurea*, através da seguinte equação (Gadsden & Palácios-Orona 1997):

$$\text{IVI} = (N\% + V\%) / 2 \quad (2)$$

onde N é o número e V o volume de presas em cada categoria de item alimentar, todos em porcentagem.

As amplitudes de nicho alimentar (B) para machos e fêmeas foram calculadas separadamente utilizando o índice de diversidade de Simpson (1949). O mesmo índice foi adotado no cálculo das

amplitudes de nicho espacial (hábitat, substrato e altura de empoleiramento) e temporal (períodos do ano e horários) e, nestes casos, os dados de machos e fêmeas foram agrupados.

Todas as variáveis morfométricas e as dimensões das presas foram $\log_{10}$ -transformadas para aproximar a amostra de uma distribuição normal e reduzir os efeitos de escala. Variáveis tamanho-ajustadas (resíduos) foram geradas por meio de regressões lineares simples entre o CRC e cada variável tomada. Diferenças no tamanho e na forma de machos e fêmeas de *P. azurea* foram inicialmente investigadas por uma análise de componentes principais (ACP) das variáveis tamanho-ajustadas (Tabachnick & Fidell 2000). Os tamanhos dos corpos (CRC) foram então comparados entre os sexos por análise de variância (ANOVA) e a massa por análise de covariância (ANCOVA), tomando por co-variável o CRC.

As proporções numéricas e volumétricas com que as categorias de presas foram utilizadas por cada sexo foram comparadas pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e a preferência por locais com corpos d'água lênticos ou lúcticos pelo teste de G com correção de Yates (Ayres et al. 2007). A análise de Correlação Canônica entre dois grupos de variáveis (comprimento e largura máximos de presas vs. comprimento, largura e altura da cabeça) foi aplicada para investigar as relações entre as dimensões das presas e as medidas da cabeça. Diferenças intersexuais com relação à posição vertical (altura de empoleiramento)

e distância do corpo d'água mais próximo foram testadas por análise de variância (ANOVA) (Zar 1999, Hill & Lewicki 2007).

As análises estatísticas foram realizadas nos softwares Systat 12.0 (Wilkinson 1990) e BioEstat 5.0 (Ayres et al. 2007), com nível de significância de 5%.

Resultados

Foram coletados 56 espécimes de *Phyllomedusa azurea* (48 machos e 8 fêmeas). Um resumo dos dados morfométricos está disponível na Tabela 1. Machos e fêmeas diferiram em tamanho (CRC) ($F_{1,54} = 51,543$, $P < 0,0001$, $N = 56$) e massa (ANCOVA, $F_{1,53} = 27,060$, $P < 0,0001$, $N = 56$), com as fêmeas sendo maiores e mais pesadas (Tabela 1). Os resultados da análise dos componentes principais (ACP) mostraram diferenças adicionais (Tabela 2, Figura 2), porém os dois primeiros componentes acumularam menos de 40% da variação da análise. O primeiro componente principal está relacionado com a largura do antebraço, da perna e da cabeça (Tabela 2). Já o segundo componente relaciona-se com o comprimento do pé e da coxa (Tabelas 1 e 2; Figura 2).

Phyllomedusa azurea foi encontrada principalmente em área brejosa (91%) com predomínio do estrato herbáceo (91%) e com característica de dossel aberto (61%). Os substratos mais utilizados foram arbustos (45%) e árvores (34%), onde foram observadas desde o solo até 2,5 m de altura, com predominância entre 0,5 e 1,0 m (39%) (Figura 3). Não foram verificadas diferenças entre as alturas de empoleiramento adotadas por cada um dos sexos (ANOVA, $F_{1,52} = 0,441$,

$P = 0,509$, $N = 56$) e nem para as distâncias até os corpos d'água mais próximos (ANOVA, $F_{1,54} = 0,252$, $P = 0,617$, $N = 56$). Os espécimes foram observados em locais que normalmente não excediam 5,0 m do corpo d'água mais próximo, sendo mais comuns em locais com até 0,50 m da margem (Figura 4). Quanto à velocidade da água nas proximidades em que os animais foram encontrados, 79% dos indivíduos foram observados em locais com corpos d'água lenticos. Machos e fêmeas não diferiram com relação à ocupação de ambientes lenticos ou lóticos ($G = 0,6748$, $g.l. = 1$, $P = 0,4114$) (Figura 5). A amplitude do nicho espacial referente ao tipo de habitat, substrato e altura de empoleiramento foram respectivamente: 1,20; 2,91 e 3,83.

Os indivíduos foram observados entre os meses de setembro de 2006 a fevereiro de 2007, sendo mais frequentes nos meses de setembro e outubro, cujas médias de precipitação foram de 40,3 e 526,4 mm, de umidade relativa 49 e 80% e de temperatura 20 e 21,2 °C, respectivamente (Figura 6). Os horários de encontro variaram das 19:50 às 4:20 h, sendo mais frequentes entre as 20:00 e 21:00 h (36%; Figura 7). As amplitudes de nicho temporal estimadas para períodos do ano e horários foram 4,68 e 4,92, respectivamente. Dos 56 espécimes coletados 54% estavam vocalizando, 32% parados e 8% em apoplexia.

Foram analisados 56 estômagos de *P. azurea* (48 machos e oito fêmeas) dos quais cinco estavam vazios e quatro em processo avançado de digestão. Os espécimes utilizaram 11 categorias de itens alimentares, tendo sido verificado também material vegetal e detritos, que consistiram de pequenos grânulos de minerais como

Tabela 1. Medidas morfométricas de machos e fêmeas de *Phyllomedusa azurea* do município de Novo Gama, GO, Brasil. Medidas lineares são apresentadas em milímetros (mm) e a massa em gramas (g).

Table 1. Morphometric measurements of male and female of *Phyllomedusa azurea* from the municipality of Novo Gama, GO, Brazil. Linear measurements are given in millimeters (mm) and weight in grams (g).

Medidas morfométricas	Phyllomedusa azurea (N = 56)			
	Machos (N = 48)		Fêmeas (N = 8)	
	$\bar{x} \pm dp$	min-max	$\bar{x} \pm dp$	min-max
Massa	2,49 ± 0,41	1,80-3,70	4,49 ± 0,74	3,80-6,00
Comprimento rosto-cloacal	36,45 ± 2,06	32,99-41,70	42,33 ± 1,85	39,56-44,67
Largura do corpo	7,99 ± 2,26	2,77-13,59	13,68 ± 3,17	7,55-17,54
Altura do corpo	6,53 ± 1,23	3,74-9,05	8,64 ± 2,19	6,10-11,87
Comprimento da cabeça	13,00 ± 1,92	3,29-16,70	14,88 ± 1,54	12,59-16,84
Largura da cabeça	10,71 ± 1,06	7,24-14,11	11,98 ± 0,46	11,20-12,45
Altura da cabeça	6,74 ± 1,54	3,95-12,06	6,92 ± 1,21	4,92-8,56
Diâmetro do tímpano	1,86 ± 0,36	1,02-2,75	2,14 ± 0,40	1,48-2,88
Distância interocular	5,99 ± 0,90	1,49-7,43	7,20 ± 0,54	6,52-8,13
Distância olho-narina	2,59 ± 0,31	1,76-3,31	3,02 ± 0,24	2,61-3,33
Diâmetro do olho	3,73 ± 0,68	1,44-5,29	4,09 ± 0,65	3,23-4,84
Distância internasal	3,16 ± 0,36	2,25-3,83	3,45 ± 0,40	2,62-3,80
Comprimento do braço	7,86 ± 1,29	2,64-9,61	9,40 ± 1,02	7,66-10,66
Largura do braço	1,65 ± 0,36	0,90-2,60	1,56 ± 0,38	1,02-2,11
Comprimento do antebraço	8,99 ± 0,79	7,22-10,53	10,47 ± 0,67	9,65-11,79
Largura do antebraço	2,50 ± 0,54	1,04-3,80	2,37 ± 0,49	1,27-2,83
Comprimento da mão	8,52 ± 1,24	2,24-10,51	9,61 ± 0,75	8,56-10,68
Comprimento da coxa	12,49 ± 1,50	9,36-15,75	14,42 ± 0,82	13,39-15,80
Largura da coxa	3,22 ± 0,73	1,36-4,90	3,47 ± 0,67	2,09-4,22
Comprimento da perna	14,05 ± 1,35	10,29-17,09	16,45 ± 1,26	14,45-17,62
Largura da perna	2,48 ± 0,54	1,11-3,39	2,89 ± 0,37	2,38-3,43
Comprimento do pé	22,01 ± 1,39	18,29-25,14	24,03 ± 1,13	21,78-25,53

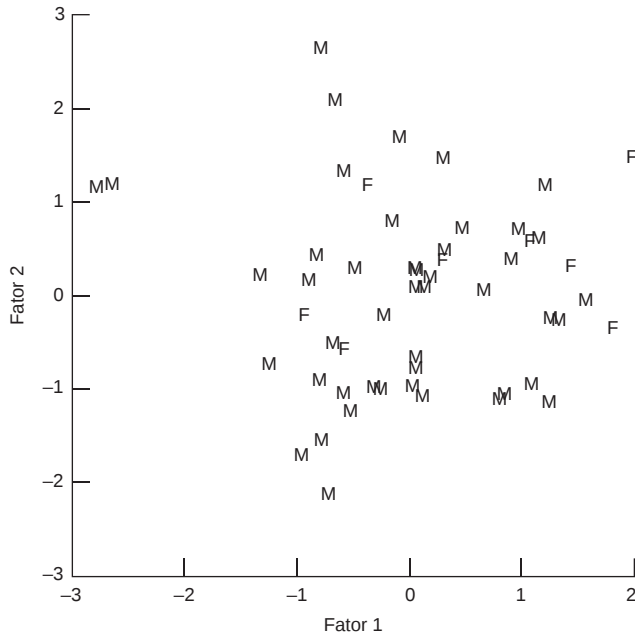


Figura 2. Escores dos fatores para CPI e CPII das variáveis morfológicas tamanho ajustadas para machos (M) e fêmeas (F) de *Phyllomedusa azurea* do município de Novo Gama, GO, Brasil.

Figure 2. The PC I and PC II factor scores for the size-adjusted morphological variables for male (M) and female (F) for *Phyllomedusa azurea* from the municipality of Novo Gama, GO, Brazil.

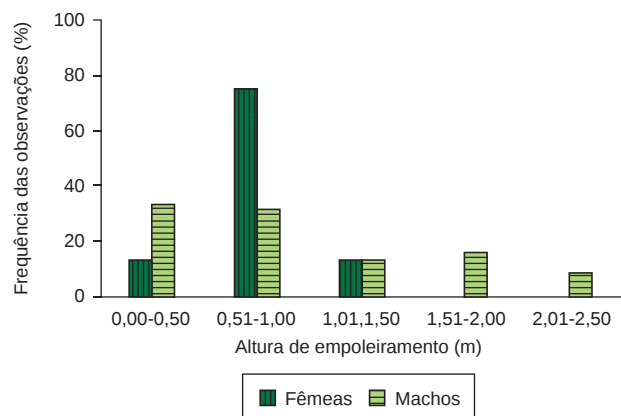


Figura 3. Frequência relativa das observações de machos e fêmeas de *Phyllomedusa azurea* com relação à altura de empoleiramento na vegetação, no município de Novo Gama, GO, Brasil.

Figure 3. Relative frequency of observations of male and female of *Phyllomedusa azurea* in relation to perch height on the vegetation from the municipality of Novo Gama, GO, Brazil.

areia e pedras (Tabela 3). A dieta de machos e fêmeas constituiu-se respectivamente de 11 e três categorias de itens alimentares (Tabela 3). As categorias mais frequentes foram, para os machos, material vegetal (38%) e Araneae (25%) e, para as fêmeas, material vegetal (75%), Hymenoptera e Orthoptera (ambos com 13%) (Tabela 3).

Foram observadas diferenças significativas nas proporções numéricas em que as categorias de presas foram utilizadas por machos (m) e fêmeas (f) (Kolmogorv-Smirnov, $D_{\max} = 0,7677$, g.l. = 2, $P < 0,0001$;

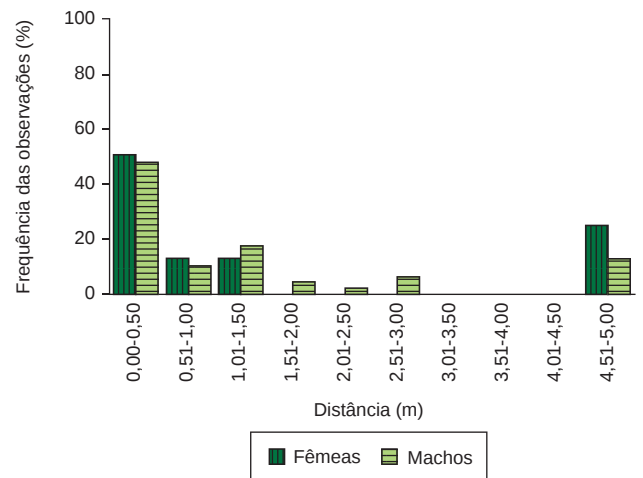


Figura 4. Frequência relativa das observações de machos e fêmeas de *Phyllomedusa azurea* com relação à distância do corpo d'água mais próximo, no município de Novo Gama, GO, Brasil.

Figure 4. Relative frequency of observations of male and female of *Phyllomedusa azurea* in relation distance from the nearest water body from the municipality of Novo Gama, GO, Brazil.

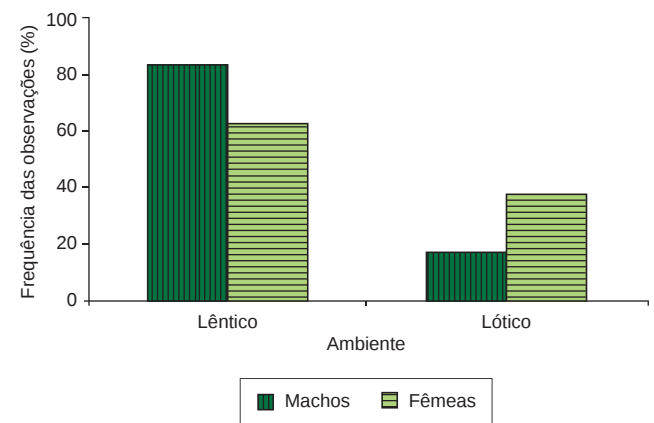


Figura 5. Frequência relativa das observações de *Phyllomedusa azurea* com relação à velocidade da água, no município de Novo Gama, GO.

Figure 5. Relative frequency of observations of *Phyllomedusa azurea* in relation the speed of the water from the municipality of Novo Gama, GO, Brazil.

$Bm = 4,03$ e $Bf = 1,80$). Os machos ingeriram maiores proporções de Araneae (43%) e as fêmeas de Hymenoptera (67%) (Tabela 3). O volume consumido para cada categoria também diferiu entre os sexos (Kolmogorv-Smirnov, $D_{\max} = 0,8788$, g.l. = 2, $P < 0,0001$; $Bm = 3,92$ e $Bf = 1,16$), com os machos consumindo maiores volumes de Araneae (43%) e as fêmeas de Orthoptera (93%) (Tabela 3). Os itens mais importantes (IVI) para machos foram Araneae (43%) e para as fêmeas Orthoptera (63%) (Tabela 3). Não foi observada relação entre as medidas da cabeça e as dimensões das presas utilizadas por *P. azurea* (Tabela 4).

Um resumo das condições reprodutivas de machos e fêmeas de *Phyllomedusa azurea* por classe de tamanho bem como dos volumes dos testículos encontra-se nas Tabelas 5 e 6. O comprimento rosto

Tabela 2. Escores dos cinco primeiros componentes principais das variáveis morfológicas tamanho-ajustadas de machos e fêmeas de *Phyllomedusa azurea* do município de Novo Gama, GO, Brasil. Valores mais significativos encontram-se em negrito.

Table 2. First five principal component scores for the size-adjusted morphological variables of male and female of *Phyllomedusa azurea* from Novo Gama, GO, Brazil. Most significant values are in bold.

Variáveis	Componentes principais				
	1	2	3	4	5
Altura do corpo	0,408	-0,477	-0,242	0,045	-0,447
Largura do corpo	0,553	-0,237	-0,361	0,301	0,108
Altura da cabeça	0,361	-0,425	0,045	0,474	-0,248
Largura da cabeça	0,656	-0,330	0,036	-0,281	-0,235
Comprimento da cabeça	-0,021	0,011	-0,697	-0,454	0,133
Diâmetro do tímpano	0,395	0,333	0,090	0,328	-0,206
Distância interocular	0,574	-0,235	-0,139	0,225	0,424
Distância olho-narina	0,206	0,242	-0,382	-0,203	-0,045
Diâmetro do olho	0,362	0,031	0,175	0,491	0,400
Distância internasal	0,485	0,217	-0,069	0,060	-0,625
Largura do braço	0,564	0,024	0,456	-0,217	0,126
Largura do antebraço	0,743	-0,154	0,269	-0,295	0,218
Comprimento do braço	0,291	0,391	-0,023	0,117	-0,267
Comprimento do antebraço	0,419	-0,014	-0,604	0,285	0,177
Comprimento da mão	0,097	0,305	0,167	0,174	0,031
Largura da coxa	0,593	-0,318	0,046	-0,383	0,157
Largura da perna	0,659	-0,075	0,315	-0,180	-0,078
Comprimento da coxa	0,437	0,601	0,014	0,086	0,188
Comprimento da perna	0,520	0,447	-0,195	-0,129	0,102
Comprimento do pé	0,388	0,617	-0,041	-0,151	-0,091
Variância explicada pelos componentes					
	4,464	2,165	1,701	1,533	1,373
Porcentagem de variância explicada					
	22,322	10,827	8,503	7,665	6,865

cloacal (CRC) variou de 32,99 a 41,70 mm em machos e o menor indivíduo reprodutivo apresentou 34,64 mm. Para as fêmeas, o CRC variou de 39,56 a 44,67 mm e o menor indivíduo reprodutivo apresentou 40,33 mm.

Discussão

Os espécimes de *Phyllomedusa azurea* foram observados nos meses com maiores temperatura e umidade relativa do ar, ocupando principalmente as áreas abertas e brejosas com predomínio de vegetação herbácea. Provavelmente a dependência da água por esta espécie seja alta, e os locais escolhidos pelas mesmas, bem como o período no qual são mais avistadas, possam reduzir o risco de dessecação dos adultos bem como dos ovos, que são colocados sobre a vegetação marginal. Fatores como a umidade e a temperatura, são fortemente influenciados pelos regimes pluviométricos, sendo estes apontados como os principais fatores abióticos que interferem na atividade reprodutiva dos anuros de regiões tropicais (Duellman & Trueb 1994). A área presentemente estudada apresenta regime sazonal de chuvas, e a maioria das 28 espécies de anuros observadas (dados não publicados), incluindo *P. azurea*, estão reprodutivamente ativas no período de maior precipitação, corroborando com as informações de Haddad & Sazima (1992) sobre a atividade de anfíbios em ambientes com essas características.

Os machos de *P. azurea* apresentaram padrão reprodutivo prolongado, segundo a classificação de Wells (1977), tendo sido observados vocalizando durante seis meses consecutivos (setembro a fevereiro). Segundo o autor, este padrão é caracterizado ainda pela chegada assíncrona de machos e fêmeas aos sítios reprodutivos. Esse mesmo padrão reprodutivo foi verificado em outras localidades como: Morrinhos, GO (setembro a abril; Borges & Juliano 2007), Serra da Bodoquena, MS (outubro a maio; Rodrigues et al. 2007), Corumbá, MS (dezembro a março; Ávila & Ferreira 2004) e Alexânia, GO (setembro a janeiro; Rocha 2005). De modo geral as estratégias reprodutivas em anfíbios anuros derivam de uma combinação de caracteres morfológicos, fisiológicos e comportamentais, adaptados a certas condições ambientais (Pombal 1995).

A atividade noturna de *P. azurea* foi concentrada principalmente no primeiro período da noite, entre as 20:00 e 21:00 h. É possível que as temperaturas nesse período sejam mais favoráveis à atividade de vocalização de algumas espécies, como sugerido por Pombal (1997) para *Physalaemus cuvieri* e também por De-Carvalho (2008) para *Leptodactylus fuscus* e *Leptodactylus mystacinus*. Pombal (1997) acrescenta ainda que as fêmeas aptas à reprodução possam ser beneficiadas se os encontros com os machos ocorrerem no início da noite, pois assim teriam maior tempo para desovar reduzindo as chances de predadores visualmente orientados encontrarem e predarem o casal.

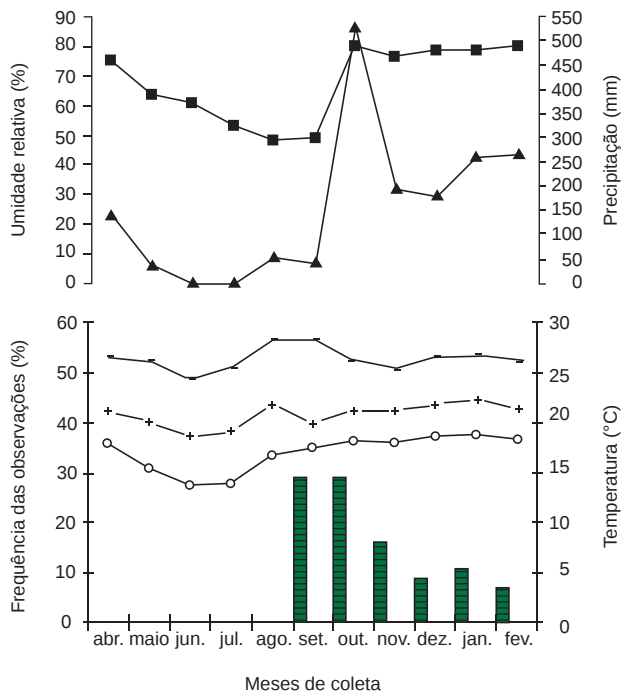


Figura 6. Valores mensais das variáveis climáticas, tomadas na estação meteorológica mais próxima (Brasília) da Fazenda Porta do Céu, Novo Gama, GO entre abril 2006 e fevereiro de 2007: (-▲-) precipitação (-■-) umidade relativa do ar, (-○-) Temperatura mínima (-+-) média, (---) máxima e as barras representam as frequências relativas mensais de *Phyllomedusa azurea*.

Figure 6. Monthly values for climatic variables, obtained from the meteorological station (Brasília) nearest to the study site in Novo Gama, GO between April, 2006, and February, 2007: precipitation (-▲-); relative humidity (-■-); minimum (---), mean (---) and maximum (---) temperatures. The bars represent the relative monthly frequencies of *Phyllomedusa azurea*.

em amplexo. A segunda metade da noite muitas vezes corresponde ao período de forrageamento (Haddad 1991) e a queda de temperatura pode também restringir a atividade dos indivíduos (Pombal 1997).

As áreas abertas e brejosas da área estudada formam ambientes relativamente simples com pouca estratificação da vegetação. Nestes locais, arbustos e árvores foram os principais sítios de vocalização utilizados por *P. azurea*. Ambientes como estes, pouco diversificados, restringem o número de possíveis sítios de vocalização e de oviposição. Segundo Rossa-Feres & Jim (2001) a baixa complexidade estrutural pode constituir um fator limitante na diferenciação dos sítios de vocalização. Provavelmente na área de estudo, ambientes brejosos e com vegetação herbácea sejam os que mais favoreçam a

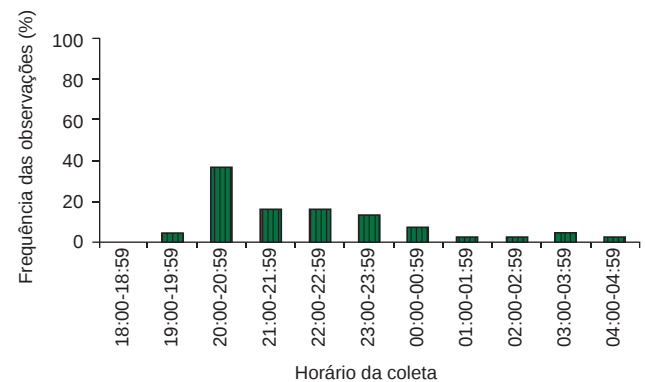


Figure 7. Frequência relativa do período de atividade de *Phyllomedusa azurea* do município de Novo Gama, GO, Brasil.

Figure 7. Relative frequency of activity period in *Phyllomedusa azurea* from the municipality of Novo Gama, GO, Brazil.

Tabela 3. Dieta de machos e fêmeas de *Phyllomedusa azurea* do município de Novo Gama, GO, Brasil. Frequência (F) é o número de espécimes contendo um tipo de presa particular, (V) é o volume e (N) o número daquele tipo de presa.

Table 3. Diet of male and female of *Phyllomedusa azurea* from the municipality of Novo Gama, GO, Brazil. Frequency (F) is the number of specimens containing a particular prey type, (V) is the volume, and (N) is the number of prey type.

Categoria de presas	Fêmeas N = 8								Machos N = 48							
	N	N(%)	F	F(%)	V(mm ³)	V(%)	IVI		N	N(%)	F	F(%)	V(mm ³)	V(%)	IVI	
Araneae	-	-	-	-	-	-	-		29	43	20	25	222,49	43	43	
Blattaria	-	-	-	-	-	-	-		1	1	1	1	91,86	18	18	
Coleoptera	-	-	-	-	-	-	-		6	9	6	8	58,29	11	10	
Crustacea	-	-	-	-	-	-	-		1	1	1	1	25,27	5	3	
Diptera	-	-	-	-	-	-	-		14	21	7	9	0,15	0,02	10,51	
Hemiptera	-	-	-	-	-	-	-		1	1	1	1	52,62	10	5,5	
Hymenoptera	2	67	1	13	2,06	7	37		2	3	2	3	2,14	0,41	1,70	
Isoptera	-	-	-	-	-	-	-		5	7	2	3	13,74	3	5	
Lepidoptera	-	-	-	-	-	-	-		2	3	2	3	-	-	1,5	
Orthoptera	1	33	1	13	26,36	93	63		6	9	6	8	45,75	9	9	
Psocoptera	-	-	-	-	-	-	-		1	1	1	1	-	-	0,5	
Material vegetal	-	-	6	75	-	-	36		-	-	30	38	-	-	-	
Digestão avançada	-	-	1	-	-	-	-		-	-	3	-	-	-	-	
Estômagos vazios	-	-	2	-	-	-	-		-	-	3	-	-	-	-	
Total	3	-	8	-	28,42	-	-		68	-	79	-	512,32	-	-	
B	-	1,80	-	-	-	1,16	-		-	4,03	-	-	-	3,92	-	

Tabela 4. Correlação canônica entre as dimensões das presas e da cabeça de *Phyllomedusa azurea* do município de Novo Gama, GO, Brasil.**Table 4.** Canonical correlation between prey size and head dimensions of *Phyllomedusa azurea* from the municipality of Novo Gama, GO, Brazil.

<i>Phyllomedusa azurea</i> (N = 56)			
Coeficientes canônicos			
Medidas da cabeça	1ª variável canônica	2ª variável canônica	
Comprimento	-0,80	0,59	
Largura	0,46	0,85	
Altura	0,47	-0,10	
Medidas das presas			
Maior comprimento	0,23	0,97	
Maior largura	0,74	0,66	
Variáveis canônicas	Correlação canônica	χ^2	P
I	0,49	10,63	0,10
II	0,39	4,05	0,13

Tabela 6. Porcentagem de machos de *Phyllomedusa azurea* do município de Novo Gama, GO, relacionado à condição do saco vocal, com média (desvio padrão) do volume dos testículos, pelo comprimento rostro-cloacal (CRC). SVR, saco vocal reduzido; SVI, saco vocal intermediário; SVE, saco vocal evidente.**Table 6.** Percentage of male *Phyllomedusa azurea* from the municipality of Novo Gama, GO relative to the condition of the vocal sac, with mean (standard deviation) of testes volume, by snout-vent length (SVL). SVR, reduced vocal sac; SVI, intermediary vocal sac; SVE, evident vocal sac.

CRC (mm)	Estado do saco vocal			Volume dos testículos (mm ³)	
	SVR	SVI	SVE	Esquerdo média ± dp	Direito média ± dp
32,99-35,89	5 (10,4%)	14 (29,2%)	3 (6,3%)	1,70 ± 0,69	2,17 ± 0,73
35,90-38,80	7 (14,6%)	10 (20,8%)	2 (4,2%)	2,05 ± 0,79	2,53 ± 1,29
38,81-41,71	2 (4,2%)	5 (10,4%)	-	2,29 ± 0,77	2,20 ± 1,21

reprodução e permanência dessa espécie. Trabalhos realizados com *Phyllomedusa azurea* (ou *P. hypochondrialis* antes da revalidação para as áreas de Cerrado do Brasil Central e de influência do Pantanal por Caramaschi 2006) relatam a presença dessa espécie em locais com características semelhantes às presentemente registradas e/ou utilizando substratos similares (Bastos et al. 2003, Ávila & Ferreira 2004, Borges & Juliano 2007, Rodrigues et al. 2007). Outras espécies do gênero *Phyllomedusa* são também comumente encontradas nestas condições como *P. tetraploidea* (Bernarde & Anjos 1999), *P. distincta* (Pombal 1997) e *P. tomodontina* (Bernarde et al. 1999).

Características morfológicas e comportamentais de *P. azurea* podem também contribuir para a escolha de determinados sítios dentre outros disponíveis na área. Segundo Caramaschi (1981) a utilização de determinados substratos pode ser limitada pela morfologia e tamanho das espécies. *Phyllomedusa azurea* bem como outras espécies do gênero possuem alguns de seus dedos oponíveis (Caramaschi 2006), adaptação essa que possibilita a utilização de galhos finos como poleiros.

A preferência por substratos arbóreos e arbustivos verificados para *P. azurea* na área estudada está também relacionada ao modo reprodutivo, que envolve a deposição de ovos sobre a vegetação marginal de corpos d'água, onde ocorre o início do desenvolvimento dos embriões. Segundo Zug et al. (2001) os representantes do gênero *Phyllomedusa* depositam em torno de 100 a 150 ovos em folhas e ramos pendentes sobre a água, com os girinos aí formados terminando seu desenvolvimento nos corpos d'água.

A ocorrência de ovos e girinos de *P. azurea* em ambientes distintos pode expor os indivíduos em desenvolvimento a diferentes tipos de predadores. Na área estudada foi observada a predação de um ninho desta espécie por percevejo. Segundo Duellman & Trueb (1994) ovos

Tabela 5. Porcentagem de fêmeas de *Phyllomedusa azurea* coletadas no município de Novo Gama, GO, de diferentes categorias de comprimento rostro-cloacal (CRC) em diferentes estágios reprodutivos, determinados pelo desenvolvimento do oviduto. I – ovidutos desenovelados com tamanhos reduzidos e ovários pouco desenvolvidos, II – os ovidutos estão parcialmente enovelados e os ovários parcialmente desenvolvidos, III – os ovidutos bastante enovelados e ovários bem desenvolvidos.

Table 5. Percentage of female *Phyllomedusa azurea* from the municipality of Novo Gama, GO relative to the condition of the ovary and oviduct, by snout-vent length (SVL) in different reproductive stages, determined by the development of the oviduct. I - unconvoluted oviduct with reduced sizes and ovaries little developed, II - the oviduct are partly convoluted and ovaries partially developed, III - the oviduct is very convoluted and ovaries very developed.

CRC (mm)	I	II	III
39,56-41,26	-	-	2 (25,0%)
41,27-42,97	1 (12,5%)	2 (25,0%)	-
42,98-44,68	-	2 (25,0%)	1 (12,5%)

que são colocados suspensos na vegetação acabam ficando expostos a predadores que normalmente não ocorrem na água, servindo como fonte de energia de alto teor protéico para muitos predadores. Em estudo realizado com *Phyllomedusa tarsius*, *P. tomodontina* e *P. bicolor*, foi verificado que os principais predadores de ovos dessas espécies são besouros, moscas e mamíferos (Neckel-Oliveira & Wachlewski 2004). Já nos ambientes aquáticos peixes, larvas de libélulas, aranhas e baratas d'água podem representar predadores dos girinos e as vezes de adultos dos anfíbios (Hero et al. 2001, Toledo 2003, 2005, Menin et al. 2005, Sawaya et al. 2008).

Além de substratos para a postura de ovos, arbustos e árvores foram utilizados por *Phyllomedusa azurea* como sítios de vocalização semelhante ao observado para esta espécie por Rodrigues et al. (2007) na Serra da Bodoquena, MS, por Borges & Juliano (2007) em Morrinhos, GO e por Rocha (2005) em Alexânia, GO. Este último autor relata inclusive a presença de machos de *P. azurea* vocalizando em alturas de até 2,5 m, semelhante aos registros obtidos para alguns machos no presente trabalho.

Nenhum tipo de relação foi verificado entre o tamanho da cabeça e o das presas consumidas por *P. azurea*, embora a capacidade de abertura da boca e o tamanho do corpo já tenham sido apontados por Strussman et al. (1984) como importantes na seleção de tamanhos adequados de presas. Tradicionalmente os anuros são descritos como predadores generalistas, com comportamento oportunista de forrageamento (Duellman & Trueb 1994), sendo suas dietas constituídas predominantemente de artrópodes e refletindo a relativa abundância de presas no ambiente (Hirai & Matsui 1999). Representantes do gênero *Phyllomedusa* utilizam estratégias do tipo “senta-e-espera”, como relatado para *P. burmeisteri* (Bertoluci 2002).

Phyllomedusa azurea teve sua dieta constituída por onze itens alimentares, incluindo artrópodes e material vegetal, apontando para um provável padrão generalista. Porém ao se analisar separadamente os sexos, as fêmeas tiveram sua dieta bem restrita, tendo Orthoptera como o principal item. Provavelmente esse recurso, dentre todas as categorias de presas consumidas por *P. azurea*, forneça maior retorno energético para as fêmeas, porém o número de estômagos analisados para indivíduos deste sexo impossibilita generalizações. Com relação à ingestão de material vegetal, Anderson & Marthis (1999) sugerem que a mesma acontece de forma acidental quando há captura de presas sobre o substrato, mas que esse material contribuiria com uma parcela nutricional na dieta e serviria ainda como fonte extra de absorção de água pelo organismo para prevenir a dessecação. Já Santos et al. (2004) sugerem que o material vegetal poderia ser ingerido ativamente pelos anuros de forma a auxiliar na eliminação de parasitas intestinais e exoesqueletos de invertebrados.

Alguns indivíduos machos foram encontrados com os estômagos vazios, o que pode estar relacionado com a reprodução (Van Sluys & Rocha 1998). É conhecido na literatura que muitos machos de anuros podem permanecer em jejum durante o período reprodutivo, já que os mesmos passariam um período prolongado vocalizando em sítios diferentes daqueles utilizados para forrageamento (Duellman & Trueb 1994).

A espécie é dimórfica com fêmeas maiores e mais pesadas que os machos, fato este provavelmente relacionado a um investimento diferenciado na reprodução entre os sexos. O maior tamanho das fêmeas em relação aos machos corrobora com os resultados obtidos para a mesma e para outras espécies do gênero (*P. sauvagii* e *P. oreades*) em áreas de Cerrado (Brandão 2002, Rodrigues et al. 2007). De acordo com Shine (1979) e Zug et al. (2001) o dimorfismo sexual em anuros é comum, sendo as fêmeas em geral maiores que os machos, podendo apresentar também diferenças em relação a coloração e a características morfológicas. Maior tamanho em fêmeas é em geral associado com a produção de ovos e fecundidade das mesmas (Crump 1974, Woolbright 1989). Com relação aos machos, se considerado o baixo custo investido para a produção de espermatozoides, um indivíduo pode ter pequeno porte e mesmo assim produzir uma grande quantidade de gametas. O tamanho dos machos em espécies que apresentam reprodução de período prolongado, como verificado na espécie deste estudo, pode também ser afetado pelos gastos energéticos com a vocalização, defesa do território e diferenças na dieta (Woolbright 1982).

A população de *Phyllomedusa azurea* estudada apresentou atividade restrita aos meses de maior precipitação e umidade, padrão normalmente observado em espécies do Cerrado. Segundo Brites et al. (in press) neste bioma, os eventos reprodutivos tendem a ocorrer em épocas mais restritas do ano, normalmente nos meses mais quentes e chuvosos quando há a formação de ambientes temporários favoráveis ao desenvolvimento dos girinos. O padrão reprodutivo foi do tipo prolongado estendendo-se por vários meses. Como em outras espécies do gênero, *P. azurea* foi mais freqüente em locais próximos a corpos d'água de ambientes abertos e brejosos (e.g., *P. oreades*, *P. sauvagii*) (Brandão 2002, Rodrigues et al. 2007), sendo normalmente encontrada vocalizando sobre arbustos. Esses locais constituíram os principais sítios de vocalização e deposição de ovos de *P. azurea*, e são também utilizados por outros representantes do grupo de *P. hypochondrialis* (Caramaschi 2006). Ambientes como os anteriormente citados favorecem o comportamento reprodutivo do grupo, que inclui a postura de ovos em ninhos construídos enrolando ou unindo uma ou mais folhas, que ficam suspensos sobre os corpos d'água (Cruz 1982, Caramaschi & Cruz 2002). Ao eclodirem os girinos completam seu desenvolvimento na água (Bastos et al. 2003). Dessa forma a escolha

de substratos adequados sobre os corpos d'água é de extrema importância para o sucesso reprodutivo dessa espécie.

Agradecimentos

Agradecemos aos senhores Enrique Sevilla e Geraldo Barbosa por terem cedido a área da fazenda Porta do Céu para realização deste trabalho. A todos os colegas que auxiliaram em campo e em laboratório. Ao amigo Daniel Oliveira Santana pela elaboração da ilustração utilizada no trabalho. Aos professores Dr. Daniel Oliveira Mesquita e Dr. Stephen Francis Ferrari e ao amigo Dr. Frederico Gustavo França pelas críticas e revisão do texto. Ao IBAMA pela concessão da licença nº 02010.000583/2006-89. As Faculdades Integradas da Terra de Brasília por ter cedido o laboratório e equipamentos necessários à triagem do material.

Referências Bibliográficas

- AYRES, M., AYRES JR., M., AYRES, D.L. & SANTOS A.A. 2007. Bioestat 5.0. USP, São Paulo.
- ANDERSON, M.T. & MARTIS, A. 1999. Diets of two sympatric neotropical salamanders, *Bolitoglossa mexicana* and *B. rufescens*, with notes on reproduction for *B. rufescens*. *J. Herpetol.* 33(4):601-607.
- ÁVILA, R.W. & FERREIRA, V.L. 2004. Richness of species and density of vocalization of anurans in an urban area of Corumbá, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Rev. Bras. Zool.* 21(4):887-892.
- BASTOS, R.P., MOTTA, J.A.O., LIMA, L.P. & GUIMARÃES, L.D. 2003. Anfíbios da Floresta Nacional de Silvânia de Goiás. Stylo Gráfica e Editora, Goiânia.
- BERNARDE, P.S. & ANJOS, L. 1999. Distribuição espacial e temporal da anurofauna no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná, Brasil (Amphibia: Anura). *Com. Mus. Cienc. PUCRS, Sér. Zool.* 12:127-140.
- BERNARDE, P.S., KOKUBUM, M.C.N., MACHADO, R.A. & ANJOS, L. 1999. Uso de habitats naturais e antrópicos pelos anuros em uma localidade no Estado de Rondônia, Brasil (Amphibia: Anura). *Acta Amazonica* 29(4):555-562.
- BERTOLUCI, J. 2002. Pedal luring in the leaf-frog *Phyllomedusa burmeisteri* (Anura, Hylidae, Phyllomedusinae). *Phyllomedusa* 1(2):93-95.
- BORGES, F.J.A. & JULIANO, R.F. 2007. Distribuição espacial e temporal de uma comunidade de anuros do município de Morrinhos, Goiás, Brasil (Amphibia: Anura). *Neotrop. Biol. Conserv.* 2(1):21-27.
- BRITES, V.L.C., FARIA, R.G., MESQUITA, D.O. & COLLI, G.R. (in press). The herpetofauna of the Neotropical Savannas. In Unesco-Eolss. (Org.). Encyclopedia of Life Support Systems - Theme in Tropical Biology and Natural Resources. Unesco-Eolss, Paris.
- BRANDÃO, A.R. 2002. A new specie of *Phyllomedusa* Wagler, 1830 (Anura: Hylidae) from Central Brazil. *J. Herpetol.* 36(4):571-578.
- BUZZI, Z.J. 2002. Entomologia Didática. 4 ed. Editora UFPR, Curitiba.
- CARAMASCHI, U. 1981. Variação estacional, distribuição espacial e alimentação de populações de Hylideos na represa do Rio Pardo (Botucatu) (Amphibia, Anura, Hylidae). Dissertação de Mestrado, Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- CARAMASCHI, U. 2006. Redefinição do grupo de *Phyllomedusa hypochondrialis*, com redescritção de *P. megacephala* (Miranda-Ribeiro, 1926), revalidação de *P. azurea* Cope, 1862 e descrição de uma nova espécie (Amphibia, Anura, Hylidae). *Arq. Mus. Nac. Rio de Janeiro* 64(2):159-179.
- CARAMASCHI, U. & CRUZ, C.A.G. 2002. *Phyllomedusa* posição taxonômica, hábitos e biologia (Amphibia, Anura, Hylidae). *Phyllomedusa* 1(1):5-10.
- CRUMP, M.L. 1974. Reproductive strategies in a tropical anuran community. *Misc. Publs Mus. Nat. Hist. Univ. Kans., Lawrence*, (61):1-68.
- CRUMP, M.L. & SCOTT, N.J.J. 1994. Visual encounter surveys. In *Measuring end monitoring biological diversity: standart methods for amphibians*.

- (Heyer, W.R., Donnelly, M.A., McDiarmid, R.W., Hayek, L.C. & Foster, M.S., eds.). Smithsonian Institution Press, Washington, p. 84-92.
- CRUZ, C.A.G. 1982. Conceituação de grupo de espécies de Phyllomedusinae brasileiras com base em caracteres larvários (Amphibia, Anura, Hylidae). Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro 5:147-171.
- DE-CARVALHO, C.B., FREITAS, E.B., FARIA, R.G., BATISTA, R.C., BATISTA, C.C., COELHO, W.A. & BOCCHIGLIERI, A. 2008. Natural history of *Leptodactylus mystacinus* and *Leptodactylus fuscus* (Anura: Leptodactylidae) in the Cerrado of Central Brazil. *Biota Neotrop.* 8(3) <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n3/en/abstract?article+bn01308032008> (último acesso em 04 outubro 2008)
- DUELLMAN, W.E. & TRUEB, L. 1994. Biology of Amphibians. Ed. Johns Hopkins, New York.
- DURE, M.I. 1999. *Phyllomedusa hypocondrialis*. Diet. Herpetol. Rev. 30(2):92.
- EITEN, G. 1972. The Cerrado vegetation of Brazil. Bot. Rev. 38(2):201-341.
- ETEROVICK, P.C. & SAZIMA, I. 2004. Anfíbios da Serra do Cipó. Ed. PUC Minas, Belo Horizonte.
- FROST, D.R. 2008. Amphibians Species of The World 5.1 – an online reference. American Museum of Natural History. <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php> (último acesso em 21 outubro 2008).
- GADSDEN, H.E. & PALACIOS-ORONA, L.E. 1997. Seasonal Dietary Patterns of the Mexican fringe-toed Lizard (*Uma paraguayensis*). J. Herpetol. 31(1):1-9.
- HADDAD, C.F.B. 1991. Ecologia reprodutiva de uma comunidade de anfíbios anuros da Serra do Japi, Sudeste do Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- HADDAD, C.F.B. & SAZIMA, I. 1992. Anfíbios anuros da Serra do Japi. In História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil. (L.P.C. Morellato, org.). 1ª. ed. UNICAMP/FAPESP, São Paulo, p. 188-211.
- HERO, J.M., MAGNUSSON, W.E., ROCHA, C.F.D. & CATTERALL, C.P. 2001. Antipredator defenses influence the distribution of amphibian prey species in the central Amazon rainforest. Biotropica 33(1):131-141.
- HIRAI, T. & MATSUI, M. 1999. Feeding habits of the pond frog, *Rana nigromaculata*, inhabiting rice fields in Kyoto, Japan. Copeia 1999(4):940-947.
- HILL, P. & LEWICKI, T. 2007. Statistics Methods and Applications. StatSoft, Tulsa, Oklahoma.
- LUCAS, E.M., BRASILEIRO, C.A., OYAMAGUCHI, H.M. & MARTINS, M. 2008. The reproductive ecology of *Leptodactylus fuscus* (Anura, Leptodactylidae): new data from natural temporary ponds in the Brazilian Cerrado and a review throughout its distribution. J. Nat. Hist. 42(35-36):2305-2320.
- MENIN, M., RODRIGUES, D.J. & AZEVEDO, C.S. 2005. Predation on amphibians by spiders (Arachnida, Araneae) in the Neotropical region. Phyllomedusa 4(1):39-47.
- MAGNUSSON, W.E., LIMA, P.A., SILVA, W.A. & ARAÚJO, M.C. 2003. Use of geometric forms to estimate volume of invertebrates in ecological studies of dietary overlap. Copeia 2003(1):13-19.
- MESQUITA, D.O., COSTA, G.C. & ZATZ, M.G. 2004. Ecological aspects of the casque-headed frog *Aparasphenodon brunoii* (Anura, Hylidae) in a Restinga habitat in southeastern Brazil. Phyllomedusa 3(1):51-59.
- NECKEL-OLIVEIRA, S. & WACHLEWSKI, M. 2004. Predation on the arboreal eggs of three species of *Phyllomedusa* in Central Amazonian. J. Herpetol. 38(2):244-248.
- NIMER, E. 1989. Climatologia do Brasil. 2 ed. IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro.
- POMBAL Jr., J.P. 1995. Biologia reprodutiva de anuros (Amphibia) associados a uma poça permanente na Serra da Paranapiacaba, sudeste do Brasil. Rio Claro. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, São Paulo.
- POMBAL Jr., J.P. 1997. Distribuição espacial e temporal de anuros (Amphibia) em uma poça permanente na Serra da Paranapiacaba, sudeste do Brasil. Rev. Bras. Biol. = Bras. J. Biol. 57(4): 583-594.
- POUGH, F.H., ANDREWS, R.H., CADLE, J.E., CRUMP, M.L., SAVITZKY, A.H. & WELLS, K.D. 2004. Herpetology. 3 ed. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.:55-56.
- ROCHA, E.B. 2005. Aspectos ecológicos de *Phyllomedusa hypocondrialis* em uma área de Cerrado do Brasil Central. Monografia, Faculdades Integradas da Terra de Brasília, Distrito Federal.
- RODRIGUES, D.J., LOPES, F.S. & UETANABARO, M. 2003. Padrão reprodutivo de *Elachistocleis bicolor* (Anura, Microhylidae) na Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brasil. Iheringia, Sér. Zool. 93(4):365-371.
- RODRIGUES, D.J., UETANABARO, M. & LOPES, F.S. 2005. Reproductive patterns of *Trachicephalus venulosus* (Laurenti, 1768) and *Scinax fuscovarius* (Lutz, 1925) from the Cerrado, Central Brazil. J. Nat. Hist. 39(35):3217-3226.
- RODRIGUES, D.J., UETANABARO, M. & LOPES, F.S. 2007. Breeding biology of *Phyllomedusa azurea* Cope, 1862 and *P. sauvagii* Boulenger, 1882 (Anura) from the Cerrado, Central Brazil. J. Nat. Hist. 41(29-32):1841-1851.
- ROSSA-FERES, D.C. & JIM, J. 2001. Similaridade do sítio de vocalização em uma comunidade de anfíbios anuros na região noroeste do estado de São Paulo, Brasil. Rev. Bras. Biol. = Bras. J. Biol. 18(2):439-454.
- SANTOS, E.M., ALMEIDA, A.V. & VASCONCELOS, S. 2004. Feeding habits of six anuran (Amphibia: anura) species in a rainforest fragment in northeastern Brazil. Iheringia, Sér. Zool. 94(4):433-438.
- SAWAYA, R.J., MARQUES, O.A.V. & MARTINS, M. 2008. Composição e história natural das serpentes de Cerrado de Itirapina, São Paulo, sudeste do Brasil. *Biota Neotrop.* 8(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n2/pt/abstract?article+bn01308022008> (último acesso em 06 outubro 2008).
- SHINE, R. 1979. Sexual selection and sexual dimorphism in the Amphibia. Copeia 1979(2):297-306.
- SILVA, W.R., GIARETTA, A.A. & FACURE, K.G. 2005. On the natural history of the South American pepper frog, *Leptodactylus labyrinthicus* (Spix, 1824) (Anura: Leptodactylidae). J. Nat. Hist. 39(7):555-566.
- SIMPSON, E.H. 1949. Measurement of diversity. Nature 163:1-688.
- STRÜSSMANN, C., VALE, M.B.R.D., MENEHINI, M.H. & MAGNUSSON, W.E. 1984. Diet and foraging mode of *Bufo marinus* and *Leptodactylus ocellatus*. J. Herpetol. 18(2):138-146.
- TABACHNICK, B.G. & FIDELL, L.S. 2000. Using multivariate statistics. 4 ed. Allyn & Bacon, New York.
- TOLEDO, L.F. 2003. Predation on seven South American anuran species by water bugs (Belostomatidae). Phyllomedusa 2(2):105-108.
- TOLEDO, L.F. 2005. Predation of juvenile and adult anurans by invertebrates: current knowledge and perspectives. Herpetol. Rev. 36(4):395-400.
- VAN SLUYS, M. & ROCHA, C.F.D. 1998. Feeding habitats and microhabitats utilization by two syntopic Brazilian Amazonian frogs *Hyla minuta* and *Pseudopaludicola* sp. (gr. falcipes). Rev. Bras. Biol. = Bras. J. Biol. 58(4):559-562.
- ZAR, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. 2 ed. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
- ZUG, G.R., VITT, L.J. & CALDWELL, J.P. 2001. Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles. 2 ed. Academic Press, San Diego.
- WELLS, K.D. 1977. The social behavior of anuran amphibians. Anim. Behav. 25(3):666-693.
- WILKINSON, L. 1990. SYSTAT: The System for Statistics. Systat Inc., Evanston, Illinois.
- WOOLBRIGHT, L.L. 1982. Sexual selection and size dimorphism in anuran amphibia. Am. Nat. 121(1):115-199.
- WOOLBRIGHT, L.L. 1989. Sexual dimorphism in *Eleutherodactylus coqui*: selection pressures and growth rates. Herpetologica 45(1):68-74.

Recebido em 20/07/08

Versão reformulada recebida em 01/12/08

Publicado em 02/12/08

Composição e distribuição vertical de pteridófitas epifíticas sobre *Dicksonia sellowiana* Hook. (Dicksoniaceae), em floresta ombrófila mista no sul do Brasil

Luciane Lubisco Fraga¹, Luciano Basso da Silva¹ & Jairo Lizandro Schmitt^{1,2}

¹Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental, Laboratório de Botânica,
Centro Universitário FEEVALE,

RS 239, CP 2755, CEP 93352-000, Novo Hamburgo, RS, Brasil

²Autor para correspondência: Jairo Lizandro Schmitt, e-mail: jairols@feevale.br, www.feevale.br

FRAGA, L.L., DA SILVA, L.B. & SCHMITT, J.L. **Composition and vertical distribution of epiphytic pteridophytes on *Dicksonia sellowiana* Hook. (Dicksoniaceae), in mixed ombrophylous forest in Southern Brazil.** Biota Neotrop., 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/en/abstract?article+bn03008042008>

Abstract: *Dicksonia sellowiana* Hook., a tree fern species, is illegally extracted from the Mixed Ombrophylous Forest of southern Brazil, what changes the vegetation structure and reduces the availability of micro-habitats for epiphytic species. The composition and the vertical distribution of epiphytic pteridophytes were studied on *D. sellowiana*. The study was carried out in a Mixed Ombrophylous Forest area, at the *Parque Municipal da Ronda* in the State of Rio Grande do Sul, Brazil. One hundred and sixty four phorophytes were selected and their caudices were divided at intervals of 1 m, from the ground. At each interval the occurrence of pteridophyte species was recorded, and the frequency by phorophyte and by interval was calculated. Twenty species were recorded, from 13 genera and seven families, and habitual holoepiphytes predominated. The largest specific richness was found in Aspleniaceae (6) and in the *Asplenium* L. genus (6). The species with the highest relative frequency on the phorophytes were *Trichomanes angustatum* Carmich., *Blechnum binervatum* (Poir.) C.V. Morton & Lellinger and *Vittaria lineata* (L.) Sm.. Considering a sub-sample of 60 phorophytes, *T. angustatum* and *B. binervatum* had decreasing frequency of occurrence from the ground up to 4 m. The average richness was higher in the first three intervals. The richness found over the caudices of *D. sellowiana* represented 67% of the total epiphytic pteridophytes found in Mixed Ombrophylous Forest area, at the *Parque Municipal da Ronda* and this shows the importance of this host plant for the maintenance of epiphytic species in the forest environment.

Keywords: species distribution, epiphytes, tree fern, *Araucaria* forest.

FRAGA, L.L., DA SILVA, L.B. & SCHMITT, J.L. **Composição e distribuição vertical de pteridófitas epifíticas sobre *Dicksonia sellowiana* Hook. (Dicksoniaceae), em floresta ombrófila mista no sul do Brasil.** Biota Neotrop., 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/pt/abstract?article+bn03008042008>

Resumo: A extração ilegal de *Dicksonia sellowiana* Hook., uma espécie de samambaia arborescente, da Floresta Ombrófila Mista, no sul do Brasil, modifica a estrutura da vegetação e reduz a disponibilidade de microhabitats para espécies epifíticas. A composição e a distribuição vertical de pteridófitas epifíticas foram estudadas sobre *D. sellowiana*. O estudo foi desenvolvido em área de Floresta Ombrófila Mista, do Parque Municipal da Ronda, no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Foram selecionados 164 forófitos e seus cáudices foram divididos em intervalos de 1 m, a partir do solo. Em cada intervalo, foi registrada a ocorrência de espécies de pteridófitas e foi calculada a frequência por forófitos e por intervalos. Foram registradas 20 espécies, pertencentes a 13 gêneros e sete famílias, sendo que houve o predomínio de holoepífitos habituais. A maior riqueza específica foi encontrada em Aspleniaceae (6) e no gênero *Asplenium* L. (6). As espécies com maior frequência relativa nos forófitos foram *Trichomanes angustatum* Carmich., *Blechnum binervatum* (Poir.) C.V. Morton & Lellinger e *Vittaria lineata* (L.) Sm.. Considerando uma sub-amostra de 60 forófitos, *T. angustatum* e *B. binervatum* apresentaram frequência decrescente de ocorrência a partir do solo até 4 m de altura. A riqueza média foi maior nos três primeiros intervalos. A riqueza encontrada sobre os cáudices de *D. sellowiana* representa 67% do total de pteridófitas epifíticas encontradas na área de Floresta Ombrófila Mista, no Parque Municipal da Ronda e demonstra a importância dessa planta hospedeira para a manutenção de espécies epifíticas, no ambiente florestal.

Palavras-chave: distribuição de espécies, epífitos, samambaia arborescente, floresta com *Araucaria*.

Introdução

No mundo, os epífitos constituem um componente importante da biodiversidade das florestas tropicais, porém ainda pouco conhecido (Mucunguzi 2007). Eles são organismos que vivem todo seu ciclo de vida ou parte dele sobre outras plantas (forófitos), utilizando apenas o suporte mecânico de seus hospedeiros (Madison 1977, Benzing 1987, 1990). As pteridófitas constituem um grupo de plantas que merece atenção no ambiente epifítico, uma vez que de cerca de 9.000 a 12.000 espécies vivas distribuídas em todo o mundo (Tryon & Tryon 1982, Windisch 1992), 2.600 são epifíticas (Kress 1986). Dentre as estratégias adaptativas que favoreceram o epifitismo nessas plantas e que podem operar em diversas combinações, destacam-se: o rizoma filiforme, longo e ramificado, além de um sistema radicular reduzido e frondes pequenas (Dubuisson et al. 2003); ponto de saturação luminosa baixo; alta tolerância para desequilíbrio acentuado de nutrientes no substrato; dispersão de esporos pelo vento; poiquiloidria (Benzing 1987, 1990, Page 2002); e tricomas nas frondes (Müller et al. 1981) que podem completar a função de absorção realizada pelas raízes.

Por outro lado, as pteridófitas arborescentes constituem microhabitat distinto para a existência de várias plantas epifíticas, incluindo espécies exclusivas ou que crescem preferencialmente sobre elas. Estas plantas hospedeiras não apresentam crescimento secundário, porém fornecem um suporte mecânico formado por uma densa camada de raízes adventícias ao redor de seu cáudice (Roberts et al. 2005). Na Costa Rica, Moran et al. (2003) encontraram maior riqueza e frequência, além de sete espécies de pteridófitas exclusivas em cáudices de pteridófitas arborescentes. Na Venezuela, Cortez (2001) registrou 14 espécies de samambaias que crescem preferencialmente sobre pteridófitas arbóreas, das quais apontou duas espécies de Hymenophyllaceae como sendo epífitos específicos. Da mesma forma, no sul do Brasil, Schmitt & Windisch (2005) registraram 16 espécies de epífitos vasculares sobre *Alsophila setosa* Kaulf., das quais três eram de pteridófitas preferenciais ou específicas de samambaias arborescentes.

No entanto, ainda poucos estudos tratam de epifitismo sobre samambaias arborescentes (Beever 1984, Rothwell 1991, Heatwole 1993, Medeiros et al. 1993, Cortez 2001, Ahmed & Frahm 2002, Roberts et al. 2005, Schmitt & Windisch 2005, Schmitt et al. 2005) ou comparando a composição específica de epífitos sobre pteridófitas arborescentes e angiospermas (Moran et al. 2003). Além das estratégias adaptativas das espécies, a distribuição vertical dos epífitos é determinada pela complexidade de microhabitats oferecidos pelas plantas hospedeiras (Benzing 1995). Essa complexidade é devida à luminosidade que decresce e à umidade que aumenta do dossel até o solo da floresta (Parker 1995), formando gradientes microclimáticos; à influência do substrato (Mucunguzi 2007), bem como às características específicas das plantas hospedeiras (Rudolph et al. 1998). Entretanto, a distribuição vertical dos epífitos foi discutida em apenas alguns desses trabalhos (Heatwole 1993, Schmitt et al. 2005).

Dicksonia sellowiana Hook. (Dicksoniaceae) é uma samambaia arborescente que se encontra distribuída no continente americano ocorrendo desde o sul do México, na América Central, até a Venezuela, Colômbia, sul da Bolívia, Paraguai, Uruguai e sul e sudeste do Brasil, na América do Sul (Tryon & Tryon 1982). No Brasil meridional, a espécie é conhecida popularmente por “xaxim” e destaca-se no sub-bosque florestal como elemento característico da Floresta Ombrófila Mista (Fernandes 2000). A espécie apresenta cáudice geralmente ereto, atingindo cerca de 7 m de altura, envolvido por uma espessa bainha de raízes adventícias, ao longo de toda a sua extensão. A exploração econômica de *D. sellowiana* para fins de ornamentação e paisagismo (Windisch 2002) resultou na sua inclusão em Listas Oficiais de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção (Portaria

IBAMA N° 37-N e Decreto Estadual n° 42.099) e no apêndice II da Convenção Internacional das Espécies da Flora e da Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (CITES).

O desaparecimento de plantas adultas de *Dicksonia sellowiana* compromete a preservação da espécie em si, descaracteriza formações florestais (Fernandes 2000), principalmente áreas de Floresta Ombrófila Mista, e diminui a disponibilidade de microhabitats para várias espécies epifíticas (Schmitt et al. 2005). Esse estudo determina a composição e a distribuição vertical de pteridófitas epifíticas sobre *D. sellowiana*, em área de Floresta Ombrófila Mista, no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Especificamente, ele (1) analisa a frequência das espécies nos forófitos e nos intervalos de altura, enfatizando a categoria ecológica das plantas; e (2) compara a riqueza específica entre intervalos de altura nos forófitos.

Material e Métodos

Área de estudo - O trabalho de campo foi conduzido no Parque Municipal da Ronda (29° 26' 52.22" S e 50° 32' 44.08" O; s.n.m. 890 m), na região dos Campos de Cima da Serra (Rambo 1956), no município de São Francisco de Paula, no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. A área de estudo possui 120 ha, coberta parcialmente por Floresta Ombrófila Mista, caracterizada por apresentar *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no estrato emergente e *Dicksonia sellowiana*, no sub-bosque florestal (Figura 1). O principal impacto antrópico sobre a vegetação local é a coleta de sementes de *A. angustifolia* (pinhão), embora haja indícios de corte ilegal de espécies arbóreas e de extração de *D. sellowiana*. O clima da região é do tipo temperado úmido, com chuvas durante todos os meses do ano. A precipitação média anual é de 2.468 mm e a temperatura média anual é de 14,1 °C (Moreno 1961).

Procedimento amostral e analítico - Durante o ano de 2006, foram feitos inventários das espécies de pteridófitas através da observação direta das plantas sobre *Dicksonia sellowiana* ou com auxílio de binóculo. Espécimes representativos, férteis, foram coletados, identificados, herborizados, conforme procedimentos propostos por Windisch (1992) e incorporados ao *Herbarium Anchieta* (PACA), em São Leopoldo, RS. A identificação das espécies foi feita com base no sistema de classificação de Kramer & Green (1990), reconhecendo *Pleopeltis* Willd. e *Microgramma* C. Presl sensu Tryon & Tryon (1982). Os epífitos foram classificados quanto ao tipo de relação com o forófito em categorias ecológicas, propostas por Benzing (1990): holoeipífitos habituais (presentes principalmente no ambiente epifítico); facultativos (ocorrem em ambiente epifítico como terrestre); acidentais (preferencialmente terrestres); hemieipífitos secundários (germinam no solo e, após estabelecimento do contato com o forófito, a porção basal do sistema radicular/caulinar sofre degeneração). Não foram considerados epífitos plantas que não completam todo o seu ciclo de vida sobre o forófito e lianas rizo-escandentes, que mantêm forte conexão com o solo.

Para o estudo quantitativo foram selecionados, aleatoriamente, 164 forófitos medindo no mínimo um metro de altura. Eles apresentavam distância mínima de 1 m entre si, ocupando cerca de 10 ha no interior da floresta. Os forófitos foram divididos em intervalos de um metro, a partir do solo e as espécies foram analisadas quanto a sua ocorrência em cada um desses intervalos. Para determinar as frequências relativas percentuais por forófitos foi empregada a fórmula, adaptada de Waechter (1998): $FR_{pi} = 100. (N_{pi} / \sum N_{pi})$, onde N_{pi} = número de unidades amostrais com a espécie i .

A análise do percentual de ocorrência das espécies e da média de riqueza específica por intervalos foi realizada até quatro metros de altura do solo. Para tanto, foram incluídos apenas forófitos que apresentaram no mínimo quatro intervalos de altura, reduzindo para

60 o número de unidades amostrais. Entretanto, esse procedimento metodológico padronizou o número de intervalos analisados em cada altura, evitando que os resultados fossem influenciados pela diferença de pontos amostrados. A riqueza de espécies dos quatro primeiros intervalos de altura não apresentou distribuição normal e homocedasticidade e, portanto, foram comparadas entre si através do teste de Kruskal-Wallis, seguido do teste de comparações múltiplas de Dunn (Zar 1999), a um nível de significância de 5%. Para determinar como aumentou o número de espécies à medida que aumentou o número de intervalos amostrados, foi construída uma curva de rarefação, baseada nas unidades amostrais (Gotelli & Colwell 2001), para cada faixa de altura e para a amostra total, utilizando-se o programa estatístico Palaeontological Statistics – PAST (Hammer et al. 2003).

Resultados

Foram registradas 20 espécies de pteridófitas epifíticas (Tabela 1), pertencentes a 13 gêneros e sete famílias. As famílias com maior número de espécies foram Aspleniaceae (6 espécies), Dryopteridaceae, Polypodiaceae (4 espécies cada) e Hymenophyllaceae (3 espécies). As outras três famílias contribuíram com apenas uma espécie. O gênero com maior riqueza foi *Asplenium* L. (6 espécies), sendo que os demais gêneros apresentaram, no máximo, duas espécies.

Houve predomínio dos holopífitos habituais (12 espécies), seguido de holopífitos acidentais (6 espécies), holopífito facultativo e hemiepífito secundário (1 espécie cada). As famílias que apresentaram apenas holopífitos habituais foram Polypodiaceae, Hymenophyllaceae e Vittariaceae. Por outro lado, Aspleniaceae apresentou o mesmo número de holopífitos habituais (4 espécies) quando comparado com Polypodiaceae (Tabela 1).

No estudo quantitativo, foram amostrados 534 intervalos de altura em 164 indivíduos, sendo registradas 778 ocorrências de pteridófitas epifíticas. Os forófitos mediram no mínimo 1 m, no máximo 7 m e em média 2,87 ($\pm 1,31$) m de altura. O número de espécies sobre cada forófito individual variou de um a oito, sendo que a média foi 2,46 espécies por forófito.

As famílias representadas em todos os intervalos de altura (0-7 m) foram Aspleniaceae e Blechnaceae. Ao contrário, Dennstaedtiaceae apresentou a menor amplitude vertical, ocorrendo apenas no primeiro intervalo. Dryopteridaceae, Hymenophyllaceae e Vittariaceae apresentaram uma amplitude vertical de 0-6 m e Polypodiaceae até 5 m.

A riqueza de Hymenophyllaceae e de Dryopteridaceae diminuiu com o aumento da altura dos forófitos (Figura 2).

As três espécies com maiores frequências relativas nos forófitos foram *Trichomanes angustatum* Carmich. (Hymenophyllaceae) com 33,25%; *Blechnum binervatum* (Poir.) C.V. Morton & Lellinger (Blechnaceae) com 29,31%; e *Vittaria lineata* (L.) Sm. (Vittariaceae) com 11,82% (Tabela 1).

Considerando apenas os 60 forófitos com intervalos amostrados até 4 m de altura do solo, ocorreu uma redução na riqueza total de

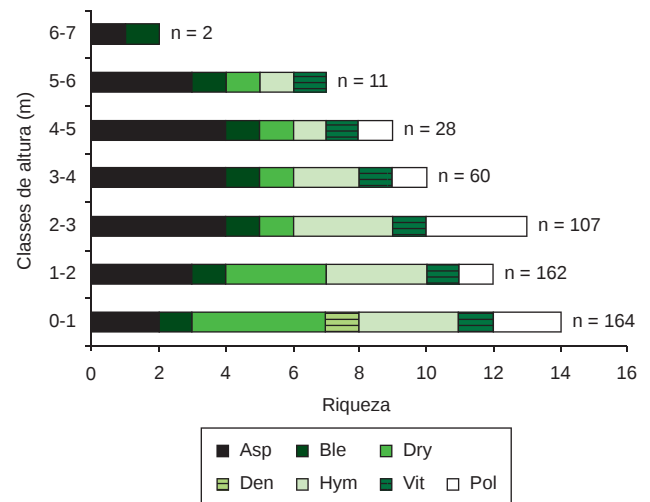


Figura 2. Riqueza de espécies de pteridófitas amostradas sobre *Dicksonia sellowiana* Hook. e sua partição entre famílias nos sete intervalos de altura. Acrônimos formados pelas letras iniciais do nome da família, conforme Tabela 1. Os valores de n referem-se ao número de amostras em cada intervalo de altura.

Figure 2. Species richness of epiphytic pteridophytes sampled on *Dicksonia sellowiana* Hook. and its partition among families on seven height intervals. Acronyms formed by the initial letters of the family name, according to Table 1. The values of n refer to the number of samples in each height interval.

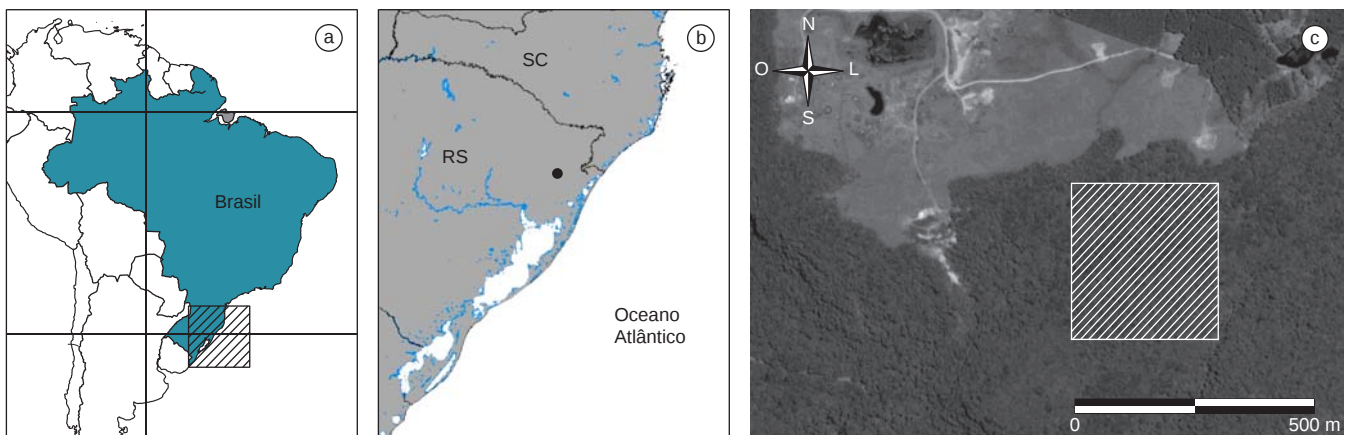


Figura 1. Localização da área de estudo a, b) no estado do Rio Grande do Sul, Brasil e c) imagem de satélite do Parque Municipal da Ronda, com indicação da área de aproximadamente 10 ha onde se concentrou a amostragem (Fonte: GoogleEarth).

Figure 1. Location of the study site in the a, b) State of Rio Grande do Sul, Brazil and c) satellite image of the “Parque Municipal da Ronda”, pointing out the area of approximately 10 ha where the sampling most occurred (Source: Google Earth).

Tabela 1. Famílias e espécies de pteridófitas epifíticas amostradas sobre *Dicksonia sellowiana* Hook. na área de Floresta Ombrófila Mista, São Francisco de Paula, estado do Rio Grande do Sul, Brasil, em ordem decrescente de frequência relativa nos forófitos e suas categorias ecológicas (CE) de acordo com Benzing (1990). (Npi = Número de forófitos ocupados pela espécie epifítica i; FRpi = Frequência Relativa da espécie epifítica i nos forófitos; ASP = Aspleniaceae; BLE = Blechnaceae; DEN = Dennstaedtiaceae; DRY = Dryopteridaceae; HYM = Hymenophyllaceae; POL = Polypodiaceae; VIT = Vittariaceae; ACI = Holoepífita acidental; FAC = Holoepífita facultativo; HAB = Holoepífita habitual; HES = Hemiepífita secundário).

Table 1. Families and species of epiphytic pteridophytes sampled on *Dicksonia sellowiana* Hook. in the Mixed Ombrophylous Forest area, São Francisco de Paula, State of Rio Grande do Sul, Brazil, in decreasing order of relative frequency on phorophytes and their ecological categories (CE) according to Benzing (1990). (Npi = Number of phorophytes occupied by the epiphytic species i; FRpi = Relative frequency of epiphytic species i on phorophytes; ASP = Aspleniaceae; BLE = Blechnaceae; DEN = Dennstaedtiaceae; DRY = Dryopteridaceae; HYM = Hymenophyllaceae; POL = Polypodiaceae; VIT = Vittariaceae; ACI = accidental holoepiphyte; FAC = facultative holoepiphyte; HAB = habitual holoepiphyte; HES = secondary hemiepiphyte).

Espécies	Família	CE	Npi	FRpi
<i>Trichomanes angustatum</i> Carmich.	HYM	HAB	135	33,251
<i>Blechnum binervatum</i> (Poir.) C.V. Morton & Lellinger	BLE	HES	119	29,310
<i>Vittaria lineata</i> (L.) Sm.	VIT	HAB	48	11,823
<i>Lastreopsis amplissima</i> (C. Presl) Tindale	DRY	ACI	22	5,419
<i>Rumohra adiantiformis</i> (G. Forst.) Ching	DRY	FAC	17	4,187
<i>Asplenium harpeodes</i> Kunze	ASP	HAB	15	3,695
<i>Trichomanes anadromum</i> Rosenst.	HYM	HAB	12	2,956
<i>Campyloneurum austrobrasilianum</i> (Alston) de la Sota	POL	HAB	8	1,970
<i>Asplenium incurvatum</i> Fée	ASP	HAB	5	1,232
<i>Ctenitis submarginalis</i> (Langsd. & Fisch.) Ching	DRY	ACI	3	0,739
<i>Hymenophyllum pulchellum</i> Schltdl. & Cham.	HYM	HAB	4	0,985
<i>Asplenium scandicium</i> Kaulf.	ASP	HAB	3	0,739
<i>Asplenium gastonis</i> Fée	ASP	HAB	3	0,739
<i>Campyloneurum nitidum</i> (Kaulf.) C. Presl	POL	HAB	3	0,739
<i>Dennstaedtia globulifera</i> (Poir.) Hieron.	DEN	ACI	2	0,493
<i>Pecluma pectinatifomis</i> (Lindm.) M.G. Price	POL	HAB	2	0,493
<i>Asplenium clausenii</i> Hieron.	ASP	ACI	2	0,493
<i>Didymochlaena trunculata</i> (Sw.)	DRY	ACI	1	0,246
<i>Asplenium ulbrichtii</i> Rosenst.	ASP	ACI	1	0,246
<i>Polypodium typicum</i> Fée	POL	HAB	1	0,246

20 para 14 espécies. A curva de rarefação baseada em número de unidades amostrais (Figura 3) não apresentou estabilização para nenhum dos quatro intervalos de altura analisados, bem como para a amostra total (4 m). A riqueza de espécies diferiu significativamente entre os intervalos de altura ($H = 32,88$; $P < 0,001$), sendo que o intervalo de 3-4 m apresentou menor riqueza do que os três primeiros intervalos (Tabela 2).

Trichomanes angustatum apresentou frequência decrescente de ocorrência nos quatro intervalos de altura analisados a partir do solo, porém mais acentuada no intervalo de 3-4 m. Da mesma forma o percentual de ocorrência de *Blechnum binervatum* diminuiu a partir do solo. Diferentemente das espécies anteriores, *Vittaria lineata* foi mais frequente nos intervalos intermediários de altura (Tabela 3).

Trichomanes anadromum Rosenst. foi a única Hymenophyllaceae que não apresentou frequência decrescente da base em direção ao ápice dos forófitos, mas o pequeno número de ocorrências ($n = 12$) não permite generalizar este padrão. Dentre todas as espécies consideradas na análise de distribuição vertical, com mais de 10 ocorrências, *Lastreopsis amplissima* (C. Presl) Tindale foi a espécie que apresentou o maior percentual de ocorrência (84,62%) na primeira faixa de altura (Tabela 3).

Discussão

A diversidade encontrada sobre *Dicksonia sellowiana* representa 67% do total de pteridófitas epifíticas inventariadas por Fraga (2007)

Tabela 2. Riqueza média de pteridófitas epifíticas por intervalos de altura em *Dicksonia sellowiana* Hook. na área de Floresta Ombrófila Mista, São Francisco de Paula, estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Médias com mesma letra são iguais de acordo com o teste de Dunn ($P < 0,001$). (N = número de intervalos; DP = desvio-padrão).

Table 2. Average richness of epiphytic pteridophytes for height intervals on *Dicksonia sellowiana* Hook. in the Mixed Ombrophylous Forest area, São Francisco de Paula, State of Rio Grande do Sul, Brazil. Averages with same letter do not differ according to the Dunn Test ($P < 0,001$). (N = number of height intervals; DP = Standard Deviation).

Intervalos de altura (m)	N	Média (DP)
0-1	60	1,93 $\pm$ 0,78 (b)
1-2	60	1,93 $\pm$ 0,69 (b)
2-3	60	1,77 $\pm$ 0,85 (b)
3-4	60	1,12 $\pm$ 1,04 (a)

na Floresta Ombrófila Mista, no Parque Municipal da Ronda. Ela demonstra a importância dessa espécie hospedeira para espécies epifíticas, no ambiente florestal.

A espécie de maior frequência (*Trichomanes angustatum*) é holoepífita habitual, que ocorre preferencialmente sobre cáudices de samambaias arborescentes (Schmitt & Windisch 2005). De uma maneira geral, as espécies de Hymenophyllaceae apresentaram uma

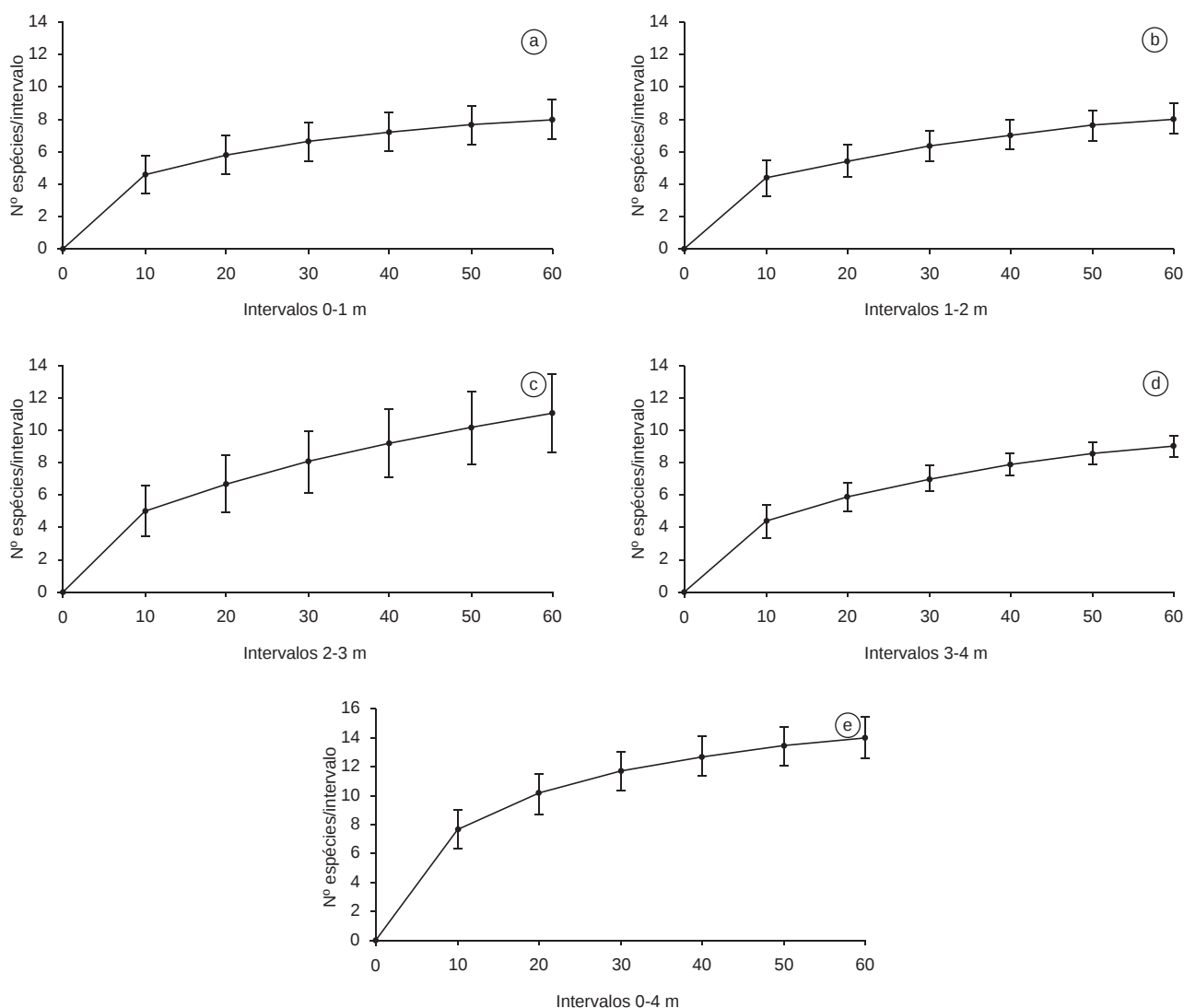
Pteridófitas epifíticas sobre *Dicksonia sellowiana* Hook

Figura 3. Curva de rarefação de espécies de pteridófitas epifíticas amostradas sobre 60 forófitos de *Dicksonia sellowiana* Hook. na área de Floresta Ombrófila Mista, São Francisco de Paula, estado do Rio Grande do Sul, Brasil. a) Intervalo de 0-1 m de altura; b) Intervalo de 1-2 m de altura; c) Intervalo de 2-3 m de altura; d) Intervalo de 3-4 m de altura e e) Intervalo total de 0-4 m de altura. As barras correspondem ao desvio-padrão associado.

Figure 3. Rarefaction curve of species of epiphytic pteridophytes sampled on 60 phorophytes of *Dicksonia sellowiana* Hook. in the Mixed Ombrophylous Forest area, São Francisco de Paula, State of Rio Grande do Sul, Brazil. a) 0-1 m height interval; b) 1-2 m height interval; c) 2-3 m height interval; d) 3-4 m height interval and e) 0-4 m total height interval. The bars correspond to the associated standard deviation.

Tabela 3. Distribuição percentual de ocorrência das pteridófitas epifíticas nos intervalos de altura amostrados sobre 60 forófitos de *Dicksonia sellowiana* Hook. na área de Floresta Ombrófila Mista, São Francisco de Paula, estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Acrônimos formados pelas letras iniciais do nome genérico e específico, conforme Tabela 1 (Nhi = Número de intervalos de altura ocupados pela espécie epifítica i).

Table 3. Percentage distribution of occurrence of epiphytic pteridophytes on height intervals sampled on 60 phorophytes of *Dicksonia sellowiana* Hook. in the Mixed Ombrophylous Forest area, São Francisco de Paula, State of Rio Grande do Sul, Brazil. Acronyms formed by the initial letters of the generic and specific names, according to Table 1 (Nhi = Number of height intervals occupied by epiphytic species i).

Intervalos de altura (m)	Tri ang	Ble bin	Vit lin	Las amp	Tri ana	Asp har	Asp inc	Cam nit	Rum adi	Asp sca	Asp gas	Cte sub	Den glo	Pec pec
0-1	30,36	31,89	9,61	84,62	16,66	28,57	0	33,33	0	0	0	0	100	0
1-2	29,84	29,31	30,77	15,38	33,33	28,57	0	0	0	50	0	100	0	0
2-3	26,18	22,42	36,54	0	33,33	28,57	18,33	33,33	33,33	50	50	0	0	100
3-4	13,62	16,38	23,08	0	16,66	14,29	81,66	33,33	66,66	0	50	0	0	0
Nhi	191	116	52	13	12	7	3	3	3	2	2	1	1	1

tendência de diminuição da frequência e da riqueza a partir de 3 m de altura do solo, provavelmente em decorrência de serem sensíveis ao ressecamento e à alta luminosidade. Nos trabalhos realizados por Hietz & Hietz-Seifert (1995), Nieder et al. (1999) e Schmitt et al. (2005), as frondes de Hymenophyllaceae encontravam-se restritas ou foram também mais frequentes nos menores intervalos de altura. As frondes membranosas, observadas nas espécies dessa família, que conseqüentemente são altamente higrofilas (Dubuisson et al. 2003) e apresentam ponto de saturação luminosa baixo (Benzing 1987), facilitam a sua maior ocorrência nos intervalos inferiores.

A segunda espécie mais freqüente (*Blechnum binervatum*) é uma hemiepífita secundária, de crescimento reptante, que germina no solo e somente depois estabelece ligação com o forófito. Conseqüentemente, essa espécie colonizou extensas áreas dos forófitos, apresentando uma seqüência decrescente de ocorrência dos intervalos de menor para maior altura. A grande amplitude vertical de Blechnaceae decorreu apenas dessa espécie. Entretanto, a terceira espécie mais freqüente (*Vittaria lineata*) é holoepífita habitual e, similarmente ao observado por Schmitt et al. (2005), apresentou valores de frequência maiores, em intervalos intermediários de altura.

A quarta espécie mais freqüente (*Lastreopsis amplissima*) ocorreu apenas nos dois primeiros metros de altura no forófito, com uma frequência expressivamente superior, no primeiro intervalo de altura, em decorrência de apresentar epifitismo acidental. Schmitt et al. (2005) citaram duas causas principais para explicar a maior ocorrência de *L. amplissima* em intervalos de menor altura: uma delas é a preferência pelo substrato terrícola, e a outra ao fato da base do cáudice ser extremamente alargado, favorecendo o acúmulo de matéria orgânica, que, ao se decompor, resulta em uma fina camada de solo, favorecendo o estabelecimento desse epífito acidental.

A menor riqueza média registrada em *Dicksonia sellowiana* no intervalo de 3 a 4 m altura pode estar relacionada ao fato das espécies mais frequentes na amostragem total (até 4 m), como *Trichomanes angustatum*, *Blechnum binervatum* e *Lastreopsis amplissima* apresentarem o menor percentual de ocorrência ou estarem ausentes nesse intervalo, conforme discutido anteriormente. Além disso, esse intervalo é o mais recente do forófito, ou seja, aquele que ofereceu, conseqüentemente, menos tempo para a colonização dos epífitos. O tempo de disponibilidade do substrato é um fator importante para a colonização dos forófitos pelas plantas epifíticas (Yeaton & Galdstone 1982). Considerando a altura total dos forófitos, o número mínimo de espécies de epífitos encontrados em *D. sellowiana* foi igual (1 espécie) e o número máximo (8), superior, comparado aos levantamentos realizados por Heatwole (1993), em *Blechnum palmiforme* (Thouars) C. Char. (5) e por Schmitt et al. (2005), em *D. sellowiana* (6). Porém, Heatwole (1993) registraram 3,1 de espécies de pteridófitas/cáudice, média maior àquela registrada em *D. sellowiana*.

O número total de espécies de pteridófitas epifíticas encontrado sobre *Dicksonia sellowiana* foi superior ao registrado no levantamento (11 espécies) realizado por Schmitt et al. (2005), sobre essa mesma espécie, também em Floresta Ombrófila Mista, porém em um fragmento localizado dentro de um loteamento sub-urbano, em São Francisco de Paula. Nesse sentido, Johansson (1989) destacou que em fragmentos florestais as pteridófitas são proporcionalmente menos comuns que em florestas mais densas.

A riqueza específica deste estudo foi maior que a registrada por Schmitt & Windisch (2005) para *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae) (14 espécies), em floresta estacional semidecidual, no estado do Rio Grande do Sul. Entretanto, *A. setosa* não desenvolve um manto de raízes adventícias no cáudice. A relação em que Dicksoniaceae apresenta maior número de espécies epifíticas do que Cyatheaceae foi apontada por Medeiros et al. (1993) e decorreu, possivelmente, da diferença de idade e de tipo de substrato oferecido

pelos forófitos. Além disso, as florestas ombrófilas do sul do Brasil são mais ricas em epífitos de que as florestas estacionais (Rambo 1954, Klein 1975, Roderjan et al. 2002), sendo que o mesmo se aplica para riqueza de filicíneas (Sehnem 1977, 1979).

As famílias com maior número de espécies, Polypodiaceae, Aspleniaceae, Hymenophyllaceae e Dryopteridaceae (85% do total) estão entre as famílias epifíticas mais ricas no mundo (Madison 1977, Kress 1986, Benzing 1990) e nos neotrópicos (Gentry & Dodson 1997). Mesmo em outros levantamentos de pteridófitas epifíticas, com diferentes procedimentos amostrais e espécies forófitas, pelo menos uma dessas famílias está entre aquelas de maior riqueza (de la Sota 1971, 1972, Labiak & Prado 1998, Cortez 2001, Moran et al. 2003, Schmitt & Windisch 2005). O gênero com maior número de espécies (*Asplenium*) também foi considerado mundialmente mais rico por Madison (1977) e Kress (1986), bem como no levantamento pontual realizado por Schmitt et al. (2005).

A maior participação de holoepífitos habituais registrada no presente estudo também foi encontrada em levantamentos da pteridoflora epifítica realizados por de la Sota (1971, 1972), Labiak & Prado (1998) e Schmitt et al. (2005). O mesmo fato é comum também em levantamentos de epífitos vasculares, em geral, realizados no sul do Brasil, por Kersten & Silva (2001, 2002), Borgo & Silva (2003), no Paraná e por Aguiar et al. (1981), Waechter (1998), Rogalski & Zanin (2003), Gonçalves & Waechter (2003) e Schmitt & Windisch (2005), no Rio Grande do Sul. Este padrão observado sugere que a grande maioria das espécies encontradas na sinúsia epifítica apresenta, habitualmente, adaptações morfológicas e fisiológicas especializadas para ocupar esse tipo de ambiente.

Os resultados desse estudo constituem a primeira descrição detalhada da composição e da distribuição vertical de pteridófitas epifíticas sobre *Dicksonia sellowiana*, no Parque Municipal da Ronda. O estudo aponta que a retirada dessa planta hospedeira (embora ilegal), na área de floresta ombrófila mista estudada, compromete a disponibilidade de habitat, especialmente para os holoepífitos habituais, que completam todo o seu ciclo de vida no ambiente epifítico, entre os quais estão *Trichomanes angustatum* e *Trichomanes anadromum*, que de acordo com Sehnem (1977), Bueno & Senna (1992) e Schmitt & Windisch (2005) ocorrem, exclusivamente ou preferencialmente, sobre esse tipo de forófito.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa para a primeira autora. Ao Centro Universitário Feevale pelo suporte técnico disponibilizado. À Prefeitura Municipal de São Francisco de Paula por conceder autorização para ingressar na área e executar a pesquisa, bem como pelo suporte logístico oferecido. À Ciliana Rechenmacher, ao Rodrigo Fleck e demais colegas de laboratório da primeira autora pelo grande auxílio prestado nos trabalhos de campo e de laboratório.

Referências Bibliográficas

- AGUIAR, L.W., CITADINI-ZANETTE, V., MARTAU, L. & BACKES, A. 1981. Composição florística de epífitos vasculares numa área localizada nos municípios de Montenegro e Triunfo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Sér. Bot.* 28: 55-93.
- AHMED, J. & FRAHM, J.P. 2002. Moosgesellschaften auf baumfarnstämmen in südostbrasilien. *Trop. Bryol.* 22: 135-178.
- BEEVER, J. 1984. Moss epiphytes of tree ferns in a warm temperature forest, New Zealand. *J. Hattori Bot. Lab.* 56: 89-95.
- BENZING, D.H. 1987. Vascular epiphytism: taxonomic participation and adaptive diversity. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 74(2): 183-204.

- BENZING, D.H. 1990. Vascular epiphytes. Cambridge University Press, Cambridge.
- BENZING, D.H. 1995. The physical mosaic and plant variety in forest canopies. *Selbyana* 16(2): 159-168.
- BORGO, M. & SILVA, S.M. 2003. Epífitos vasculares em fragmentos de floresta ombrófila mista, Curitiba, Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 26(3): 391-401.
- BUENO, R.M. & SENNA, R.M. 1992. Pteridófitas do Parque Nacional dos Aparados da Serra. I. Região do Paradoiro. *Caderno de Pesquisa, Sér. Bot.* 4(1): 5-12.
- CORTEZ, L. 2001. Pteridofitas epifitas encontradas en Cyatheaceae y Dicksoniaceae de los bosques nublados de Venezuela. *Gayana* 58(1): 13-23.
- DE LA SOTA, E.R. 1971. El epifitismo y las pteridofitas en Costa Rica (America Central). *N. Hedwigia* 21(2-4): 401-465.
- DE LA SOTA, E.R. 1972. Las pteridofitas y el epifitismo en el Departamento del Choco (Colombia). *An. Soc. Cient. Argent.* 31(V-VI): 245-278.
- DUBUISSON, J.Y., HENNEQUIN, S., RAKOTONDRAINIBE, F. & SCHNEIDER, H. 2003. Ecological diversity and adaptive tendencies in the tropical fern *Trichomanes* L. (Hymenophyllaceae) with special reference to climbing and epiphytic habits. *Bot. J. Linn. Soc.* 142: 41-63.
- FERNANDES, I. 2000. Taxonomia dos representantes de Dicksoniaceae no Brasil. *Pesquisas, Bot.* 50: 5-26.
- FRAGA, L.L. 2007. Diversidade e aspectos ecológicos de epífitos vasculares sem sementes: uma contribuição para a conservação da floresta ombrófila mista. Dissertação de Mestrado, Centro Universitário Feevale.
- GENTRY, A.H. & DODSON, C.H. 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 74 (2): 205-233.
- GONÇALVES, C.N. & WAECHTER, J.L. 2003. Aspectos florísticos e ecológicos de epífitos vasculares sobre figueiras isoladas no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul. *Acta Bot. Bras.* 17(1): 89-100.
- GOTELLI, N.J. & COLWELL, R.K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4: 379-391.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. 2003. Paleontological Statistics – PAST. Version 1.18. <http://folk.uio.no/ohammer/past> (último acesso em 16/01/2008).
- HEATWOLE, H. 1993. Distribution of epiphytes on trunks of the arborescent fern, *Blechnum palmiforme*, at Gough Island, south Atlantic. *Selbyana* 14: 46-58.
- HIETZ, P. & HIETZ-SEIFERT, U. 1995. Structure and ecology of epiphyte communities of a cloud forest in central Veracruz, México. *J. Veg. Sci.* 6(5): 719-728.
- JOHANSSON, D.R. 1989. Vascular epiphytism in Africa. In *Tropical rain forest ecosystems, Ecosystems of the world* (H. Lieth & M.J. Werger, eds.). Elsevier, Amsterdam, p. 7-53.
- KERSTEN, R.A. & SILVA, S.M. 2001. Composição florística e estrutura do componente epifítico vascular em floresta da planície litorânea na Ilha do Mel, Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 24(2): 213-226.
- KERSTEN, R.A. & SILVA, S.M. 2002. Florística e estrutura do componente epifítico vascular em floresta ombrófila mista aluvial do rio Barigüi, Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 25(3): 259-267.
- KLEIN, R.M. 1975. Southern brazilian phytogeographic features and the probable influence of upper quaternary climatic changes in the floristic distribution. *Bol. Paranaense de Geociências* 33: 67-88.
- KRAMER, K.U. & GREEN, P.S. 1990. The families and genera of vascular plants. v.1. Springer-Verlag, Germany.
- KRESS, W.J. 1986. The systematic distribution of vascular epiphytes: an update. *Selbyana* 9: 2-22.
- LABIAK, P.H. & PRADO, J. 1998. Pteridófitas epifitas da Reserva Volta Velha, Itapoá, Santa Catarina, Brasil. *Bol. Inst. Bot.* 11: 1-79.
- MADISON, M. 1977. Vascular epiphytes: their systematic occurrence and salient features. *Selbyana* 2(1): 1-13.
- MEDEIROS, A.C., LOOPE, L.L. & ANDERSON, S.J. 1993. Differential colonization by epiphytes on native (*Cibotium* spp.) and alien (*Cyathea cooperi*) tree ferns in a Hawaiian rain forest. *Selbyana* 14: 71-74.
- MORAN, R.C.; KLIMAS, S. & CARLSEN, M. 2003. Low-trunk epiphytic ferns on tree ferns versus angiosperms in Costa Rica. *Biotropica* 35(1): 48-56.
- MORENO, J.A. 1961. Clima do Rio grande do Sul. Secretaria da Agricultura - Div. Terras e Colonização, Porto Alegre.
- MUCUNGUZI, P. 2007. Diversity and distribution of vascular epiphytes in the Forest lower canopy in Kibale National Park, western Uganda. *Afr. J. Ecol.* 45(Suppl. 3): 120-125.
- MÜLLER, L., STARNECKER, G. & WINKLER, S. 1981. Zur Ökologie epiphytischer Farne in Südbrasilien. I. Saugschuppen. *Flora* 171: 55-63.
- NIEDER, J., ENGWARD, S. & BARTHLOTT, W. 1999. Patterns of neotropical epiphyte diversity. *Selbyana* 20(1): 66-75.
- PAGE, C.N. 2002. Ecological strategies in fern evolution: a neopteridological overview. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 119: 1-33.
- PARKER, G.G. 1995. Structure and microclimate of forest canopies. In Lowman, M.D. & Nadkarni, N.M. (eds.). *Forest canopies*. Academic Press, San Diego.
- RAMBO, B. 1954. História da flora do litoral riograndense. *Sellowia* 6(6): 113-172.
- RAMBO, B. 1956. A Fisionomia do Rio Grande do Sul. Editora Selbach, Porto Alegre.
- ROBERTS, N.R., DALTON, P.J. & JORDAN G.J. 2005. Epiphytic ferns and bryophytes of Tasmanian tree-ferns: A comparison of diversity and composition between two host species. *Austral Ecol.* 30: 146-154.
- RODERJAN, C.V., GALVÃO, F., KUNIYOSHI, Y.S. & HATSCHBACK, G.G. 2002. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. *Rev. Ciência e Ambiente* 24: 75-92.
- ROGALSKI, J.M. & ZANIN, E.M. 2003. Composição florística de epífitos vasculares no Estreito de Augusto César, Floresta Estacional Decidual do Rio Uruguai, RS, Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 26(4): 551-556.
- ROTHWELL, G.W. 1991. *Botryopteris forensis* (Botryopteridaceae), a trunk epiphyte of the tree fern *Psaronius*. *Am. J. Bot.* 78(6): 782-788.
- RUDOLPH, D., RAUER, G., NIEDER, J. & BARTHLOTT, W. 1998. Distributional patterns of epiphytes in the canopy and phorophyte characteristics in a western Andean rain forest in Ecuador. *Selbyana* 19(1): 27-33.
- SCHMITT, J.L. & WINDISCH, P.G. 2005. Aspectos ecológicos de *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae, Pteridophyta) no sul do Brasil. *Acta Bot. Bras.* 19(4): 861-867.
- SCHMITT, J.L., BUDKE, J.C. & WINDISCH, P.G. 2005. Aspectos florísticos e ecológicos de pteridófitas epifíticas em caudices de *Dicksonia sellowiana* Hook. (Pteridophyta, Dicksoniaceae), São Francisco de Paula, RS, Brasil. *Pesquisas, Bot.* 56: 161-172.
- SEHNEM, A. 1977. As filicíneas do Sul do Brasil, sua distribuição geográfica, sua ecologia e suas rotas de migração. *Pesquisas, Bot.* 31: 1-108.
- SEHNEM, A. 1979. Semelhanças e diferenças nas formações florestais do sul do Brasil. *Acta Biol. Leopoldensia* 1(1): 111-135.
- TRYON, R.M. & TRYON, A.F. 1982. Ferns and allied plants with special reference to Tropical America. Springer Verlag, New York.
- WAECHTER, J.L. 1998. Epifitismo vascular em uma floresta de restinga do Brasil subtropical. *Rev. Ciência e Natura* 20: 43-66.
- WINDISCH, P.G. 1992. Pteridófitas da região norte-ocidental do Estado de São Paulo: guia para estudo e excursões. 2.ed. UNESP, São José do Rio Preto.
- WINDISCH, P.G. 2002. Fern conservation in Brazil. *Fern Gaz.* 16(6,7&8): 295-300.
- YEATON, R.I. & GLADSTONE, D.E. 1982. The pattern of colonization of epiphytes on Calabash Trees (*Crescentia alata* HBK.) in Guanacaste Province, Costa Rica. *Biotropica* 14: 137-140.
- ZAR, J.H. 1999. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, New Jersey.

Recebido em 16/03/08

Versão Reformulada recebida em 08/12/08

Publicado em 22/12/08

As borboletas (Lepidoptera, Papilionoidea) do Campus Universitário Darcy Ribeiro (Distrito Federal, Brasil)

*Carlos Eduardo Guimarães Pinheiro^{1,3}, Ivan Constantinov Malinov¹, Thiago Oliveira Andrade¹,
Jonas Brochado Maravalhas¹, Marcelo Brito Moussallem de Andrade¹, Luis Paulo Aguiar de Deus¹,
Luiz Gustavo Perrut Pedrosa² & Gabriel Vargas Zanatta²*

¹Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia, Universidade de Brasília – UnB,
CEP 70910-900, Brasília, DF, Brasil, e-mail: cegp@unb.br

²Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Tecnologia,
Universidade de Brasília – UnB,
CEP 70910-900, Brasília, DF, Brasil

³Autor para correspondência: Carlos Eduardo Guimarães Pinheiro, e-mail: cegp@unb.br

PINHEIRO, C.E.G., MALINOV, I.C., ANDRADE, T.O., MARAVALHAS, J., MOUSSALLEM, M., DEUS, L.P.A., PEDROSA, L.G.P. & ZANATTA, G. 2008. **The butterflies (Lepidoptera, Papilionoidea) of the University Campus Darcy Ribeiro (Distrito Federal, Brasil)**. Biota Neotrop. 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/en/abstract?inventory+bn00608042008>.

Abstract: The Brazilian cerrado, the second largest bioma in this country, is now constituted only by fragments of vegetation that together correspond to less than 20% of its original vegetation. This study investigates the butterfly fauna found in fragments of cerrado *sensu stricto* and gallery forest of the University Campus Darcy Ribeiro. A list containing 128 butterfly species, corresponding to approximately 25% of all Papilionoidea found in the Distrito Federal is presented. Some factors affecting the species richness of butterflies in the study sites are also discussed.

Keywords: cerrado vegetation, conservation, habitat fragmentation, inventory.

PINHEIRO, C.E.G., MALINOV, I.C., ANDRADE, T.O., MARAVALHAS, J., MOUSSALLEM, M., DEUS, L.P.A., PEDROSA, L.G.P. & ZANATTA, G. 2008. **As borboletas (Lepidoptera, Papilionoidea) do Campus Universitário Darcy Ribeiro (Distrito Federal, Brasil)**. Biota Neotrop. 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/pt/abstract?inventory+bn00608042008>.

Resumo: O cerrado brasileiro, considerado o segundo maior bioma do país em extensão territorial, encontra-se atualmente constituído apenas por fragmentos de vegetação que em conjunto representam menos de 20% de sua vegetação original. Neste trabalho nós investigamos a fauna remanescente de borboletas em fragmentos de cerrado *sensu stricto* e mata ciliar do campus universitário Darcy Ribeiro. No total foram encontradas 128 espécies correspondendo a aproximadamente 25% da fauna de borboletas do Distrito Federal. Alguns fatores que afetam a riqueza de espécies de borboletas nas áreas de estudo são também discutidos.

Palavras-chave: cerrado, conservação, fragmentação de habitat, inventário.

Introdução

O cerrado é atualmente reconhecido como um dos biomas terrestres com maior diversidade de animais de todo o planeta, incluindo lepidópteros (Brown Jr. & Mielke 1967a, b, Brown Jr. & Gifford 2002). Apesar de toda essa riqueza o cerrado vem sofrendo um intenso processo de destruição e transformação de sua paisagem natural devido à urbanização e implantação de atividades agrícolas – geralmente envolvendo grandes monoculturas, criação de gado e a produção de carvão, restando na atualidade apenas fragmentos ou ilhas de vegetação equivalentes a menos de 20% da área originalmente ocupada (Myers et al. 2000). Estudos recentes mostram que a fragmentação de um bioma pode levar a perda em biodiversidade, especialmente no caso de invertebrados (DeVries et al. 1999, Hill et al. 2001, Lewinsohn et al. 2005, Pacheco & Vasconcelos 2007). Sendo assim, é necessário voltar a nossa atenção para esses fragmentos de vegetação, pois além de representarem tudo o que restou de um determinado bioma, também constituem a única esperança para a conservação da fauna ainda existente e para qualquer tentativa que vise à recuperação da vegetação original em determinadas regiões. Neste trabalho nós investigamos a fauna de borboletas (Papilionoidea) encontrada em fragmentos de vegetação de cerrado localizados no campus universitário Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília.

Inaugurado em 21 de abril de 1962 o campus ocupa uma área de 3.950.579 m² na Asa Norte de Brasília, junto às margens da Represa do Paranoá (15° 44' 6" - 15° 46' 30" S e 47° 53' 6" - 47° 51' 18" W; 750-800 m de altitude), apresentando uma localização intermediária entre algumas das unidades de conservação mais importantes do Brasil central, como o Parque Nacional de Brasília, a Área de Proteção Ambiental do Gama e Cabeça de Veado e a Estação Ecológica de Águas Emendadas. Desde a sua inauguração a área do campus vem sofrendo um intenso processo de transformação de suas paisagens naturais. Entretanto, pouco se tem feito para a conservação da vegetação nativa e da fauna dessa área, restando hoje apenas algumas manchas de cerrado *sensu stricto* - o tipo de vegetação predominante no local (veja Goodland 1971, Eiten 1972, Oliveira-Filho & Ratter 2002 para uma descrição dos tipos fisionômicos de vegetação de cerrado) e pequenas manchas de matas ciliares próximas a nascentes. Uma tentativa para se conservar a fauna e flora da região foi a criação de uma reserva na área do Centro Esportivo Universitário, atualmente conhecida como Reserva do Centro Olímpico. Entretanto, pouco se fez pela implantação efetiva dessa reserva que tem estado sempre sujeita à presença de plantas invasoras, animais domésticos, residentes clandestinos e depósitos de lixo, além de sofrer anualmente a ação de incêndios de grandes proporções.

Apesar de todos esses problemas alguns estudos de fauna desenvolvidos no campus nos últimos anos têm mostrado que esses fragmentos de vegetação podem ainda suportar uma grande riqueza de espécies. M. Bagno (com. pess.) observou aproximadamente 180 espécies de aves na região do campus, correspondendo a aproximadamente 40% de todas as aves do Distrito Federal, sugerindo que os fragmentos de vegetação ainda existentes podem desempenhar um papel bastante relevante na conservação da fauna local. Neste trabalho nós apresentamos uma listagem das borboletas (Papilionoidea) do campus. Nossos objetivos são: 1) conhecer a fauna de borboletas do campus e permitir o desenvolvimento de diferentes tipos de pesquisas científicas envolvendo a mesma; 2) permitir que a diversidade de espécies encontrada possa ser monitorada em estudos futuros; e 3) incentivar a criação e a manutenção de reservas e áreas de conservação nos fragmentos de vegetação de cerrado ainda existentes.

Material e Métodos

As localidades amostradas no campus incluem a Reserva do Centro Olímpico (RCO) que além de cerrado *sensu stricto* (aprox. 8 ha), contém ainda uma área de mata ciliar (2 ha) e várias áreas originalmente ocupadas por vegetação de cerrado e atualmente apresentando diferentes estágios de sucessão ecológica, a Estação Experimental de Biologia (EEB), que contém uma área de cerrado *sensu stricto* (3 ha) e uma pequena área de mata junto à Represa do Paranoá, e a região do arboreto, que também inclui áreas de cerrado *sensu stricto* (2 ha) e uma pequena mata ciliar (0.5 ha) ao longo de um córrego cuja nascente se encontra no Parque Olhos D'Água, em área adjacente ao campus (Figura 1).

As amostragens da fauna de borboletas foram realizadas mensalmente por Pinheiro em 2004 e 2005 na RCO e outras localidades do campus; por Pinheiro, Malinov e Oliveira em 2006 e 2007 na RCO (amostragens semanais); e por Pinheiro e os demais autores deste trabalho em janeiro de 2008 na EEB, RCO e na região do Arboreto (amostragens diárias). Essas amostragens foram realizadas com redes entomológicas e armadilhas contendo iscas de banana fermentada em caldo de cana (uma ilustração desse tipo de armadilha pode ser encontrada em DeVries 1987). Todos os espécimes coletados foram incluídos na Coleção Entomológica da Universidade de Brasília. Espécies com distribuições geográficas presumidas ou encontradas apenas em regiões vizinhas à área do campus não foram incluídas na nossa listagem. A classificação adotada segue Lamas (2004).

Resultados e Discussão

Uma lista das borboletas (Papilionoidea) encontradas no campus universitário Darcy Ribeiro com suas respectivas classificações e habitats em que foram observadas ou capturadas é apresentada na Tabela 1. No total foram obtidas 128 espécies, correspondendo a aproximadamente 25% de todos os Papilionoidea encontrados no Distrito Federal (Emery et al. 2006). Estes valores mostram claramente que os fragmentos de vegetação existentes no campus ainda contém uma riqueza de espécies de borboletas relativamente alta.

Devido à predominância da vegetação de cerrado *sensu stricto* nestes fragmentos, a maior parte das espécies encontradas (n = 68 ou

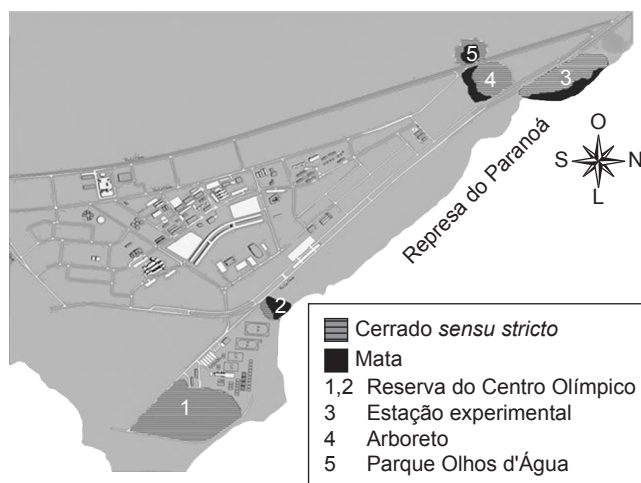


Figura 1. Localização das áreas de cerrado *sensu stricto* e mata ciliar no Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília, Distrito Federal.

Figure 1. Locations of cerrado *sensu stricto* and gallery forest areas in the University Campus Darcy Ribeiro, Brasília, Distrito Federal.

Tabela 1. Lista das borboletas (Papilionoidea) do Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília, Distrito Federal. Habitats incluem: CSS (cerrado sensu stricto), MC (mata ciliar), AS (área em sucessão) e J (jardins).**Table 1.** List of butterflies (Papilionoidea) of the University Campus Darcy Ribeiro, Brasília, Distrito Federal. Habitats include: CSS (cerrado sensu stricto), MC (gallery forest), AS (successional fields) e J (gardens).

	Família/subfamília/tribo/espécies	Habitats
PAPILIONIDAE		
Papilioninae - Troidini		
1	<i>Battus crassus crassus</i> (Cramer, 1777)	MC
2	<i>Battus polydamas polydamas</i> (Linnaeus, 1758)	CSS, MC, AS J
3	<i>Parides anchises foetterlei</i> (Rothschild & Jordan, 1906)	MC
Papilioninae - Papilionini		
4	<i>Heracles anchisiades capys</i> (Hübner, [1809])	CSS, MC, AS, J
5	<i>Heracles thoas brasiliensis</i> (Rothschild & Jordan, 1906)	CSS, MC, AS, J
PIERIDAE		
Coliadinae		
6	<i>Anteos clorinde</i> (Godart, [1824])	CSS
7	<i>Anteos menippe</i> (Hübner, [1818])	CSS
8	<i>Phoebis argante argante</i> (Fabricius, 1775)	CSS, AS
9	<i>Phoebis philea philea</i> (Linnaeus, 1763)	CSS, AS
10	<i>Phoebis sennae sennae</i> (Linnaeus, 1758)	CSS, AS, J
11	<i>Aphrissa statira statira</i> (Cramer, 1777)	CSS, AS, J
12	<i>Pyrissitia leuce leuce</i> (Boisduval, 1836)	CSS, AS
13	<i>Pyrissitia nise tenella</i> (Boisduval, 1836)	AS
14	<i>Eurema albula albula</i> (Cramer, 1775)	CSS, AS, J
15	<i>Eurema deva doris</i> (Röber, 1909)	CSS, AS
16	<i>Eurema elathea elathea</i> (Cramer, 1777)	CSS, AS, J
17	<i>Eurema phiale paula</i> (Röber, 1909)	CSS, AS, J
Pierinae - Pierini		
18	<i>Appias drusilla drusilla</i> (Cramer, 1777)	CSS, AS, J
19	<i>Ascia monuste orseis</i> (Godart, 1819)	CSS, AS, J
LYCAENIDAE		
Polyommatainae		
20	<i>Leptotes cassius cassius</i> (Cramer, 1775)	CSS, AS
21	<i>Hemiargus hanno</i> (Stoll, 1790)	CSS
22	<i>Zizula cyna</i> (Edwards, 1881)	CSS
Theclinae - Eumaeini		
23	<i>Theritas triquetra</i> (Hewitson, 1865)	CSS
24	<i>Arawacus ellida</i> (Hewitson, 1867)	MC
25	<i>Cyanophrys herodotus</i> (Fabricius, 1793)	CSS
26	<i>Bistonina mantica</i> (Druce, 1907)	CSS
27	<i>Strymon mulucha</i> (Hewitson, 1867)	CSS
28	<i>Tmolus echion</i> (Linnaeus, 1767)	CSS
29	<i>Nicolaia socia</i> (Hewitson, 1868)	CSS
30	<i>Olynthus essus</i> (Herrich-Schäffer, [1853])	CSS
Riodinidae		
Euselasiinae - Euselasiini		
31	<i>Euselasia mys cytis</i> Stichel, 1919	CSS
Riodininae - Riodinini		
32	<i>Lyropteryx terpsichore terpsichore</i> Westwood, 1851	CSS

Tabela 1. Continuação...

	Família/subfamília/tribo/espécies	Habitats
33	<i>Lasaia agesilas agesilas</i> (Latreille, 1809)	CSS
Riodininae - Symmachiini		
34	<i>Symmachia hippodice</i> Godman, 1903	CSS
Riodininae - Tribo <i>Incertae Sedis</i>		
35	<i>Apodemia paucipuncta</i> Spitz, 1930	CSS
Riodininae - Nymphidiini		
36	<i>Ariconias glaphyra</i> (Westwood, 1851)	CSS
37	<i>Synargis calyce</i> (C. Felder & R. Felder, 1862)	CSS
38	<i>Synargis agle</i> (Hewitson, [1853])	CSS
39	<i>Synargis gela</i> (Hewitson, [1853])	CSS
40	<i>Nymphidium leucosia leucosia</i> (Hübner, [1806])	CSS
41	<i>Nymphidium lisimon</i> (Stoll, 1790)	MC
42	<i>Theope eudocia</i> Westwood, 1851	MC
43	<i>Theope pieridoides</i> C. Felder & R. Felder, 1865	CSS
44	<i>Theope terampus</i> (Godart, [1824])	CSS
Riodininae - Stalactini		
45	<i>Stalactis phlegia phlegia</i> (Perty, 1833)	CSS, MC, J
NYMPHALIDAE		
Libytheinae		
46	<i>Libytheana carinenta</i> (Cramer, 1779)	MC
Danainae - Danaini		
47	<i>Danaus gilippus gilippus</i> (Cramer, 1775)	MC, J
48	<i>Danaus eresimus plexaure</i> (Godart, 1819)	MC, J
49	<i>Danaus erippus</i> (Cramer, 1775)	MC, J
50	<i>Lycorea halia discreta</i> Haensch, 1909	MC
Ithomiinae - Tithoreini		
51	<i>Tithorea harmonia pseudethra</i> Butler, 1873	MC
52	<i>Aeria elara elarina</i> (Oberthür, 1879)	MC
Ithomiinae - Mechanitini		
53	<i>Methona themisto</i> (Hübner, 1818)	MC
54	<i>Thyridia psidii hippodamia</i> (Fabricius, 1775)	MC
55	<i>Mechanitis lysimnia lysimnia</i> (Fabricius, 1793)	MC
56	<i>Mechanitis polymnia casabranca</i> Haensch, 1905	MC
Ithomiinae - Napeogenini		
57	<i>Hypothyris ninonia daeta</i> (Boisduval, 1836)	MC
Ithomiinae - Ithomiini		
58	<i>Ithomia agnosia agnosia</i> (Hewitson, [1855])	MC
59	<i>Placidina euryanassa</i> (C. Felder & R. Felder, 1860)	MC
Ithomiinae - Dircennini		
60	<i>Dircenna dero dero</i> (Hübner, 1823)	MC
61	<i>Episcada hymenaea centralis</i> (Brown & Mielke 1970)	MC
Ithomiinae - Godyridini		

Tabela 1. Continuação...

	Família/subfamília/tribo/espécies	Habitats
62	<i>Hypoleria lavinia consimilis</i> Talbot, 1928	MC
63	<i>Hypoleria sarepta goiana</i> d'Almeida, 1951	MC
64	<i>Brevioleria seba emyra</i> (Haensch, 1905)	MC
65	<i>Mcclungia cymo salonina</i> (Hewitson, 1855)	MC
66	<i>Heterosais edessa</i> (Hewitson, [1855])	MC
67	<i>Pseudoscada erruca</i> (Hewitson, 1855)	MC
68	<i>Pseudoscada acilla quadrifasciata</i> Talbot, 1928	MC
	Morphinae - Morphini	
69	<i>Grasseia menelaus coeruleus</i> (Perry, 1810)	MC
70	<i>Morpho helenor achillides</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	MC
	Morphinae - Brassolini	
71	<i>Brassolis sophorae laurentii</i> Stichel, 1925	J
72	<i>Caligo illioneus illioneus</i> (Cramer, 1775)	MC
	Satyrinae - Satyrini	
73	<i>Cissia terrestris</i> (Butler, 1866)	CSS
74	<i>Euptychia westwoodi</i> Butler, 1867	MC
75	<i>Hermeuptychia hermes</i> (Fabricius, 1775)	AS
76	<i>Pareuptychia ocirrhoe ocirrhoe</i> (Fabricius, 1777)	MC
77	<i>Paryphthimoides phronius</i> (Godart, [1824])	MC
78	<i>Paryphthimoides poltys</i> (Prittwitz, 1865)	MC
79	<i>Praefaanula armilla</i> (Bulter, 1867)	CSS
80	<i>Ypthimoides ochracea</i> (Butler, 1867)	AS
81	<i>Ypthimoides ypthima</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	AS
82	<i>Ypthimoides celmis</i> (Godart, [1824])	AS
	Charaxinae - Anaeni	
83	<i>Siderone galanthis</i> (Cramer, 1775)	CSS
	Biblidinae - Biblidini	
84	<i>Byblis hyperia nectanabis</i> (Fruhstorfer, 1909)	MC
85	<i>Eunica bechina</i> (Hewitson, 1852)	CSS
86	<i>Eunica cuvierii</i> (Godart, 1819)	CSS
87	<i>Hamadryas laodamia laodamia</i> (Cramer, 1777)	MC
88	<i>Hamadryas amphinome amphinome</i> (Linnaeus, 1767)	MC, CSS
89	<i>Hamadryas februa</i> (Hübner, [1823])	CSS
90	<i>Hamadryas feronia feronia</i> (Linnaeus, 1758)	CSS
91	<i>Temenis laothoe</i> ssp.	CSS
92	<i>Dynamine agacles agacles</i> (Dalman, 1823)	MC
93	<i>Callicore astarte selima</i> (Guenée, 1872)	CSS
94	<i>Callicore sorana sorana</i> (Godart, [1824])	CSS
95	<i>Diaethria clymena janeira</i> (C. Felder, 1862)	MC

Tabela 1. Continuação...

	Família/subfamília/tribo/espécies	Habitats
	Nymphalinae - Coeini	
96	<i>Colobura dirce dirce</i> (Linnaeus, 1758)	MC
97	<i>Historis odius dious</i> Lamas, 1995	CSS
98	<i>Smyrna blomfieldia blomfieldia</i> (Fabricius, 1781)	MC
99	<i>Tigridia acesta latifascia</i> (Butler, 1873)	MC, J
	Nymphalinae - Nymphalini	
100	<i>Vanessa braziliensis</i> (Moore, 1883)	J
101	<i>Vanessa myrinna</i> (Doubleday, 1849)	CSS, J
	Nymphalinae - Kallimini	
102	<i>Junonia evarete evarete</i> (Cramer, 1779)	CSS
103	<i>Anartia amathea roeselia</i> (Eschscholtz, 1821)	CSS, AS, J
104	<i>Anartia jatrophae jatrophae</i> (Linnaeus, 1763)	CSS, AS, J
105	<i>Siproeta stelenes stelenes</i> (Linnaeus, 1758)	MC
	Nymphalinae - Melitaeini	
106	<i>Chlosyne lacinia saundersi</i> (Doubleday, [1847])	MC, J
107	<i>Eresia eunice esora</i> Hewitson, 1857	MC
108	<i>Eresia lansdorfi</i> (Godart, 1819)	MC, J
109	<i>Ortilia dicoma</i> (Hewitson, 1864)	CSS
110	<i>Ortilia ithra</i> (Kirby, 1900)	J
111	<i>Phystis simois simois</i> (Hewitson, 1864)	CSS
112	<i>Tegosa claudina</i> (Eschscholtz, 1821)	MC, J
	Limenitidinae - Limenitidini	
113	<i>Adelpha iphiclus ephesa</i> (Ménétriés, 1857)	CSS
114	<i>Adelpha cytherea aea</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	CSS
115	<i>Adelpha thoasa gerona</i> (Hewitson, 1867)	CSS
	Heliconiinae - Argynnini	
116	<i>Euptoieta hegesia meridiania</i> Stichel, 1938	CSS, AS
	Heliconiinae - Acraeini	
117	<i>Actinote discrepans</i> d'Almeida 1958	MC, CSS
118	<i>Actinote paraphes</i> Jordan, 1913	CSS
119	<i>Actinote pellenea pellenea</i> Hübner, [1821]	MV, CSS
	Heliconiinae - Heliconiini	
120	<i>Agraulis vanillae maculosa</i> (Stichel, [1908])	CSS, AS, J
121	<i>Dione juno suffumata</i> (Brown & Mielke, 1972)	CSS, MC, AS
122	<i>Dryadula phaetusa</i> (Linnaeus, 1758)	CSS, J
123	<i>Dryas iulia alcionea</i> (Cramer, 1779)	MC, J
124	<i>Eueides isabella dianasa</i> (Hübner, [1806])	CSS, MC
125	<i>Eueides alipha alipha</i> (Godart, 1819)	MC
126	<i>Heliconius ethilla narcaea</i> Godart, 1819	MC, J
127	<i>Heliconius erato phyllis</i> (Fabricius, 1775)	MC, J
128	<i>Heliconius sara thamar</i> (Hübner, [1806])	MC, J

53,13%) ocorreu neste tipo de vegetação, estando aí incluída a maioria dos Pieridae, Lycaenidae, Riodinidae e Nymphalidae (especialmente Biblidinae e Limenitidinae). Muitas dessas espécies (especialmente Pieridae e alguns Nymphalidae) também foram observadas em áreas abertas originalmente ocupadas por cerrado *sensu stricto* e atualmente apresentando diferentes estágios de sucessão ecológica. Outra parte considerável das espécies ($n = 57$ ou 44,5%) foi encontrada nas matas ciliares (especialmente Danainae, Ithomiinae, Morphinae e Heliconiinae), sendo que uma proporção menor dessas espécies também foi observada nos jardins do campus ($n = 30$ ou 23,4%). Alguns Papilionidae como *Heracles thoas brasiliensis*, *H. anchisiades capys* e *Battus polydamas polydamas* foram observadas em todos os ambientes amostrados.

Além das espécies citadas na Tabela 1, podemos ainda esperar que novos registros de espécies sejam adicionados à nossa lista - uma relação de Papilionoidea que ocorrem em áreas próximas ao campus pode ser encontrada em Emery et al. (2006), Pinheiro (2006) e Pinheiro & Emery (2006). Entre os grupos que esperamos obter novos registros estão os Lycaenidae, que contrariamente à maioria das borboletas são mais abundantes durante a estação seca (obs. pessoal) e contém muitas espécies com parte de seu ciclo de vida ocorrendo nos botões florais de várias plantas do cerrado, o que dificulta em muito a sua detecção pelos métodos de amostragem mais clássicos (Lewinsohn et al. 2005) e vários Riodinidae cuja biologia e plantas-hospedeiras só recentemente passaram a ser investigadas (Diniz & Morais 1995, 1997, Diniz et al. 2001).

Várias borboletas típicas de matas ciliares, como *Grasseia menelaus*, *Morpho helenor achillides* (Morphinae), *Caligo illioneus illioneus* (a borboleta coruja; Brassolini), *Lycorea halia discreta* (Danainae), *Byblis hyperia nectanabis*, *Hamadryas laodamia laodamia*, *Diaethria clymena janeira* (Biblidinae) e *Siproeta stelenes stelenes* (Nymphalinae) foram raramente observadas, não parecendo constituir populações estáveis nestes locais. Outras espécies como *Heliconius erato phyllis*, *H. sara thamar* e *H. ethilla narcaea* (Heliconiinae) formam apenas pequenas populações na RCO e EEB, nem sempre presentes ao longo de todo o ano. Essa baixa riqueza de espécies e de indivíduos encontrada nas matas ciliares provavelmente ocorre em função de vários fatores, como a ausência ou raridade de plantas-hospedeiras, da pequena área que esse tipo de vegetação ocupa na região do campus e das condições ambientais que prevalecem nesse habitat, como um pequeno grau de sombreamento (grandes áreas sombreadas constituem uma condição necessária para o aparecimento de diversos grupos de borboletas, como os Charaxinae e vários Satyrinae, Nymphalinae, Papilionidae, Riodinidae e Lycaenidae, encontradas no Brasil central apenas em matas ciliares mais densas; Pinheiro & Ortiz 1992; Pinheiro 2005) e baixa umidade relativa do ar, que afeta fortemente a ocorrência dos Ithomiinae, um grupo de borboletas que se abrigam nos locais mais sombreados e com maior umidade relativa durante o período da seca - maio a setembro (DeVries 1987, Brown Jr. 1992). Além desses fatores, a ocorrência de incêndios durante o período mais seco do ano provavelmente prejudica o aparecimento de um grande número de borboletas. Para exemplificar a forte influência que o fogo exerce sobre a comunidade de borboletas foi constatado que, seis meses após a ocorrência de um grande incêndio na mata da RCO, ocorrido em agosto de 2007, nenhuma das espécies comumente observadas naquele local durante a época de chuvas, como vários Ithomiinae e Heliconiinae, foi encontrada. De forma semelhante, várias espécies comumente encontradas nas áreas de cerrado do campus em 2004 e 2005, como *Siderone galanthis*, *Colobura dirce dirce*, *Temenis laothoe*, *Junonia evarete evarete*, *Eunica bechina*, *E. cuvierii*, *Historis odius dious*, *Smyrna blomfieldia blomfieldia*, *Vanessa braziliensis* e *Vanessa myrina* não foram observadas nos levantamentos de fauna mais recentes (2006 a 2008). Esses resultados

sugerem que a ocorrência de incêndios nas áreas de mata ciliar e cerrado *sensu stricto* do campus podem estar mesmo causando uma perda na riqueza de espécies de borboletas, restando no local apenas as espécies com maior capacidade de dispersão e colonização de novos habitats (Hill et al. 2001).

De fato a riqueza de espécies de borboletas no campus poderia ser bem maior caso algumas medidas fossem tomadas, como: 1) um maior controle sobre as queimadas que anualmente ocorrem em toda a região, com a formação de aceiro e a remoção de plantas invasoras como o capim, que favorecem a expansão do fogo entre as manchas de vegetação existentes; 2) o estabelecimento de áreas visando à regeneração da vegetação original de cerrado; 3) a introdução de plantas típicas do bioma cerrado em várias localidades onde a vegetação original foi quase totalmente removida e, especialmente, junto às pequenas manchas de mata ciliar na RCO, EEB e Arboreto - aumentando a área atual ocupada por matas no campus; 4) a remoção do lixo e dos animais domésticos presentes; e 5) um maior controle na entrada e no fluxo de pessoas. Estas medidas certamente aumentariam não apenas o número de borboletas, mas de toda a flora e fauna presente no campus.

Agradecimentos

Somos gratos a Keith S., Brown Jr., André V. L. Freitas, Paulo C. Motta e Mirma M. Casagrande pela colaboração na identificação de espécies ocorrida ao longo dos últimos anos e pela enriquecedora troca de idéias.

Referências Bibliográficas

- BROWN Jr., K.S. 1992. Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal. In Historia Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil (L. Morellato, org.). Unicamp, Campinas, p. 142-187.
- BROWN Jr., K.S. & GIFFORD, D.R. 2002. Lepidoptera in the cerrado landscape and the conservation of vegetation, soil, and topographical mosaics. In The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna (P.S. Oliveira & R.J. Marquis eds.). Columbia Univ. Press, New York, p. 201-217.
- BROWN Jr., K.S. & MIELKE, O.H.H. 1967a. Lepidoptera of the Central Brazil Plateau. I. Preliminary list of Rhopalocera: Introduction, Nymphalidae, Libytheidae. J. Lepid. Soc. 21(2):77-106.
- BROWN Jr., K.S. & MIELKE, O.H.H. 1967b. Lepidoptera of the Central Brazil Plateau. II. Preliminary list of Rhopalocera (continued): Lycaenidae, Pieridae, Papilionidae, Hesperidae. J. Lepid. Soc. 21(3):145-168.
- DEVRIES, P.J. 1987. The butterflies of Costa Rica and their natural history. Vol. 1. Papilionidae, Pieridae and Nymphalidae. Princeton Univ. Press, Princeton, p. 1-327.
- DEVRIES, P.J., WALLA, T.R. & GREENEY, H.F. 1999. Species diversity in spatial and temporal dimensions of frugivorous feeding butterflies from two Ecuadorian rainforests. Biol. J. Linn. Soc. 68(3):333-353.
- DINIZ, I.R. & MORAIS, H.C. 1995. Larvas de Lepidoptera e suas plantas hospedeiras em um cerrado de Brasília, Distrito Federal, Brasil. Rev. Bras. Entom. 39(2):755-770.
- DINIZ, I.R. & MORAIS, H.C. 1997. Lepidopteran caterpillar fauna of cerrado host plants. Biodiv. and Conserv. 6:817-836.
- DINIZ, I.R., MORAIS, H.C. & CAMARGO, A.J.A. 2001. Host plants of lepidopteran caterpillars in the cerrado of the Distrito Federal. Rev. Bras. Entom. 45(2):107-122.
- EITEN, G. 1972. The cerrado vegetation of central Brazil. Bot. Rev. 38(2):205-341.
- EMERY, E.O., BROWN Jr., K.S. & PINHEIRO, C.E.G. 2006. As borboletas (Lepidoptera, Papilionoidea) do Distrito Federal. Rev. Bras. Entom. 50(1):85-92.

- GOODLAND, R. 1971. A physiognomic analysis of the cerrado vegetation of central Brazil. *J. Ecol.* 59(2):411-419.
- HILL, J.K., HAMER, K.C., TANGAH, J. & DAWOOD, M. 2001. Ecology of tropical butterflies in forest gaps. *Oecologia* 128(2):294-302.
- LAMAS, G. 2004. Checklist: Part 4A. Hesperioidea – Papilionoidea. In *Atlas of Neotropical Lepidoptera. Volume 5A.* (J.B. Heppner, ed.). Association for Tropical Lepidoptera, Inc. Scientific Publ., Gainesville.
- LEWINSOHN, T.M., FREITAS, A.V.L. & PRADO, P.I. 2005. Conservation of terrestrial invertebrates and their habitats in Brazil. *Cons. Biol.* 19(3):640-645.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-858.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. & RATTER, J. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. In *The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna* (Oliveira, P.S. & Marquis, R.J. eds.). Columbia Univ. Press, New York, p. 91-120.
- Pinheiro, C.E.G. 2005. Estudos comparativos sobre a fauna de borboletas do Distrito Federal: Implicações para a conservação. In *Biodiversidade, Ecologia e Conservação do Cerrado* (Scariot, A., Silva, J.C.S. & Felfili, J.M. eds.). MMA, Brasília, p. 297-303.
- PINHEIRO, C.E.G. 2006. A fauna de borboletas (Insecta, Lepidoptera) da APA de Cafuringa. In *Apa de Cafuringa, a última fronteira natural do DF* (Netto, P.B., Mecnas, V.V. & Cardoso, E.S., eds.). Semarh, Brasília, p. 231-234.
- PINHEIRO, C.E.G. & EMERY, E.O. 2006. As borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) da Área de Proteção Ambiental do Gama e Cabeça de Veado (Distrito Federal, Brasil). *Biota Neotrop.* 6(3):<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n3/pt/abstract?inventory+bn01506032006> (último acesso em 17/05/2008).
- PINHEIRO, C.E.G. & ORTIZ, J.V.C. 1992. Communities of fruit-feeding butterflies along a vegetation gradient in central Brazil. *J. Biogeog.* 19:505-511.

Recebido em 15/05/08

Versão reformulada recebida em 30/09/08

Publicado em 09/10/08

O uso de praias arenosas com diferentes concentrações humanas por espécies de aves limícolas (Charadriidae e Scolopacidae) neárticas no sudeste do Brasil

César Cestari^{1,2}

¹Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências,
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP,
Av. 24-A, 1515, CP 199, CEP 13506-900, Rio Claro, SP, Brasil

²Autor para correspondência: César Cestari, e-mail: cesar_cestari@yahoo.com.br

CESTARI, C. **The use of sandy beaches with different concentration of humans by Nearctic shorebirds (Charadriidae and Scolopacidae) in southeastern Brazil.** *Biota Neotrop.* 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/en/abstract?article+bn01308042008>

Abstract: Migratory birds may recognize humans and domestic animals as potential predators. Thus, their abundance and behavior in flock formation may change in areas with high human concentration. This study compared the abundance of Nearctic migratory birds, the frequency of their flocks and the average number of birds per flock at high and low human concentration areas in a coastal region in southeastern Brazil. Birds, humans and domestic dogs were counted monthly between November 2006 and April 2007. Six bird species (Ruddy Turnstone *Arenaria interpres*, Sanderling *Calidris alba*, Red Knot *Calidris canutus*, Semipalmated Sandpiper *Calidris pusilla*, Semipalmated Plover *Charadrius semipalmatus*, and American Golden-Plover *Pluvialis dominica*) were recorded. Only Red Knot were restricted to the low human concentration area. The average number of humans and domestic dogs differed between areas with different levels of disturbance, whereas no difference on the average number of birds was detected. There were no correlation between number of humans and birds, nor between domestic dogs and birds. Additionally, the frequency of flocks and average number of birds per flock did not vary significantly between the areas. These results highlighted the sensibility of Red Knot in the high human concentration area as well as the need to find out, in future investigations, the maximum concentration of people and domestic dogs that birds can tolerate in human occupied areas to employ conservation efforts in preserving Nearctic shorebirds.

Keywords: human disturbance, sandy beaches, Scolopacidae, shorebirds.

CESTARI, C. **O uso de praias arenosas com diferentes concentrações humanas por espécies de aves limícolas (Charadriidae e Scolopacidae) neárticas no sudeste do Brasil.** *Biota Neotrop.* 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/pt/abstract?article+bn01308042008>

Resumo: As aves migratórias podem reconhecer humanos e animais domésticos como possíveis predadores, alterando seus padrões de abundância e comportamento de formação de bandos. O objetivo do presente estudo foi comparar a abundância de aves migratórias neárticas, a frequência de bandos e o número médio de aves por bando em áreas com alta e baixa concentração humana em uma região costeira de praia arenosa no sudeste do Brasil. As aves, pessoas e cães foram contados mensalmente entre novembro de 2006 a abril de 2007. Foram registradas seis espécies de aves (*Arenaria interpres*, *Calidris alba*, *Calidris canutus*, *Calidris pusilla*, *Charadrius semipalmatus*, *Pluvialis dominica*) nas duas áreas, no entanto somente *C. canutus* foi registrado exclusivamente na área com baixa concentração humana. Houve diferença significativa no número médio de pessoas e cães entre as áreas, mas não no número médio de aves. Não houve correlação entre o número de humanos e aves, e entre cães e aves. Adicionalmente, não houve diferença significativa na frequência de bandos e número de indivíduos por bando entre as áreas. Os resultados deste estudo destacaram a sensibilidade de *C. canutus* na área com alta concentração humana e a necessidade de futuras investigações que determinem os limites máximos de concentração de pessoas e cães domésticos que as aves migratórias neárticas podem tolerar para a tomada de ações de proteção em áreas costeiras com ocupação humana.

Palavras-chave: aves costeiras, perturbação humana, praias arenosas, Scolopacidae.

Introdução

O avanço da urbanização em áreas costeiras pode interferir negativamente na sobrevivência, comportamentos, presença e abundância de aves migratórias (Burger 1993, Hubbard & Dugan 2003, Thomas et al. 2003, Burton et al. 2006). Comparando com outras espécies de aves costeiras, as aves migratórias podem ser altamente vulneráveis às atividades recreativas humanas (Burger 1981). Alguns dos principais impactos negativos causados pela intensa atividade humana em áreas costeiras são o afastamento e a diminuição da frequência de forrageamento de aves migratórias (Burger & Gochfeld 1991, Burger et al. 2004).

Algumas espécies de aves migratórias limícolas, conhecidas popularmente como batufas e maçaricos (Charadriidae e Scolopacidae), reproduzem-se na América do Norte durante o verão boreal e, no inverno, deslocam-se para a região costeira da América do Sul, em busca de locais de pouso e alimentação (Sick 1997, Larrazábal et al. 2002). O acúmulo de reservas de gordura durante o período de invernagem é determinante para o retorno dessas aves para as áreas de reprodução e, muitas vezes, a perturbação provocada por atividades humanas influenciam em um maior gasto de energia na procura de locais menos impactados (Vooren & Chiaradia 1990). Estudos demonstram o declínio recente de algumas populações de maçaricos e batufas que visitam sazonalmente o Brasil, principalmente devido à perda de habitats e diminuição de alimentos por consequência da ocupação e atividades humanas (Morrison et al. 1989, Morrison et al. 2004). *Calidris canutus rufa* constitui um exemplo emblemático, com estimativas de declínio populacional de aproximadamente 3% ao ano desde a década de 90 (Morrison 2004).

O monitoramento de aves migratórias é importante para avaliar a qualidade dos locais que habitam e para tomada de medidas preventivas quanto ao declínio de suas populações (Hubbard & Dugan 2003, Burger et al. 2004). Vários exemplos de medidas eficazes para proteção de aves migratórias contra ameaças humanas são citados por Burger et al. (2004), tais como: a instalação de placas com informações educativas, fiscalização, restrição ao acesso em áreas de uso frequente das aves e construção de plataformas para observação das aves. No Brasil, existem estudos de monitoramento e pesquisas acerca da distribuição geográfica e padrões sazonais de ocorrência de aves migratórias realizados principalmente nas regiões norte, sul e nordeste (Morrison et al. 1989, Vooren & Chiaradia 1990, Rodrigues 2000, Azevedo-Júnior et al. 2001, Larrazábal et al. 2002), sendo as duas primeiras regiões de grande importância para aves neárticas (Morrison et al. 1989). No entanto, estudos investigando diretamente a influência humana na ocorrência e atividades comportamentais das aves migratórias neárticas em território brasileiro ainda são escassos em comparação com o número de pesquisas realizadas em regiões costeiras da América do Norte (Burger & Gochfeld 1991, Burger et al. 2004, Yasué 2005, 2006, Thomas et al. 2003).

O sudeste do Brasil caracteriza-se pelo mais alto índice demográfico humano do país, concentrando aproximadamente 42% do total da população (IBGE 2000). Parte dessa população se estabelece temporariamente ou definitivamente em cidades costeiras, utilizando-as principalmente como locais de lazer e trabalho. Tal ocupação pode influenciar a presença, abundância e comportamento das aves migratórias neárticas. Considerando esses fatos, o presente trabalho teve como objetivo estudar aves migratórias neárticas em uma região com áreas de praias arenosas caracterizadas, respectivamente, por alta e baixa concentração humana no sudeste do Brasil. Dessa forma, foi investigado especificamente se existe diferença significativa no número de espécies, número de indivíduos, frequência de bandos e número de indivíduos por bando de batufas e maçaricos neárticos em duas áreas com diferentes concentrações de humanos. Essa questão

baseou-se (1) na hipótese de que algumas espécies de aves migratórias identificam os humanos e animais domésticos como possíveis predadores (Frid & Dill 2002) e (2) no fato de que a formação de bandos reduz o risco de predação de seus integrantes pela ação de indivíduos sentinelas para proteção do grupo, existindo a tendência das aves despenderem menos tempo alertas conforme o aumento da quantidade de indivíduos pertencentes ao bando (Elgard 1989, Cresswell 1994, Mori et al. 2001). Assim, a primeira hipótese pode ser confirmada se os resultados indicarem uma maior abundância de aves na área com baixa concentração humana. Em caso negativo, se ocorrer presença regular das aves nas duas áreas de estudo, espera-se que exista uma maior frequência de bandos e um número maior de indivíduos por bando de aves em áreas com maior concentração humana e elevado risco de predação, confirmando a segunda hipótese.

Material e Métodos

1. Área de estudo

O estudo foi realizado em uma extensão de 9 km de praia arenosa (entre as latitudes 24° 13' 28,9" e 24° 16' 23,4" S e longitudes 46° 51' 20,2" e 46° 55' 52,1" W) abrangendo os municípios de Itanhaém e Peruíbe, costa sul do estado de São Paulo. A região de estudo compreendeu duas áreas com diferentes concentrações de humanos: 1) área de alta concentração, com 4,5 km de praias contínuas paralelas a bairros periféricos de Itanhaém e, 2) área de baixa concentração, com 4,5 km de praias contínuas paralelas à vegetação de Restinga ainda não ocupada pela expansão urbana do município de Peruíbe. A segunda área de praia faz transição como um dos últimos remanescentes de vegetação nativa de Restinga entre a região sul da cidade de Santos a Peruíbe (Olmos & Galetti 2004) (Figura 1).

Por se tratarem de faixas contínuas de areia, as duas áreas não possuem diferenças físicas e estruturais evidentes, apresentando relevo uniformemente plano, com areia compacta e úmida na maior porção onde a maré alcança e, areia seca e fofa em uma pequena extensão fora do alcance da maré (aproximadamente 10 m). A coleta dos dados foi realizada em dias consecutivos visando uma mínima variação de ação da maré nas áreas. Assim, a largura média da paisagem efetiva

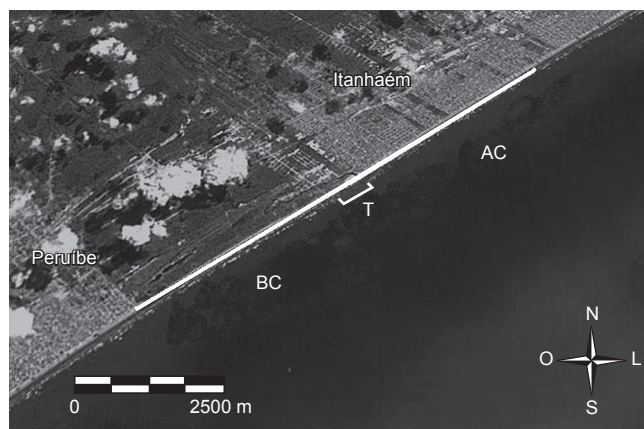


Figura 1. Áreas de estudo indicando onde foram realizados os registros das aves migratórias neárticas (BC – área com baixa concentração humana; AC – área com alta concentração humana; T – Área de transição). Modificado de Google Earth 2008: www.google.com/earth.

Figure 1. Study areas where the Nearctic birds were registered (BC – Area with low human concentration; AC – Area with high human concentration; T – Transition area). Modified from Google Earth 2008: www.google.com/earth.

de estudo (faixa de areia exposta perpendicular ao oceano) para as duas áreas foi de 87 ± 9 m.

2. Metodologia

O estudo foi conduzido entre novembro de 2006 e abril de 2007, principais meses em que as aves costumam migrar de regiões mais setentrionais do continente americano e frequentar a costa brasileira (Sick 1997). Durante esse período de invernagem, as aves utilizam a costa do Brasil como local de pouso e alimentação ou como área de passagem em sua rota de migração. Esse período coincide também com a principal época de férias e deslocamento de pessoas para praias da região em busca de lazer.

A coleta de dados foi realizada ao longo de uma transecção em áreas com alta e baixa concentração humana. Para isso foram utilizados binóculos 8 x 30 mm, gravador portátil, GPS e uma bicicleta. Cada área foi percorrida e amostrada por quatro dias consecutivos ao mês, totalizando 24 contagens por área. Nas contagens, efetuadas entre 8:00 e 10:30, foram registradas no gravador as seguintes informações: 1) número de pessoas e de cães domésticos; 2) espécies de aves e respectivas abundâncias; 3) se as aves estavam em bandos (heteroespecíficos ou monoespecíficos) ou isoladas e, 4) número de indivíduos por bando. Os indivíduos espaçados em menos de 5 m entre si foram considerados como pertencentes a um único bando. Esse limite máximo de espaçamento para diferenciação de bandos foi adotado por caracterizar coesão e deslocamento unidirecional dos indivíduos pertencentes a um mesmo bando quando se movimentavam em solo ou em voo no momento em que eram afugentados por pessoas ocupando a praia (obs. pess.).

Para discriminar claramente a presença das aves nas duas áreas, foi estabelecido um trecho de transição de 1 km onde não foram coletados os dados descritos acima (Figura 1).

3. Análise dos dados

Análise de variância de duas vias (ANOVA *two-way*) foi realizada com o auxílio do programa Systat versão 10.0 (Wilkinson 2000) para determinar se havia diferenças entre a abundância de humanos, cães e aves nas áreas com alta e baixa concentração de humanos. Foram verificadas a normalidade dos resíduos e a homogeneidade de variâncias e quando alguma dessas premissas não foi satisfeita, a ANOVA foi substituída pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis. O teste de correlação de Spearman foi empregado com o auxílio do programa Bioestat versão 4.0 (Ayres et al. 2005) relacionando-se separadamente a abundância de cães e de humanos com a abundância de aves para cada área. Considerando que as coletas de dados foram realizadas em dias consecutivos, aumentando a probabilidade de contagem dos mesmos indivíduos, optou-se por empregar a média mensal de abundância de humanos, cães e aves para as análises descritas acima.

Para avaliar se havia diferenças na frequência de registros de bandos e a quantidade de indivíduos por bando formados pelas aves entre as áreas, foram construídas tabelas de contingência testadas pelo Qui-Quadrado (χ^2) com fator de correção de Yates. Foi estabelecido o nível de significância $\alpha = 5\%$ para todas as análises.

Resultados

Foram efetuados 1966 registros de seis espécies de aves, *Arenaria interpres* (Linnaeus 1758, Scolopacidae) com 0,6%, *Calidris alba* (Pallas 1764, Scolopacidae) com 3%, *Calidris canutus* (Linnaeus 1758, Scolopacidae) com 0,2%, *Calidris pusilla* (Linnaeus 1766, Scolopacidae) com 8,3%, *Charadrius semipalmatus* (Bonaparte 1825, Charadriidae) com 85,7% e *Pluvialis dominica* (Statius Muller 1776, Charadriidae) com 2,2% dos registros. Somente *Calidris canutus* foi registrada exclusivamente na área de baixa concentração humana. O

número médio e densidade total de aves, pessoas e cães encontram-se na Tabela 1.

Houve diferença significativa no número médio mensal de pessoas (Teste de Kruskal-Wallis; $N = 6$; $H = 8,31$; $p = 0,004$) e número médio mensal de cães (ANOVA; $N = 6$; $F = 6,23$; $p = 0,05$) entre as áreas com alta e baixa concentração de humanos. No entanto, a diferença no número médio mensal de aves não foi significativa entre as áreas (ANOVA; $N = 6$; $F = 0,000$; $p = 0,985$) (Figura 2). As análises de correlação entre cães e humanos com aves não foram significativas nas duas áreas ($p > 0,05$) (Tabela 2).

Não houve diferença significativa na frequência de registros de bandos ($\sum \chi^2 = 2,34$; $p = 0,126$; Figura 3) e no número médio de indivíduos por bando ($\sum \chi^2 = 0,05$; $p = 0,830$; Figura 4) das aves entre as áreas. A amplitude do número de aves por bando foi de 2 a 36 indivíduos na área com alta concentração e 2 a 62 indivíduos na área com baixa concentração humana.

Discussão

Os resultados do presente estudo rejeitam a hipótese de que a área com alta concentração humana, supostamente com maior risco de predação (Frid & Dill 2002), interferiu negativamente na abundância das aves migratórias neárticas, pois a abundância geral das aves foi similar entre as áreas. Entretanto, esse resultado deve ser interpretado com cautela, pois aparentemente os limites máximos de concentração humana e de cães que as aves migratórias podem tolerar na área com alta concentração humana não foram atingidos no período do estudo. As aves provavelmente estejam enfrentando maiores condições de estresse provenientes de perturbações de pessoas e de cães na área com alta concentração humana, no entanto, é possível que essas condições ainda sejam insuficientes para afugentá-las do local (Yasué 2006, Burton 2007). Segundo Vooren & Chiaradia (1990), a área de uso das aves costeiras torna-se inadequada quando a presença humana excede um determinado nível de perturbação. Dessa forma, a medida de tolerância das aves para perturbações resultantes da presença humana ainda é um fator a ser determinado em futuras pesquisas e, a densidade de pessoas e cães nas áreas de uso das aves deve estar relacionada primordialmente por representarem essas medidas das perturbações. No presente estudo, as densidades médias totais de 557 ± 602 pessoas/km² e 11 ± 6 cães/km² na área de alta concentração humana não foram suficientes para determinar padrões diferentes de abundância das aves entre as duas áreas.

A habituação à presença humana, a condição física das aves, os custos de forrageamento relacionados à qualidade e quantidade de habitats disponíveis são fatores que também podem interferir na presença e abundância de aves migratórias em regiões impactadas pela

Tabela 1. Número médio total (+desvio padrão) e densidade de pessoas, cães domésticos e aves nas áreas com alta e baixa concentração humana amostradas entre novembro de 2006 a abril de 2007 em uma região de praia arenosa na costa sul do estado de São Paulo, Brasil.

Table 1. Total average (+standard deviation) and density of people, domestic dogs and birds of the areas with high and low human concentration on the south coast of São Paulo State, Brazil. Data surveyed from November 2006 to April 2007.

	Área com alta concentração humana		Área com baixa concentração humana	
	Média (N = 6)	Densidade (ind.km ⁻²)	Média (N = 6)	Densidade (ind.km ⁻²)
Pessoas	223 ± 241	557 ± 602	49 ± 47	123 ± 118
Cães	4 ± 2	11 ± 6	2 ± 2	6 ± 4
Aves	8 ± 4	20 ± 10	7 ± 7	17 ± 17

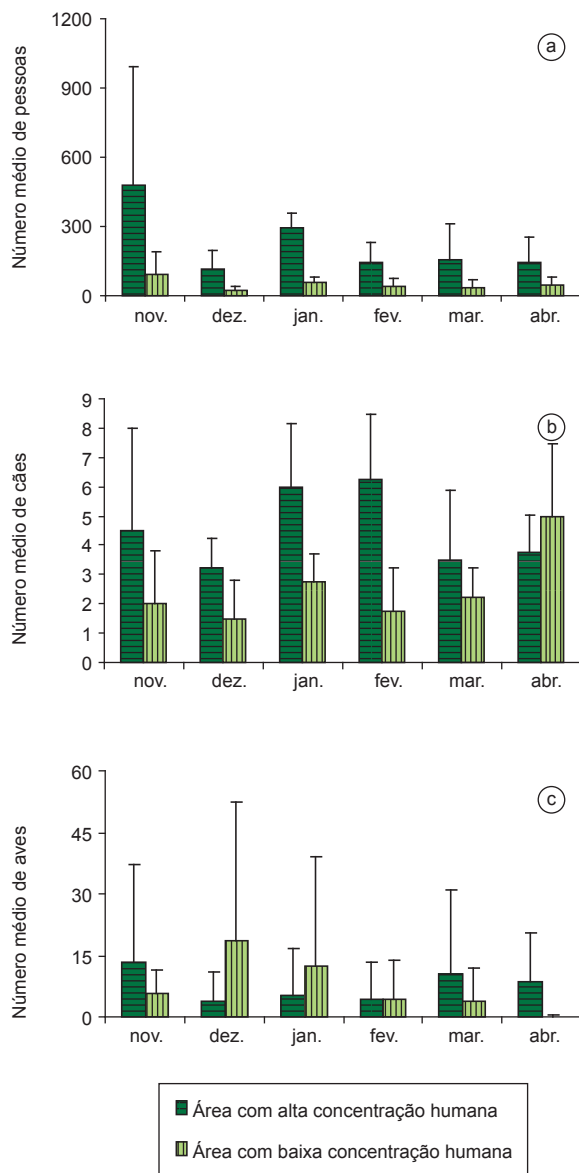


Figura 2. Número médio mensal de pessoas a), cães b) e aves c) nas áreas com alta concentração e baixa concentração humana registrados entre novembro de 2006 a abril de 2007 em uma região de praia arenosa da costa sul do estado de São Paulo, Brasil.

Figure 2. Monthly average of people a), dogs b) and birds c) in high and low human concentration areas surveyed from November 2006 to April 2007 on the south coast of São Paulo State, Brazil.

presença humana (Burger & Gochfeld 1991, Nisbet 2000, Gill et al. 2001, Beale & Monaghan 2004, Yasué 2006). Na maioria das ocasiões em que algum tipo de perturbação foi observado, como aproximação demasiada de pessoas e cães, as aves indicaram comportamentos de habituação, conforme descrito em Nisbet (2000), empreendendo vôos curtos e pousando alguns metros próximos ao ponto inicial de observação. Segundo Gill et al. (2001), esse tipo de comportamento também pode ser explicado pela mal condição física das aves, que respondem menos eficientemente às perturbações humanas; além disso, muitas vezes, a falta de habitats com melhor qualidade e maior disponibilidade de alimentos também as restringem a permanecer, pelo menos temporariamente, em áreas com distúrbios. Em um estudo conduzido nas praias da região da baía de Delaware, um dos principais

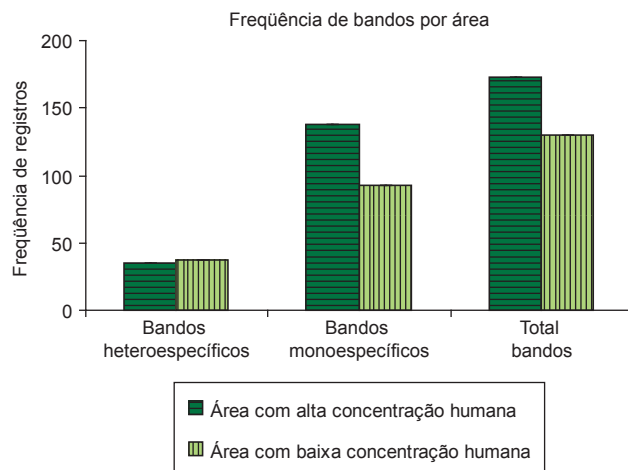


Figura 3. Frequências de registros de bandos de aves entre as áreas com alta e baixa concentração humana entre novembro de 2006 a abril de 2007, em uma região de praia arenosa da costa sul do estado de São Paulo, Brasil.

Figure 3. Bird flocks frequencies of the high and low human concentration areas from November 2006 to April 2007 on the south coast of São Paulo State, Brazil.

Tabela 2. Coeficiente de correlação de Spearman para a relação de cães e humanos com aves nas áreas com alta e baixa concentração humana entre novembro de 2006 a abril de 2007 em uma região de praia arenosa da costa sul do estado de São Paulo, Brasil.

Table 2. Spearman coefficient results relating dogs and people with birds in the high and low human concentration areas from November 2006 to April 2007 on the south coast of São Paulo State, Brazil.

	Área com alta concentração humana		Área com baixa concentração humana	
	r_s	P	r_s	P
Cães x aves	0,029	0,957	-0,600	0,208
Humanos x aves	0,714	0,111	-0,086	0,872

r_s coeficiente de correlação de Spearman.

pontos de pouso de aves migratórias limícolas na costa Atlântica dos Estados Unidos, Burger et al. (2004) relacionaram o comportamento de fuga e habituação das aves em resposta a perturbações humanas antes e após a tomada de medidas de proteção às aves. Com a tomada de medidas de proteção nas praias ao longo de 20 anos (instalação de placas com informações educativas, fiscalização, restrição ao acesso humano e de cães em áreas de uso frequente das aves e construção de plataformas para observação das aves) a porcentagem de fuga das aves aumentou em relação ao período anterior. De acordo com os autores, após o estabelecimento dessas medidas, as aves encontraram praias com melhor qualidade para se movimentar quando perturbadas por atividades humanas, diminuindo os sinais de habituação à presença humana. No presente estudo, somente em ocasiões críticas de perturbações relacionadas à presença humana, como a perseguição contínua por cães domésticos, as aves se deslocaram por maiores distâncias, fora dos limites de observação. Thomas et al. (2003), sugerem que a presença de cães domésticos soltos pode ser um fator causador do decréscimo do número de aves mais significativo do que a própria perturbação humana em regiões costeiras. Segundo Burger et al. (2004), cães domésticos podem ser equivalentes a raposas e coiotes

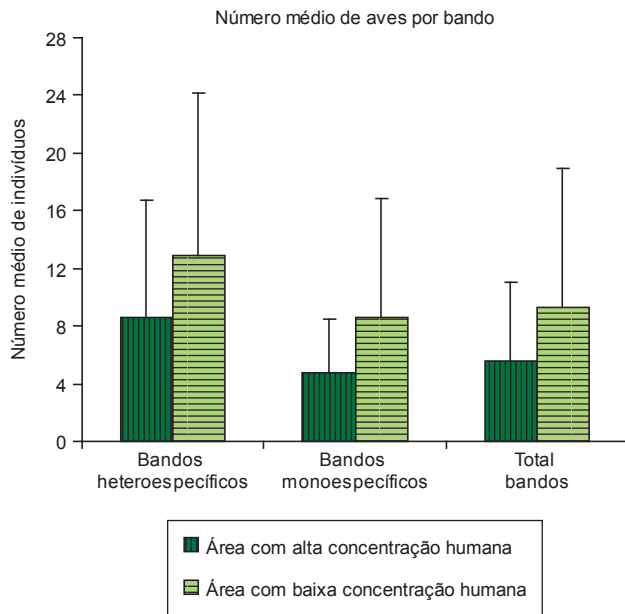


Figura 4. Número médio de aves por bando nas áreas com alta e baixa concentração humana registrado entre novembro de 2006 a abril de 2007 em uma região de praia arenosa da costa sul do estado de São Paulo, Brasil.

Figure 4. Average of the number of birds per flock of the high and low human concentration areas from November 2006 to April 2007 on the south coast of São Paulo State, Brazil.

de regiões temperadas, os quais são predadores frequentes das aves migratórias.

Apesar do estabelecimento da área de transição de um quilômetro, na qual não foram coletados dados com o objetivo de discriminar claramente a presença de aves entre as áreas de alta e baixa concentração humana, é possível que o pouco isolamento da área de baixa concentração de locais com maiores concentrações de humanos tenha influenciado a inexistência significativa da variação da abundância de aves entre as áreas no presente estudo. Peters & Otis (2007) indicam que estudos sobre respostas de indivíduos de aves em relação a perturbações humanas provavelmente possuem alta dependência com escalas geográficas adotadas. Assim, a relação de presença e abundância das aves migratórias neárticas com áreas de diferentes concentrações humanas poderia ser melhor representada em uma escala geográfica maior e com áreas mais isoladas da influência humana. Contudo, a falta de áreas nativas e não urbanizadas contínuas de extensões consideráveis paralelas às praias da região (Olmos & Galetti 2004) provavelmente dificultarão o emprego de uma escala geográfica maior em futuros estudos sobre o tema.

A ausência de diferença significativa na frequência de bandos e no número médio de indivíduos por bando entre as duas áreas amostradas não apóia a hipótese do maior efeito de proteção coletivo das aves na área com alta concentração humana (Elgard 1989, Cresswell 1994, Mori et al. 2001). Entretanto, em valores absolutos, a menor média, variabilidade e amplitude do número de indivíduos por bando na área com alta concentração humana provavelmente evidenciam aspectos relacionados à maior coesão dos indivíduos e à melhoria na eficiência de forrageamento das aves. De acordo com Lima & Dill (1990) e Hilton et al. (1999), bandos mais coesos respondem mais rapidamente à ação de um predador, contudo podem despende um maior tempo vigilância para a proteção do grupo devido ao menor número de indivíduos sentinelas. Além disso, indivíduos frequentadores de bandos menores evitam a redução local temporária de presas ao for-

ragearem juntos, impedindo conseqüentemente a maior interferência comportamental negativa entre os membros (Yasué 2005).

Seis espécies de aves foram registradas dentre as 19 espécies de migratórias neárticas que podem utilizar as praias do estado de São Paulo (Figueiredo 2007). No entanto, *Calidris canutus* foi a única espécie registrada exclusivamente na área de baixa concentração humana, o que indica que é sensível a condições com maior concentração e perturbação humana, tal como observado por Peters e Otis (2007) em um estudo conduzido na Carolina do Sul (EUA). Estes autores sugeriram que a espécie evita locais de refúgios de aves presentes em distâncias menores de 1000 m de áreas com alta atividade de barcos utilizados para pesca esportiva. Apesar de sua distribuição incluir toda a costa brasileira durante o período de invernada (Sick 1997), *C. canutus* é pouco freqüente e em alguns estudos não possui sequer registros (Telino-Júnior et al. 2003, Branco et al. 2004, Cabral et al. 2006), ao contrário de outras espécies pertencentes ao mesmo gênero, como *C. alba* e *C. pusilla*, que normalmente são mais abundantes ao longo da costa brasileira (Rodrigues 2000).

A população de *C. canutus rufa* entrou em declínio durante os últimos anos tornando-se motivo de preocupação para sua conservação (Vooren & Brusque 1999, Wetlands International 2002, Morrison et al. 2004). Segundo Morrison et al. (2004), esta espécie apresenta características que a torna atualmente vulnerável, tais como tendência de uso de um número limitado de locais durante a migração, baixa fecundidade, migração sincronizada com a abundância de suas principais presas e alimentos (p. ex. ovos do caranguejo *Limulus polyphemus* na baía de Delaware, EUA) e ocupação de áreas que estão sendo gradativamente invadidas por humanos.

As aves migratórias costeiras necessitam de locais com condições ambientais adequadas para sobreviver (Vooren & Brusque 1999). Nesse sentido, considerando a escassez de estudos sobre as conseqüências da influência humana para as aves migratórias costeiras no Brasil, é recomendável o estabelecimento dos limites de perturbação humana que as aves podem tolerar em futuras pesquisas para a tomada de medidas de proteção, principalmente durante o período de invernagem no qual costumam aparecer em maiores quantidades na costa do Brasil.

Agradecimentos

Meus sinceros agradecimentos a dois revisores anônimos que contribuíram com sugestões presentes neste manuscrito.

Referências Bibliográficas

- AZEVEDO-JÚNIOR, S.M., DIAS, M.M., LARRAZÁBAL, M.E., JÚNIOR, W.R.T., LYRA-NEVES, R.M. & FERNANDES, C.J.G. 2001. Recapturas e recuperações de aves migratórias no litoral de Pernambuco. *Ararajuba* 9(1):33-42.
- AYRES, M.M., AYRES, JR., AYRES, D.L. & SANTOS, A.S. 2005. BioEstat 4.0: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Sociedade Civil Mamirauá/MCT-CNPq/Conservation International, Belém, 323 p.
- BEALE, C.M. & MONAGHAN, P. 2004. Behavioral responses to human disturbance a matter of choice? *Anim. Behav.* 68:1065-1069.
- BRANCO, J.O., MACHADO, I.F. & BOVENDORP, M.S. 2004. Avifauna associada a ambientes de influência marítima no litoral de Santa Catarina, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 21(3):459-466.
- BURGER, J. 1981. The effect of human activity on birds at a coastal bay. *Biol. Cons.* 21:231-241.
- BURGER, J. & GOCHFELD, M. 1991. Human activity influence and diurnal and nocturnal foraging of Sanderlings. *Condor* 93:259-265.
- BURGER, J. 1993. Shorebird squeeze. *Nat. Hist.* 102:8-12.

- BURGER, J., JEITNER, C., CLARK, K. & NILES, J.L. 2004. The effect of human activities on migrant shorebirds: successful adaptive management. *Environ. Conserv.* 31(4):283-288.
- BURTON, N.H.K., REHFISCH, M.M., CLARK, N.A. & DODD, S.G. 2006. Impacts of sudden winter habitat loss on the body condition and survival of Redshank *Tringa totanus*. *J. Appl. Ecol.* 43:464-473.
- BURTON, N.H.K. 2007. Landscape approaches to studying the effects of disturbance on waterbirds. *Ibis* 149:95-101.
- CABRAL, S.A.S., AZEVEDO-JÚNIOR, S.M. & LARRAZÁBAL, M.E. 2006. Abundância sazonal de aves migratórias na Área de Proteção Integral de Piaçabuçu, Alagoas, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 23(3):865-869.
- CRESSWELL, M.A. 1994. Flocking as an effective anti-predation strategy in redshanks, *Tringa totanus*. *Anim. Behav.* 47:433-442.
- ELGARD, M.A. 1989. Predator vigilance and group size in mammals and birds: a critical review of the empirical evidence. *Biol. Rev.* 64:13-23.
- FIGUEIREDO, L.F.A. 2007. Lista das aves do Estado de São Paulo. <http://www.ib.usp.br/ceo>. (último acesso em 02/10/2007).
- FRID, A. & DILL, L. 2002. Human-caused disturbance stimuli as a form of predation risk. *Conserv. Ecol.* 6:11-26.
- GILL, J.A., NORRIS, K. & SUTHERLAND, W.J. 2001. Why behavioral responses may not reflect the population consequences of human disturbance. *Biol. Conserv.* 97:265-268.
- HILTON, G.M., CRESSWELL, W. & HUXTON, G.D. 1999. Intraflock variation in the speed of escape-flight response on attack by an avian predator. *Behav. Ecol.* 10(4):391-395.
- HUBBARD, D.M. & DUGAN, J.E. 2003. Shorebird use of an exposed sandy beach in southern California. *Estuar. Cost. Shelf Science* 58:41-54.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2000. Censo Demográfico. <http://www.ibge.gov.br> (último acesso em 12/08/2007).
- LARRAZÁBAL, M.E., AZEVEDO-JÚNIOR, S.M. & PENA, O. 2002. Monitoramento de aves limícolas na salina Diamante Branco, Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 19(4):1081-1089.
- LIMA, S.L. & DILL, L.M. 1990. Behavioural decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Can. J. Zool.* 68:619-640.
- MORI, Y., SODHI N.S., KAWANISHI, S. & YAMAGISHI, S. 2001. The effect of human disturbance and flock composition on the flight distance of waterfowl species. *J. Ethol.* 19:115-119.
- MORRISON, R.I.G., ROSS, R.K. & ZANTAS, P.T. 1989. Brazil In Atlas of Nearctic shorebirds on the coast of South America (Morrison, R.I.G. & Ross, R.K. eds.). Canadian Wildlife Service, Ottawa, p. 179-211.
- MORRISON, R.I.G., ROSS, R.K. & NILES, L.M. 2004. Declines in wintering populations of Red Knots in Southern South America. *Condor* 106:60-70.
- NISBET, I.C.T. 2000. Disturbance, habituation, and management of waterbird colonies. *Waterbirds* 23:312-332.
- OLMOS, F. & GALETTI, M. 2004. A conservação e o futuro da Juréia: isolamento ecológico e impacto humano. In *Estação Ecológica Juréia-Itatins: Ambiente Físico, Flora e Fauna*. (Marques, O.A.V. & Duleba, W. eds.). Holos, Ribeirão Preto, p. 360-377.
- PETERS, K.A. & OTIS, D.L. 2007. Shorebirds roost-site selection at two temporal scales: is human disturbance a factor? *J. Appl. Ecol.* 44:196-209.
- RODRIGUES, A.A.F. 2000. Seasonal abundance of Nearctic shorebirds in the Gulf of Maranhão. *J. Field Ornithol.* 71(4):665-675.
- SICK, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 912 p.
- TELINO-JÚNIOR, W.R., AZEVEDO-JÚNIOR, S.M. & LYRA-NEVES, R.M. 2003. Censo de aves migratórias na Coroa do Avião, Igarassu, Pernambuco, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 20(3):451-456.
- THOMAS, K., KVITEK, R.G. & BRETZ, C. 2003. Effects of human activity on the foraging behavior of sanderlings *Calidris alba*. *Biol. Conserv.* 109:67-71.
- VOOREN, C. M. & CHIARADIA, A. 1990. Seasonal abundance and behavior of coastal birds on Cassino beach, Brazil. *Ornitol. Neotrop.* 1:9-24.
- VOOREN, C.M. & BRUSQUE, L. 1999. Diagnóstico sobre as aves do ambiente costeiro do Brasil. Avaliação e ações prioritárias para conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha Pronabio. <http://www.anp.gov.br>. (último acesso em 15/08/2008).
- WETLANDS INTERNATIONAL. 2002. Waterbird population estimates. 3rd ed. Wetlands International Global Series, No. 12. Wetlands International, Wageningen.
- WILKINSON, L. 2000. *Systat: the system for statistics*. Evanston, Illinois.
- YASUÉ, M. 2005. The effects of human presence, flock size and prey density on shorebird foraging rates. *J. Ethol.* 23:199-204.
- YASUÉ, M. 2006. Environmental factors and spatial scale influence shorebirds' responses to human disturbance. *Biol. Conserv.* 128:47-54.

Recebido em 01/06/08

Versão reformulada recebida em 25/10/08

Publicado em 06/11/08

**Loricata Choanoflagellates from the South Atlantic coastal zone (~32 °S)
including the description of *Diplothea tricyclica* sp. nov.**

Marli Bergesch^{1,3}, Clarisse Odebrecht¹ & Øjvind Moestrup²

¹Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande – FURG

CP 474, CEP 96201-900, Rio Grande, RS, Brasil,

e-mail: docmarli@furg.br, <http://www.furg.br/>

²Biological Institute, University of Copenhagen,

Øster Farimagsgade 2D 1353 Copenhagen K, Denmark,

e-mail: moestrup@bi.ku.dk, <http://www.ku.dk/>

³Corresponding author: Marli Bergesch, e-mail: docmarli@furg.br

BERGESCH, M., ODEBRECHT, C. & MOESTRUP, Ø. 2008. **Loricata Choanoflagellates from the South Atlantic coastal zone (~32 °S) including the description of *Diplothea tricyclica* sp. nov.** Biota Neotrop. 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/en/abstract?article+bn02208042008>.

Abstract: The biodiversity of marine heterotrophic protists is poorly known in the South Atlantic coastal zone (~32 °S) especially regarding the nanoflagellates. The presence of loricata choanoflagellates was reported for the first time in the Patos Lagoon estuary and the adjacent coastal zone. Seventeen species of eleven genera of loricata choanoflagellates were observed between October 1998 and May 2000 in fixed water samples (lugol's solution + glutaraldehyde) in a JEM 100-SX transmission electron microscope. Most species were recorded in euhaline and mixopolyhaline waters during the spring and summer, none in autumn and a few (four) in winter. The absence of choanoflagellates at the more sheltered inshore stations is due freshwater influence, and at the beach station, probably due the strong wave action. The probably cosmopolitan species *Pleurasiga minima*, *Cosmoeca norvegica*, *C. ventricosa* and *Parvicorbicula circularis* were present in spring or summer in the estuary channel and coastal area while *Stephanoeca diplocostata* which apparently prefers lower temperature, was recorded in winter. *Calotheca alata* and *Campyloacantha spinifera* are mainly temperate species and were present in spring. The new species *Diplothea tricyclica* was recorded at the estuary channel in the summer 1999, in high salinity water.

Keywords: nanoflagellates, taxonomy, heterotrophic protists, south Brazil.

BERGESCH, M., ODEBRECHT, C. & MOESTRUP, Ø. 2008. **Choanoflagelados Loricados da zona costeira do Atlântico Sul (~32 °S) incluindo a descrição de *Diplothea tricyclica* sp. nov.** Biota Neotrop. 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/pt/abstract?article+bn02208042008>.

Resumo: A biodiversidade de protistas heterotróficos é pouco conhecida na zona costeira do Atlântico Sul (~32 °S), especialmente dos nanoflagelados. No presente estudo, foi registrada pela primeira vez a presença de coanoflagelados loricados no estuário da Lagoa dos Patos e na zona costeira adjacente. Dezesete espécies de onze gêneros de coanoflagelados loricados foram observadas em amostras de água fixadas (solução de lugol + glutaraldeído) coletadas entre outubro de 1998 e maio de 2000, e analisadas em microscópio de transmissão JEM 100-SX. A maior parte das espécies foi registrada em águas euhalinas e mixopolihalinas durante a primavera e o verão, nenhuma no outono e poucas (quatro) no inverno. A ausência de coanoflagelados nas estações mais protegidas deve-se a influência da água doce, e na estação da praia deve-se, provavelmente, a forte ação das ondas. As espécies, provavelmente cosmopolitas, *Pleurasiga minima*, *Cosmoeca norvegica*, *C. ventricosa* and *Parvicorbicula circularis* ocorreram na primavera ou no verão no canal principal do estuário e na área costeira, enquanto *Stephanoeca diplocostata*, que aparentemente prefere baixas temperaturas, foi registrada no inverno. *Calotheca alata* e *Campyloacantha spinifera* são principalmente de ambientes temperados e estiveram presentes na primavera. Uma espécie nova, *Diplothea tricyclica*, foi registrada na área do canal principal do estuário, no verão de 1999, em águas de alta salinidade.

Palavras-chave: nanoflagelados, taxonomia, protistas heterotróficos, sul do Brasil.

Introduction

The choanoflagellates are important nanoplankters in the cycling of matter through the microbial loop, as grazers of heterotrophic bacteria and autotrophic picoplankton (Thomsen et al. 1990, Arndt et al. 2000). As consumers, they ingest marine particulate organic carbon and thus make it available to higher levels of the food web. The loricate choanoflagellates (Family Acanthoecidae) are a relatively well circumscribed group of heterotrophic, filter-feeding protists found exclusively in marine and brackish habitats, comprising planktonic or attached unicellular and colony-forming species (Thomsen et al. 1991, Thomsen & Buck 1991). The species all possess a single flagellum whose movement is responsible for creating a water current that brings food particles towards the front end of the cell. The flagellum is surrounded by a collar of tentacles which serves as a filter for food particles. The taxonomy of the Acanthoecidae is to a large extent based on the unique lorica, constructed from silicified rod-like units. The numerical and dimensional aspects of external coverings, the type of connections between costal strips, costal strip morphology, and the position of the protoplast in the lorica, are the main characteristics for species identification (Leadbeater 1981). Collar and protoplast morphology are additional important characteristics. The knowledge of choanoflagellate diversity is important to understand their role in the microbial food web, and the group is well circumscribed taxonomically in many parts of the world, more so than any other group of bacteriophages in the marine ecosystems (Thomsen et al. 1991).

Most studies on choanoflagellates have been conducted in the Northern Hemisphere (Thomsen et al. 1991, 1995): the North Atlantic (Leadbeater 1972a, Thronsdon 1974), the Indian Ocean (Andaman Sea) and Indo-Pacific (Thomsen & Boonruag 1983a, Thomsen & Boonruag 1983b, Thomsen & Moestrup 1983, Thomsen & Boonruag 1984). In the Southern Hemisphere, a striking similarity with the choanoflagellates of the North Atlantic was reported for New Zealand waters (Moestrup 1979, Thomsen & Moestrup 1983). In Antarctic waters the group comprised 10-40% of the total number of living marine nanoplankton (for a review, see Thomsen et al. 1997). In contrast, there is lack of information on choanoflagellate presence, abundance and biodiversity in the Southwest Atlantic. Their small size, slow sinking rate and delicate lorica structure render these forms easy to overlook during routine observations on preserved material (Thronsdon 1997).

In southern Brazilian waters, the size structure and composition of phytoplankton have been documented by several authors (Odebrecht & Abreu 1997, Odebrecht & Garcia 1997, Bergesch & Odebrecht 2001, Bergesch et al. 2008) but characterization of the heterotrophic community is still lacking. Here we present detailed information on loricate choanoflagellate species composition and distribution in the South Brazilian coastal waters, and the description of one new species of the genus *Diplothea* (Thomsen & Buck 1991). Selected electron microscope micrographs are included.

Materials and Methods

1. Study area

The Patos Lagoon in southern Brazil (Figure 1) is the world's largest choked lagoon with a surface of 10,227 km² (Asmus 1997). Choked lagoons are characterized by their high surface area and narrow mouth communicating with coastal waters. The estuary proper in the south comprises 10% of the lagoon area and presents highly variable hydrographic characteristics, due to short-term, seasonal and long-term fluctuations. Under *El Niño* events in the Pacific Ocean,

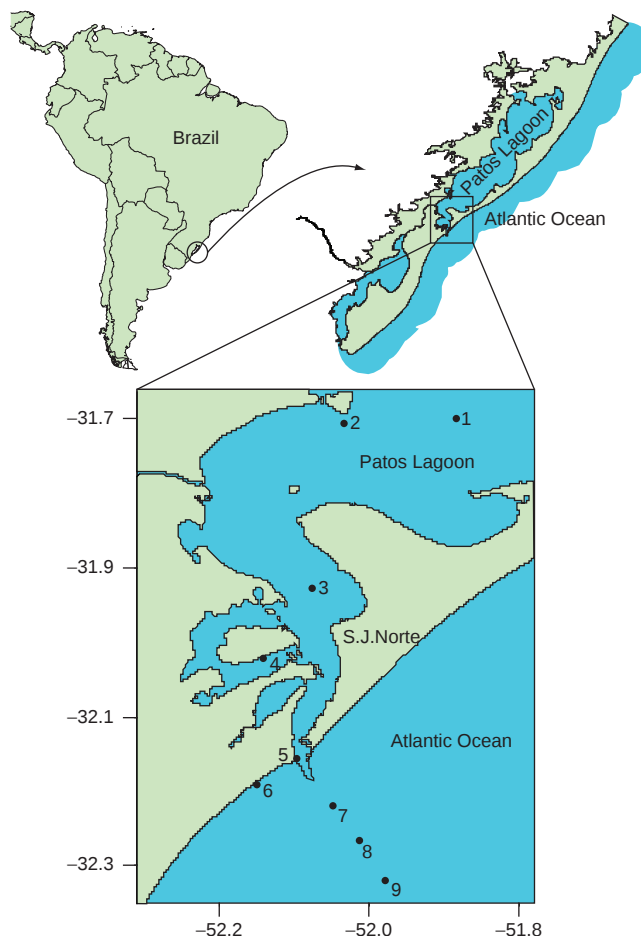


Figure 1. Map of Brazilian coastline showing the sampling stations.

Figura 1. Mapa da área de estudo com os locais de coleta.

freshwater discharge exceeds mean values in southern Brazil, and the opposite is observed during *La Niña* phenomena (Berlato & Fontana 2003). The second key factor is wind forcing with SE/SW wind pushing seawater into the estuary during low fluvial discharge, while NE wind favors fluvial discharge and causes salinity decrease in the lower lagoon. Periods of strong freshwater discharge with seawater intrusion induced by southerly winds cause vertical stratification and the formation of a saline wedge (Garcia 1997). Thermohaline conditions of the adjacent continental shelf are influenced by the freshwater outflow from the Patos Lagoon and La Plata River, and by tropical and subantarctic waters during summer and winter, respectively. Tropical waters transported by the Brazilian Current are the main outer shelf and slope waters, while on shelf diluted waters of subtropical and subantarctic origin prevail in winter and summer, respectively (Ciotti et al. 1995, Piola et al. 2000, Soares & Möller Jr. 2001).

2. Sampling

Surface water samples were taken monthly between October 1998 and May 2000 at six stations (Figure 1, Table 1), (a) four stations (1-4) in the Patos Lagoon estuary (Lagoon, Laranjal, Mendaña, Museum), (b) one station (5) near its mouth in the main channel, (c) one station (6) at Cassino Beach, and (d) twice (February and October 2000) at standard depths (Niskin bottle, 5 L) at three stations (7-9) along a

Table 1. Geographic location of sampling stations.**Tabela 1.** Localização geográfica das estações de amostragem.

Station		Temperature	Salinity	Latitude	Longitude
(1) Lagoon	Mean	20.2	3.0	31° 41' 00" S	51° 53' 30" W
	Max	27.8	7.0		
	Mín.	13.9	0.0		
(2) Laranjal	Mean	20.3	6.0	31° 43' 00" S	52° 03' 00" W
	Max	27.9	21.3		
	Mín.	14.0	0.0		
(3) Mendanha	Mean	19.7	12.6	31° 56' 30" S	52° 05' 00" W
	Max	27.6	31.5		
	Mín.	13.1	0.0		
(4) Museum	Mean	19.8	18.8	32° 01' 521" S	52° 06' 358" W
	Max	28.0	34.0		
	Mín.	11.0	0.0		
(5) Main Channel	Mean	20.2	22.5	32° 15' 00" S	52° 06' 358" W
	Max	28.0	35.0		
	Mín.	12.0	1.0		
(6) Cassino Beach	Mean	20.2	31.5	32° 12' 00" S	52° 10' 00" W
	Max	26.0	35.7		
	Mín.	12.0	26.0		
(7) Coastal Shelf St.1	Mean	23.0	35.6	33° 28' 69" S	51° 39' 86" W
	Max	23.3	35.6		
	Mín.	22.2	35.5		
(8) Coastal Shelf St.2	Mean	22.7	35.8	33° 07' 940" S	51° 04' 024" W
	Max	23.7	35.9		
	Mín.	18.0	35.7		
(9) Coastal Shelf St.3	Mean	23.0	35.6	32° 15' 00" S	52° 03' 00" W
	Max	23.3	35.6		
	Mín.	22.2	35.5		

transect on the adjacent coastal shelf (Figure 1). Water temperature (using a thermometer in shallow waters and a CTD Sea Bird on the continental shelf) and salinity (Yellow Spring 33 SCT or CTD Sea Bird) were measured at each station.

In the laboratory, one liter of water was prefiltered (20 µm) to remove larger particles, and the samples were fixed in brown glass flasks by addition of 10 mL of acidic Lugol's solution and 10 mL of 25% glutaraldehyde (Mikroskopie MERCK, 25%) (final concentration 1% Lugol; 0.25% glutaraldehyde) following Jensen (1998). The fixed samples were left undisturbed to settle in cool and dark conditions for at least two days before removal of the supernatant. The concentrated sample was transferred to 60 mL brown flasks and stored in the dark, under refrigeration (4 °C). It was gently mixed, one drop transferred to the grids and left to dry, following the usual whole mount preparation of grids for TEM (Moestrup & Thomsen 1980). The grids were shadowcast with chromium at an angle of 20-30° using an Edwards E12E vacuum evaporator. One to three grids per sample were examined in a JEM 100-SX transmission electron microscope (TEM). Loricata choanoflagellates were identified in 21 samples, but broken or incomplete loricae were present in several others of the 198 analyzed samples (Bergesch et al. 2008).

For the new species of *Diplothea*, light microscope whole mounts were prepared on coverslips using the upside-down dry-

mounting technique, which enables the use of immersion oil lenses (Thomsen & Moestrup 1983). The silicified costae of loricata choanoflagellates are readily visible in this type of preparation which usually allows for species identification.

Results

Sixteen species of choanoflagellates were identified, and one new species was described. The local distribution of species is summarized in Table 2. In addition, the material comprised some incomplete loricae, which could not be identified. The organisms size could usually but not always be measured because some lorica were incomplete or partially broken.

Diplothea tricyclica. Bergesch et Moestrup, sp. nov. (Figures 2-11).

1. Diagnosis

Cell solitary (Figure 2). The lorica is barrel-shaped, ca. 26 µm long and 13 µm in its widest part, composed of two chambers, one anterior and the other posterior, with a pedicel (Figures 2-4). The protoplast is located in the posterior chamber. The flagellum and collar tentacles protrude into the anterior chamber, which is about twice as long as the posterior chamber. The anterior chamber consists of nineteen longitudinal and two transverse costae. One series of costal

Table 2. Choanoflagellate species observed in southern Brazilian coastal waters and respective station and season (W = Winter, Sp = Spring, Su = Summer, Au = Autumn).

Tabela 2. Espécies de coanoflagelados observadas nas águas costeiras do sul do Brasil com a respectiva estação de coleta e estação do ano (Inverno, Primavera, Verão, Outono).

Species	Station						
	Lagoon	Laranjal	Mendanha	Museu	Channel	Beach	Cont. Shelf
<i>Acanthocorbis</i> sp.	-	-	• (Wi, Sp)	-	-	-	-
<i>Calotheca alata</i>	-	-	-	-	• (Sp)	-	• (Sp)
<i>Campyloacantha spinifera</i>	-	-	-	-	-	-	• (Sp)
<i>Cosmoeca norvegica</i>	-	-	-	-	-	-	• (Sp)
<i>C. subulata</i>	-	-	-	-	-	-	• (Sp)
<i>C. aff. ventricosa</i>	-	-	-	-	• (Sp)	-	-
<i>Diplothea tricyclica</i>	-	-	-	-	• (Su)	-	-
<i>Parvicorbicula circularis</i>	-	-	-	-	-	-	• (Su)
<i>Pleurasiga minima</i>	-	-	-	-	-	-	• (Su- Sp)
<i>Polyfibula elatensis</i>	-	-	-	-	• (Su)	-	-
<i>Stephanacantha dichotoma</i>	-	-	-	-	-	-	• (Su)
<i>Stephanoeca apheles</i>	-	-	• (Su)	-	• (Wi)	-	-
<i>S. cupula</i>	-	-	• (Sp)	-	-	-	-
<i>S. diplocostata</i>	-	-	-	-	• (Wi)	-	-
<i>S. urnula</i>	• (Wi)	-	• (Sp)	-	-	-	-
<i>Stephanoeca</i> sp.	-	-	• (Sp)	-	-	-	-
<i>Syndetophyllum pulchellum</i>	-	-	-	-	-	-	• (Su)

strips forms the anterior ring, and another is located in the midregion of the anterior chamber. The posterior chamber is separated from the anterior by transverse costae converging at the posterior end. The structure of the posterior chamber is difficult to see because of the tightly appressed costae and the presence of the protoplast. The longitudinal costal strips are of three types (Figures 5a-c). The anterior sets of longitudinal costal strips are also enlarged and an inflated proximal tip bears a small spine (Figure 5a). The second longitudinal costal strips are heteropolar and spatulate ($7.3 \times 1.3 \mu\text{m}$), one extremity rod-shaped with enlarged ends, and the other broad and flattened with a thickened midrib and an elaborate pattern of perforations on both sides (Figure 5b). The posterior lorica chamber probably has a third type of costal strip, a broad and flattened heteropolar strip with a thick midrib approximately $7.5 \mu\text{m}$ long (Figure 5c). The apical transverse costal strips (the anterior ring) have slightly enlarged ends ($7.2 \times 0.5 \mu\text{m}$, Figure 5d). The pedicel is composed of four costal strips ($5.8 \times 0.5 \mu\text{m}$) that comprise the fourth type of strip (Figure 5e). The complete cell (Figure 2) shows at the second transverse costae (anterior chamber) an accumulation of costal strips which are morphologically similar to those of the posterior chamber (third type), produced in preparation for the next division of the cell. The waist has also an accumulation of thicker strips with a convex side, as seen also in the posterior chamber of *Diplothea costata* (Jackson & Leadbeater 1991).

The sample containing *D. tricyclica* was collected in the main channel of the mouth of Patos Lagoon, in March 1999, when water temperature and salinity were 24°C and 33.5, respectively. We found seven cells in LM dry mounts (Figure 6-11), but these did not contribute towards understanding the lorica details. The electron microscope preparations included an almost complete cell and part of the posterior chamber. This genus shows a high number of costal strip types in contrast to most choanoflagellates where the costal strips are morphologically uniform (Jackson & Leadbeater 1991). Number of organisms observed in the TEM: two.

2. Holotype

Figure 2. The sample has been deposited in the Federal University of Rio Grande Herbarium (HURG) under number HURG-11032.

3. Etymology

Tricyclic: three rings, referring to the presence of three transverse costal rings.

4. Additional observations and comments

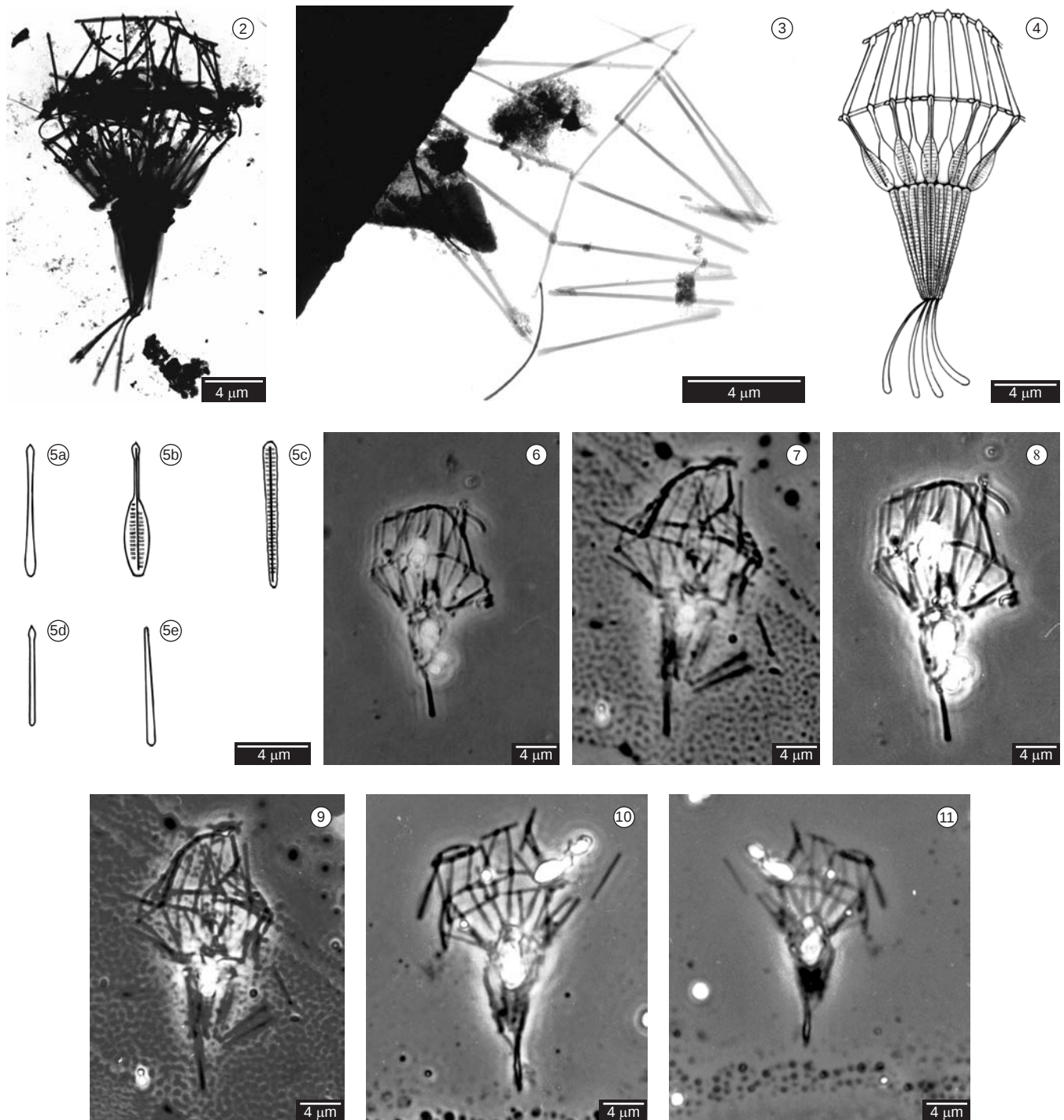
The cell observed in Figure 2 shows at the second transverse costae (in the middle of the anterior chamber) an accumulation of costal strips morphologically similar to those of the posterior chamber (third type). The presence of these strips is related to the following cell division process. The waist has also an accumulation of thicker strips with a convex side. They differ from those present in a similar position in the posterior chamber of *Diplothea costata* (Jackson & Leadbeater 1991).

5. Comparison with *D. costata*

Diplothea tricyclica differs from *D. costata* in (1) the presence of three rather than two transverse costal rings, (2) the presence of a pedicel, (3) the morphology of the costal strips in the third transverse ring (crescentic, rod-shaped in *D. costata*, wider and flattened in *D. tricyclica*). We include the new species in the genus *Diplothea* because of the similarity in the longitudinal costal strips of the anterior chamber. The costal strips of the posterior chamber are also rather similar. In both species of *Diplothea*, 2-3 longitudinal costal strips insert on each strip of the anterior costal ring, the anterior tips of the strips being slightly spatulate.

1. *Acanthocorbis* sp. (Hara et Takahashi 1984) (Figure 12)

The lorica is 13.9 to $15.2 \mu\text{m}$ long with the posterior conical end composed of a high number of longitudinal costal strips (fourteen?). The anterior part is basket shaped and composed by



Figures 2-11. *Diplothecha tricyclica*. 2-5) TEM. 6-11) LM (x1000). 2) Complete loricula. 3) Anterior chamber detail. 4) Schematic drawing of the complete loricula. 5 a-e) The costal strips: a) first longitudinal set of the anterior chamber; b) second longitudinal set of the anterior chamber; c) longitudinal set of the posterior chamber; d) transversal set of the anterior chamber; and e) pedicel. 6-11) cells in dry mounts.

Figuras 2-11. *Diplothecha tricyclica*. 2-5) MET. 6-11) MO (x1000). 2) Lorica completa. 3) Detalhe da câmara anterior. 4) Desenho esquemático da lorica completa. 5 a-e) Peças costais: a) primeiro conjunto longitudinal da câmara anterior; b) segundo conjunto longitudinal da câmara anterior; c) conjunto longitudinal da câmara posterior; d) conjunto transversal da câmara anterior; e e) pedicelo. 6-11) células em “dry mounts”.

sixteen (?) longitudinal costal strips. Between the anterior and posterior parts there is a transverse set of loosely costal strips. Incomplete organisms were observed in August (13 °C; salinity 28) and December 1999 (23 °C; salinity 14) at the station Mendanha. Number of organisms observed in the TEM: three.

2. *Calotheca alata* Thomsen et Moestrup 1983 (Figure 13)

The loricula is ca. 12 µm long. Although it was not possible to count the number of costal strips in the posterior chamber, cellular characteristics of the anterior loricula containing six longitudinal costae, individual costal strips 6 µm long and 1.5 µm

wide, and costal strips of the anterior transverse ring 4.4 μm long and 1.3 μm wide, are all characteristic of *C. alata*. Found in December 1999 and October 2000, respectively, in the estuary main channel (22 °C; salinity 19) and on the continental shelf (13 °C; salinity 22). Number of organisms observed in the TEM: two.

3. *Campylocantha spinifera* (Leadbeater 1973) Hara et Takahashi 1987 (Figure 14) (Syn. *Parvicorbicula spinifera* Leadbeater 1973)

In this species the anterior projections fuse into a transverse costal ring, forming L-shaped structures; in our material only part of this structure was left. Found in October 2000 at the continental shelf (13 °C; salinity 32). Number of organisms observed in the TEM: one.

4. *Cosmoeca norvegica* Thomsen 1984 (Figure 15)

The cup-shaped lorica is composed by ten longitudinal and three transverse costae. The two anterior transverse costae have a spacing of approximately one costal strip (4 μm). Interconnections between longitudinal costal strips as well as those in the anterior and middle transverse costae are end-to-end joints. Found in October 2000, at the continental shelf (13 °C; salinity 32). Number of organisms observed in the TEM: one.

5. *Cosmoeca subulata* Thomsen in Thomsen and Boonruang 1984 (Figure 16)

Lorica funnel-shaped ca. 12,9 μm long, composed of two transverse costal rings, overlaid externally by ten longitudinal costae with a reduction of costae number below the posterior transverse costae. The incomplete lorica makes it difficult to count the number of longitudinal costae. The anterior longitudinal costae, project shortly (less than one half) above the anterior transverse costal ring, which attaches at the joints between neighboring strips. *Cosmoeca subulata* closely resembles *C. ceratophora*, the main differences being the position and size of the posterior transverse costal rings: in *C. subulata* the rings are composed of six–seven costal strips, located at the level of the joints between the second and the third longitudinal costal strip, whereas in *C. ceratophora* the posterior transverse costal rings comprises only four costal strips and crosses at the joints between the third and the fourth longitudinal costal strips. Found in October 2000 (12 °C; salinity 34). Number of organisms observed in the TEM: one.

6. *Cosmoeca* aff. *ventricosa* Thomsen and Boonruang 1984 (Figure 17).

Lorica barrel-shaped, composed of twelve (?) longitudinal costae and three transverse rings. The two anterior costal rings are located in the anterior part of the lorica chamber, at the level of the joints between the second and the third longitudinal costal strip. The third transverse costal strip was not visible. The costal strips are shaped as narrow rods, and strips from the transverse and longitudinal costae are of the same length. Transverse costae are more heavily silicified and furnished with a slightly enlarged tip, which attaches the longitudinal costae. The lorica of this organism is similar to *Cosmoeca ventricosa*, but smaller (ca. 12,8 μm long), compared to 23–32 μm ; and the comparison with *C. ventricosa* forms A, B, C and D was impaired as only one organism with an incomplete lorica was found in December 1999 at the estuary main channel (22 °C; salinity 19) (Thomsen & Boonruang 1984, Thomsen et al. 1990). Number of organisms observed in the TEM: one.

7. *Pleurasiga minima* Thronsdon 1970 (Figure 18)

The cell is ca. 7 μm long, has a long flagellum and amphora-shaped lorica, eight (?) longitudinal costae and two equally wide,

circular transverse costal rings. The longitudinal costae join the transverse costae in their middle part. This species was observed in continental shelf samples in February 2000 at the surface (24 °C; salinity 36) and 75 m depth (18 °C; salinity 36), and in October 2000 at the surface (14 °C; salinity 32), and at 20 and 30 m depth (13 °C; salinity 32). Number of organisms observed in the TEM: seven.

8. *Parvicorbicula circularis* Thomsen 1976 (Figure 19)

The cell is ca. 6 μm long and approximately 2 μm wide. The flagellum is ca. 15 μm long, and surrounded by a collar of tentacles measuring ca. 2.5 μm in length. Four longitudinal costae extend from the anterior costal ring to the antapex of the lorica. Only two of three costal strips could be observed in each longitudinal costa, probably due the cell observed being seen from the antapical side. Found in February 2000 at the continental shelf, 20 m depth (24 °C; salinity 35.7). Number of organisms observed in the TEM: one.

9. *Polyfibula elatensis* Manton (Manton et Bremer, 1981) (Figure 20) (Syn. *Pleurasiga sphyrelata* subsp. *elatensis* Thomsen 1978)

Lorica ca. 19,3 μm long, has nine (?) longitudinal and three transverse costae. Longitudinal costae form a fringe projecting at the anterior end, each strip projecting for approximately half its length. The stipitate posterior end which characterizes this species was not observed. The number of longitudinal costal strips is higher than the seven– eight described by Manton and Bremer (1981). Found at the estuary main channel (23 °C; salinity 33). Number of organisms observed in the TEM: one.

10. *Stephanacantha dichotoma* Thomsen et Boonruang, 1983 (Figure 21).

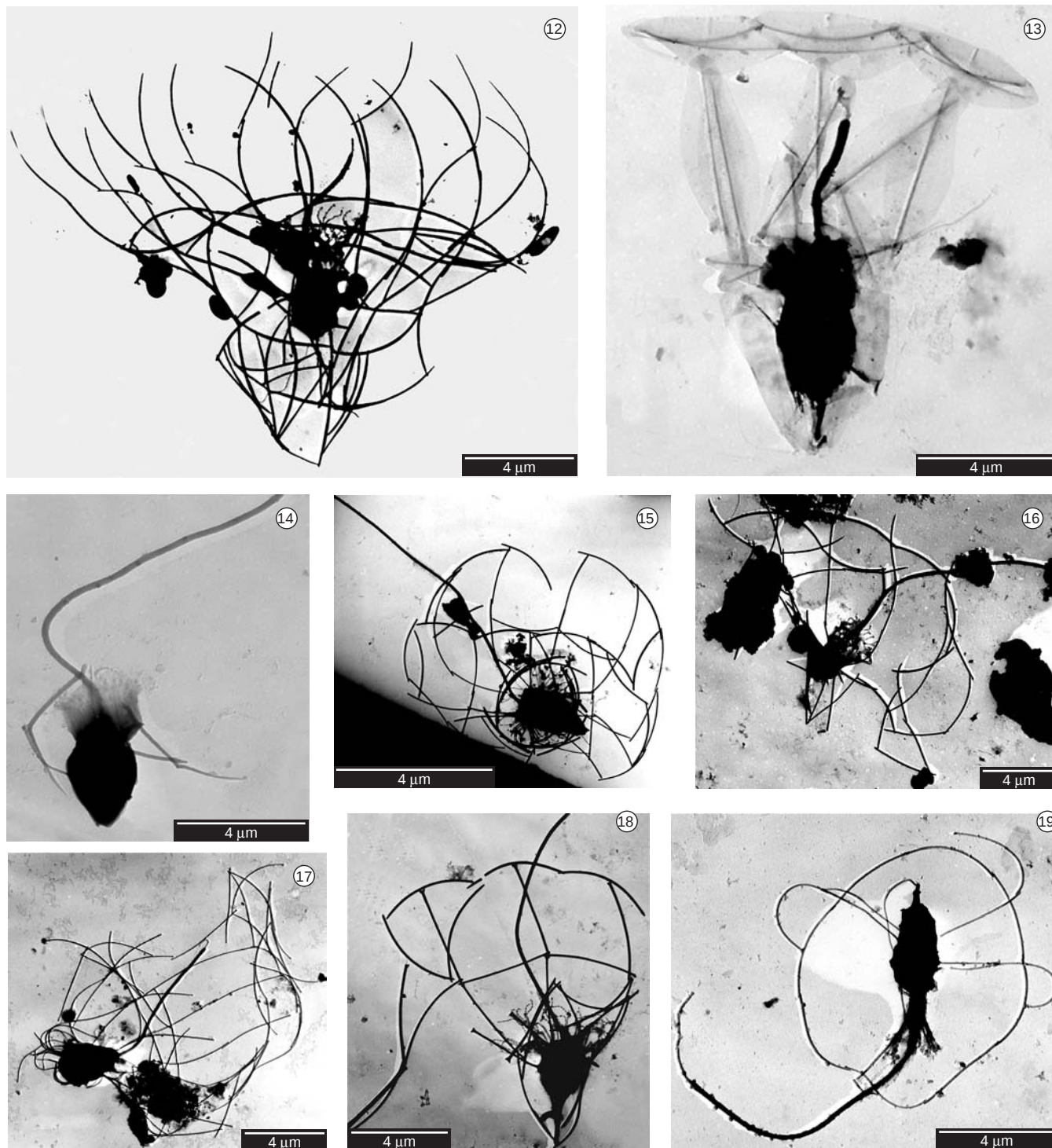
Lorica is ca. 13 μm long, composed of three different costal strips. The anterior transverse ring is composed of strips each measuring ca. 3.8 μm in length, with an upright spine at one end. Three longitudinal costal strips attach to the centre of each transverse costal strip. The longitudinal costal strips converge at the posterior end, joining with a flattened, ca. 3 μm long pedicel. Some parts of the lorica were not clear enough to allow for counting and measuring of the different types of costal strips. Found in February 2000 at the continental shelf, 50 m depth (24 °C; salinity 36). Number of organisms observed in the TEM: one.

11. *Stephanoeca* sp. Ellis 1930 (Figure 22).

The cell observed is ca. 3 μm long, 2 μm wide and the flagellum 8 μm long. The lorica is approximately 13 μm long, and composed by eight (?) longitudinal costae, each formed of four (?) costal ribs. The anterior transverse costae encircle the lorica aperture, and the connection between transverse and longitudinal costae are of the T type. The second transverse costal ring is located at the widest part of the lorica, crossing the middle part of the second longitudinal strip (counting from the lorica opening). The costal ribs of the first and second transverse costal ring overlap about one third of their length. Found in December 1999 at station Mendanha (23 °C; salinity 14). Number of organisms observed in the TEM: one.

12. *Stephanoeca apheles* Thomsen et al. 1991 (Figure 23)

Lorica ca. 14,1 μm long with anterior and posterior chamber separated by a waist-like constriction; the latter is smaller and contains the cell. The anterior chamber is expanded and contains the flagellum and collar. The lorica is composed of sixteen longitudinal costae, each costa composed of three costal strips, and



Figures 12-19. TEM 12) *Acanthocorbis* sp x2860. 13) *Calotheca alata* x3800. 14) *Campyloacantha spinifera* see L-shaped structures on the left side x4000. 15) *Cosmoeca norvegica* x2400. 16) *C. subulata* x2500. 17) *C. aff. ventricosa* x3000. 18) *Pleurasiga minima* x2500. 19) *Parvicorbicula circularis* x3600.

Figuras 12-19. MET 12) *Acanthocorbis* sp x2860. 13) *Calotheca alata* x3800. 14) *Campyloacantha spinifera*, observe as estruturas em forma de "L" no lado esquerdo x4000. 15) *Cosmoeca norvegica* x2400. 16) *C. subulata* x2500. 17) *C. aff. ventricosa* x3000. 18) *Pleurasiga minima* x2500. 19) *Parvicorbicula circularis* x3600.

two transverse costal rings. Found in July and December 1999 at the estuary main channel (14 °C; salinity 8) and station Mendanha (26 °C; salinity 32), respectively. Number of organisms observed in the TEM: three.

13. *Stephanoeca cupula* (Leadbeater 1972) Thomsen 1988 (Figure 24) (*Pleurasiga cupula* Leadbeater 1972)

The lorica consists of two chambers separated by a waist. The posterior chamber contains the protoplast, while the flagellum

and the collar are located in the anterior chamber. The anterior chamber is lined by eight longitudinal costae (each composed of three costal strips), which cross at approximately right angles to the (at least) three transverse costal rings. The apical transverse costa is located at the anterior opening and the others at the junctions between longitudinal costae. The space between the third transverse costa and the waist may be partially filled with additional transverse strips. The two anterior transverse costal rings are located externally to the longitudinal costae, and the third is overlaid externally by longitudinal costae. The interconnections between anterior longitudinal and transverse costal strips are three-point joints. The tip of each longitudinal costal strip attaches to a transverse costal strip approximately midway along its length, and there is considerable overlapping between transverse costal strips. The posterior chamber is formed by converging longitudinal costal strips and several transverse costal strips, some of which are spiraled. Found in December 1999 at station Mendanha (23 °C; salinity 23). Number of organisms observed in the TEM: one.

14. *Stephanoeca diplocostata* Elis 1930 Ledbeater 1972 (Figure 25).

The lorica ca. 13,8 µm long and ca. 9 µm wide the anterior chamber. This species has a high number of longitudinal (fifteen) and transverse costae (seven). The posterior chamber is encircled by four transverse and the anterior chamber by three costae. The high number of costal strips gives the lorica a complex architecture, making counting of the costae difficult. Leadbeater (1972a) states that although the species appears somewhat disorganized in whole mounts, its general appearance, the distinction between anterior and posterior lorica chambers, the presence of thirteen to fifteen longitudinal costae inwardly curved at their anterior end, and the possession of a high number of transverse costae, are diagnostic features. Found in July 1999 at the estuary main channel (13.5 °C; salinity 32). Number of organisms observed in the TEM: one.

15. *Stephanoeca urnula* Thomsen 1973 (Figure 26)

The lorica ca. 10,5 µm long, consists of one small posterior and one large anterior chamber. The anterior chamber is of a highly complicated construction, with sixteen longitudinal costae, attached to the costal curved strips forming the proximal part of the lorica. Four transverse costal rings encircle the lorica at its maximum diameter. The transition region between the anterior and posterior chambers seems to have few transverse costae, making it difficult to count the number of oblique oriented costal strips (more than twenty). Found at stations Lagoa (July; 14 °C; salinity 14) and Mendanha (December 1999; 23 °C; salinity 14). Number of organisms observed in the TEM: two.

16. *Syndetophyllum pulchellum* Thomsen et Moestrup 1983 (Figure 27).

Cell ca. 3,6 µm long and 1,8 µm wide. The description of costal organization was impossible, as only one type of costae with broad strips, and heavily silicified midribs characteristic for this species, were observed. Found in February 2000 at surface water of the continental shelf (23 °C; salinity 36). Number of organisms observed in the TEM: one.

Discussion

The nanoflagellates are abundant in the estuarine and coastal areas of southern Brazil (Odebrecht & Abreu 1997, Odebrecht & Garcia 1997, Bergesch & Odebrecht 2001), and comprise several taxonomic

groups including haptophytes, prasinophytes, chrysophytes and pedinellids (Bergesch et al. 2008). The present article is the first report of loricate choanoflagellates in the area.

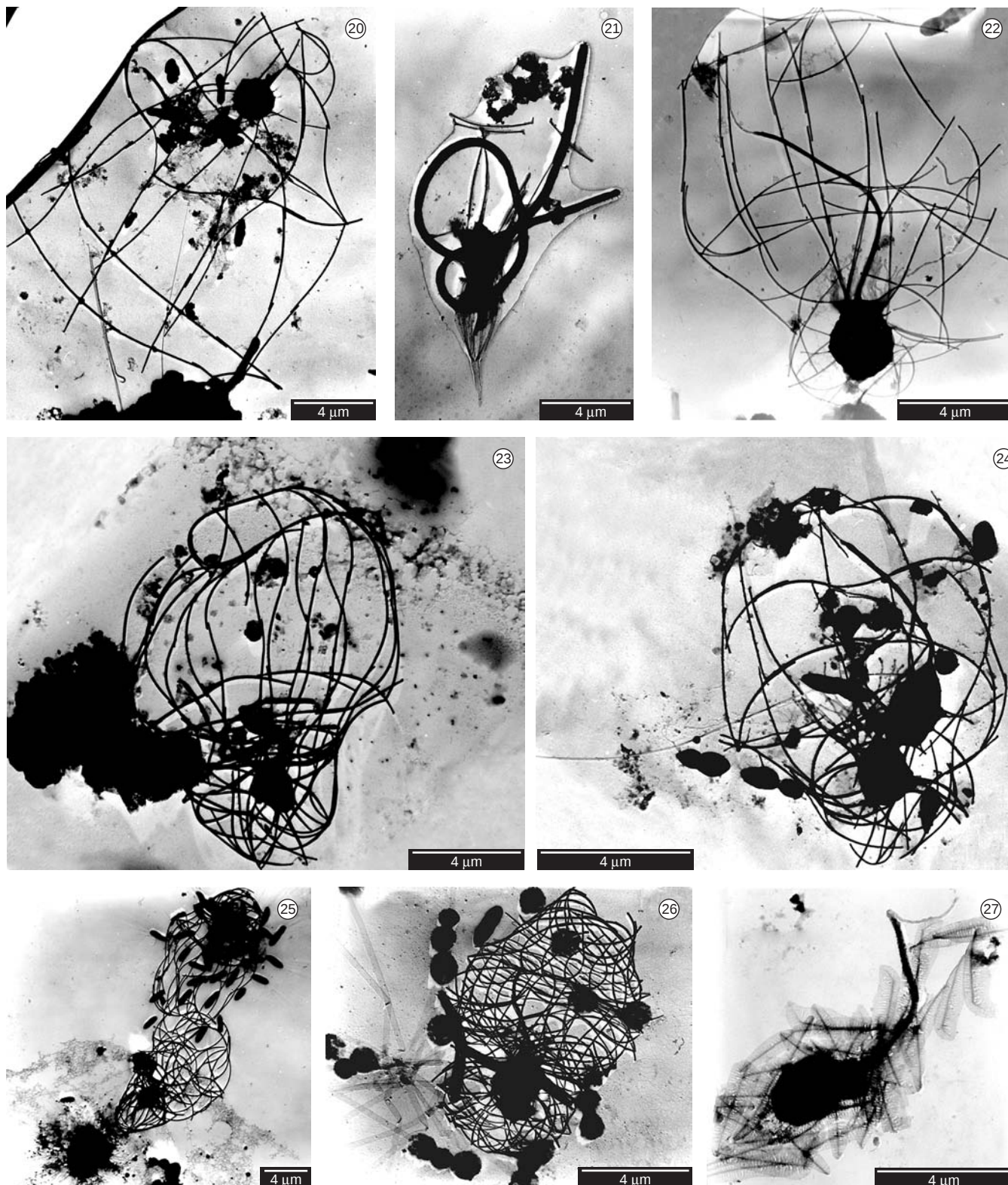
Choanoflagellates were recorded in mixopolyhaline and euhaline waters during the spring and summer both at the continental shelf, in the Patos Lagoon estuary main channel and at the Mendanha embayment; a few were recorded in the winter. During summer, mixopolyhaline and euhaline waters are frequent in the estuary as a result of reduced continental freshwater discharge and the action of southerly winds forcing the coastal water through the main channel to reach the inner lagoon (Möller Jr. et al. 1996, Odebrecht et al. 2005). During summer, the coastal shelf is influenced by tropical water from the Brazil Current, with warm temperature (>20 °C), reduced nutrients and suspended matter, while in spring it is influenced by nutrient-rich cold water flowing northwards (Ciotii et al. 1995), and phytoplankton diatom blooms are then commonly observed in the Patos Lagoon estuary (Odebrecht & Abreu 1997). These conditions also seem to be favourable for the growth of choanoflagellates.

In contrast, we did not observe choanoflagellates at the inshore stations Lagoon, Laranjal and Museum, and at Cassino Beach. Lagoon and Laranjal are mostly oligohaline to limnic (Bergesch 2003, Odebrecht et al. 2005). As members of the Acanthoecidae are exclusively marine and brackish organisms (Thomsen & Buck 1991), the absence in these stations can be explained by unfavorable low salinity water. The station Museum, although closer to the main channel, is located in the western area of the estuary where the marine influence is generally less than in the eastern side. This is reflected in zooplankton species distribution, which is significantly different in the eastern and western sides of the estuary depending on the marine influence (Montu et al. 1997). Also, the freshwater non-loricate colonial choanoflagellate *Kentrosiga* sp. was previously recorded in the Museum station, as an important picoplankton consumer (Hickenbick 2002). The absence of choanoflagellates at the beach station can be related to the high energy and turbulence from the action of waves in the surf-zone, probably destroying or dispersing the delicate cells.

Most choanoflagellates found in our study present geographic distribution (Table 3). *Pleurasiga minima* is the most frequently reported species, occurring from the extreme environments in the Arctic and Antarctic to tropical waters. In our study it was found in spring and summer, in surface and deeper waters (30-75 m) of the continental shelf. *Cosmoeca norvegica*, *C. ventricosa*, *Parvicorbicula circularis* have been reported in many parts of the world and can also be expected to have a cosmopolitan distribution; they were present in spring or summer in the southern Brazilian coastal areas. *Polyfibula elatensis* observed by us in summer (23 °C) has been reported from climatic extremes, the North Alaska and Galapagos Islands. Manton & Bremer (1981) suggested that it temporarily enters the Arctic Sea via Bering Strait, but it generally prefers warm water, as the presence in the Red Sea initially suggested. In contrast, *Stephanoeca diplocostata* apparently prefers lower temperature as it is mainly reported at high latitudes like Greenland, Norway and the Antarctic (Thomsen 1982, Leadbeater 1972a, Marchant 2005); at lower latitude (36 °N, California; Thomsen et al. 1991) the temperature was low when it occurred (13 °C). In this study it was observed in the estuary main channel in winter (13.5 °C). Other species like *Calotheca alata* and *Campyloacantha spinifera* are largely temperate (Thomsen et al. 1991) and were observed in spring (13-22 °C).

The new species *Diplothea tricyclica* of the previous monotypic genus *Diplothea* was observed in polyhaline waters at the estuary main channel in the summer 1999 (salinity 33.5; 24 °C). At this time, the phytoplankton was composed mainly of marine diatoms reinforcing the importance of the advection of marine water for the local distribution of choanoflagellates in the lagoon.

Loricate Choanoflagellates from the South Atlantic



Figures 20- 27. TEM 20) *Polyfibula elatensis* x2100. 21) *Stephanacanta dichotoma* x4000. 22) *Stephanoeca* sp. x2500. 23) *S. apheles* x4600. 24) *S. cupula* x4600. 25) *S. diplocostata* x1900. 26) *S. urnula* x3900. 27) *Syndetophyllum pulchellum* x6000.

Figuras 20- 27. MET 20) *Polyfibula elatensis* x2100. 21) *Stephanacanta dichotoma* x4000. 22) *Stephanoeca* sp. x2500. 23) *S. apheles* x4600. 24) *S. cupula* x4600. 25) *S. diplocostata* x1900. 26) *S. urnula* x3900. 27) *Syndetophyllum pulchellum* x6000.

Table 3. Geographic distribution of choanoflagellate species reported in the southern Brazilian coastal waters.**Tabela 3.** Distribuição geográfica das espécies de coanoflagelados registradas nas águas costeiras do sul do Brasil.

Species	Arctic	Greenland	Finland	Norway	Denmark	Alaska	USA-California	Galapagos	New Zealand	Antarctica	Thailand	Red Sea	Mediterranean	Adriatic	Equatorial Pacific	Sargasso Sea	Egypt
<i>Acanthocorbis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Calotheca alata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	14	12	-	-	-	-	-
<i>Campyloacantha spinifera</i>	-	-	-	-	-	-	19	-	-	-	-	-	-	5	25	-	-
<i>Cosmoeca norvegica</i>	-	20	-	2	16	-	-	-	9	8, 18	16	-	-	-	25	16	16
<i>C. subulata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-
<i>C. aff. ventricosa</i>	-	20	16	2	16	-	19	-	-	8, 18	16	2	5	-	25	-	16 ^{*1}
<i>Diplothea tricyclica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Parvicorbicula circularis</i>	-	20	-	-	11	-	19	-	-	1, 8, 18	-	-	-	-	25	-	-
<i>Pleurasiga minima</i>	22	20, 14	-	2, 23, 24	10	-	19	-	-	1, 8, 18	-	-	-	5	25	-	-
<i>Polyfibula elatensis</i>	-	-	-	-	-	7	19	7	-	-	-	7	-	-	-	-	-
<i>Stephanacantha dichotoma</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	25	15	-
<i>Stephanoea apheles</i>	-	-	-	-	-	-	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. cupula</i>	-	20	-	-	17	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. diplocostata</i>	-	13, 20	-	3, 21	-	-	19	-	-	8, 20	-	-	-	5	-	-	-
<i>S. urnula</i>	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stephanoea</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Syndetophyllum pulchellum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	9, 14	-	14	12	6	-	-	-	-

References: 1) Buck & Garrison (1983); 2) Espeland & Throndsen (1986); 3) Leadbeater (1972a); 4) Leadbeater (1972b); 5) Leadbeater (1973); 6) Leadbeater, (1974); 7) Thomsen, 1978 in Manton & Bremer (1981); 8) Marchant (2005); 9) Moestrup (1979); 10) Thomsen. (1973); 11) Thomsen (1976); 12) Thomsen, 1978 in Espeland & Throndsen (1986); 13) Thomsen (1982); 14) Thomsen & Moestrup (1983); 15) Thomsen & Boonruang (1983b); 16) Thomsen, & Boonruang, (1984); 17) Thomsen (1988); 18) Thomsen et al. (1990); 19) Thomsen et al. (1991); 20) Thomsen et al. (1995); 21) Thomsen et al. (1997); 22- 23) Throndsen (1970); 24) Throndsen (1974); 25) Vørs et al. (1995). ^{*1} Thomsen & Pedersen unpublished in Thomsen & Boonruang (1984).

It is worthwhile noting that loricate choanoflagellates were not observed during phytoplankton counting with the inverted microscope (magnification 400x) in lugol-fixed samples taken as duplicates samples of the present study (Bergesch 2003). The main difficulties are probably related to their delicate lorica structure and low sinking rate, which render these forms easy to overlook during routine observations of preserved material (Throndsen 1997). In contrast, Thomsen & Larsen (1992) mention that collar flagellates were easily observed in settled water samples from the Antarctic examined under the inverted microscope and on filters prepared for epifluorescence microscopy. The relatively high amount of detritus in the estuarine and coastal waters certainly hampered their detection in our samples, but the kind of fixative also plays a role. Better results are obtained using glutaraldehyde solely (Leakey et al. 2002) or glutaraldehyde combined with Lugol's solution (Jensen 1998), the last as the most adequate for preserving the cell appendages.

Thomsen (1982) mentions that the most relevant method to study choanoflagellates is in dry mounts. To roughly estimate the number of choanoflagellates in samples, Thomsen & Larsen (1992) suggest to use phase or Nomarski optics and "air-mounted" whole cell preparations, and to calibrate the technique with epifluorescence microscopy.

Thus, the abundance of choanoflagellates should be estimated using the light microscope whole dry mounts technique combined with epifluorescence microscopy in order to assess their contribution to the microbial loop in the southern Brazilian coastal waters.

Acknowledgements

We would like to thank the crew and Valnei Rodrigues for technical assistance during field work, Lisbeth Haukrogh and Dr. Helge Thomsen for the valuable help during EM preparation and choanoflagellates identification. The study was funded by the Brazilian Science Foundation CNPq (Long Term Ecological Research Program, and CO research fellowship), the Coordination and Planning Secretary of the State of Rio Grande do Sul (Mar de Dentro project) and by the Brazilian Ministry of Education CAPES/FURG/Graduate Program in Biological Oceanography, funding MB at Copenhagen University in a "sandwich" PhD program.

References

ARNDT, H., DIETRICH, D., AUER, B., CLEVEN, E., GRÄFENHAN, T., WEITERE, M. & MYLNIKOV, A.P. 2000. Functional diversity of

- heterotrophic flagellates in aquatic ecosystems. In *The Flagellates Unity, Diversity and Evolution* (Leadbeater, B.S.C. & Green, J.C., eds.). Taylor & Francis, London. The Systematics Association Special Volume Series 59:240-268.
- ASMUS, M.L. 1998. Coastal plain and Patos Lagoon. In *Subtropical convergence environments, the coast and sea in the Southwestern Atlantic* (Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J.P., eds.). Springer Verlag, Berlin, p. 9-12.
- BERGESCH, M. & ODEBRECHT, C. 2001. Characteristics and importance of planktonic flagellates in marine coastal and oceanic ecosystems. In *Aquatic Microbial Ecology in Brazil* (B.M. Faria, V.F. Farjalla & F.A. Esteves, eds.). Series Oecologia Brasiliensis PPGE-UFRJ 9:173-196.
- BERGESCH, M. 2003. Fitoplâncton e nanoflagelados no estuário da Lagoa dos Patos e área costeira adjacente. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.
- BERGESCH, M., ODEBRECHT, C. & MOESTRUP, Ø. 2008. Nanoflagellates from coastal waters of southern Brazil (32°S). *Bot. Mar.* 51:35-50
- BERLATO, M.A. & FONTANA, D.C. 2003. El Niño e La Niña: Impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul. Aplicações de previsões climáticas na Agricultura. EDURGS, Porto Alegre.
- BUCK, K.R. & GARRISON, D.L., 1983. Protists from the ice-edge region of the Weddell Sea, *Deep-Sea Res.* 30:1261-1277.
- CIOTTI, A.M., ODEBRECHT, C., FILLMANN, G. & MÖLLER Jr., O.O. 1995. Freshwater outflow and subtropical convergence influence on the phytoplankton biomass in the southern Brazilian continental shelf. *Cont. Shelf Res.* 15:1737-1756.
- GARCIA, C.A.E. 1998. Hydrographic characteristics. In *Subtropical convergence environments, the coast and sea in the Southwestern Atlantic* (U. Seeliger, C. Odebrecht & J.P. Castello, eds). Springer Verlag, Berlin, p. 18-20.
- HICKENBICK, G. 2002. Predação de bactérias pelo protozooplâncton em um gradiente de salinidade e seu efeito no balanço de massa bacteriano. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.
- JACKSON, S.M. & LEADBEATER, B.S.C. 1991. Costal strip accumulation and lorica assembly in the marine choanoflagellate *Diplothea costata* Vulkanov. *J. Protozool.* 38(1):97-104.
- JENSEN, M.Ø. 1998. A New Method of Unmineralized Haptophytes for TEM (Whole Mount) Investigations. *J. Phycol.* 34(1):1-3.
- LEADBEATER, B.S.C. 1972a. Fine-structural observations on some marine choanoflagellates from the coast of Norway. *J. mar. biol. Ass. U. K.* 52:67- 79.
- LEADBEATER, B.S.C. 1972b. Ultrastructural observations on some marine choanoflagellates from the coast of Denmark. *Br. phycol. J.* 7:195-211.
- LEADBEATER, B.S.C. 1973. External morphology of some marine choanoflagellates from the coast of Yugoslavia. *Arch. Protistenk.* 115:234-252.
- LEADBEATER, B.S.C. 1981. Ultrastructure and deposition of silica in loricata choanoflagellates. In *Silica and Siliceous Structures in Biological Systems* (T.L. Simpson & B.C. Volcani, eds.). Springer, New York, p. 295-322.
- LEAKEY, R.J.G., LEADBEATER, B.S.C., Mc MITCHELL E., CREADY, S.M.M. & MURRAY, A.W.A. 2002. The abundance and biomass of choanoflagellates and other nanoflagellates in waters of contrasting temperature to the north-west of South Georgia in the Southern Ocean. *Europ. J. Protistol.* 38:333-350.
- MANTON, I. & BREMER, G. 1981. Observations on lorica structure and aspects of replication in the *Pleurasiga sphyrelata* Thomsen Complex (= *Polyfibula* spp., gen.n.) (Choanoflagellata). *Zool. Scr.* 10:273-291.
- MARCHANT, H.J. 2005. Choanoflagellates. In *Antarctic Marine Protists* (Scott, F.J. & Marchant, H.J., eds). Australian Biological Resources Study, Canberra, p. 326-346.
- MOESTRUP, Ø. 1979. Identification by electron microscopy of marine nanoplâncton from New Zealand, including the description of four new species. *N. Z. J. Bot.* 17:61-95.
- MOESTRUP, Ø. & THOMSEN, H.A. 1980. Preparation of shadow-cast whole mounts. In *Handbook of Phycological Methods. Developmental & Cytological Methods* (Gantt, E. ed.). Cambridge University Press, London, p. 385-390.
- MÖLLER Jr., O.O., LORENZZETTI, J.A., STECH, J.L. & MATA, M.M. 1996. The Patos Lagoon summertime circulation and dynamics. *Cont. Shelf Res.* 16 (3):335-351.
- MONTU, M., DUARTE, A.K. & GLOEDEN, I.M. 1997. Zooplankton. In *Subtropical Convergence Environments* (Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J.P. eds.). Springer-Verlag, Berlin, p. 40-43.
- ODEBRECHT, C. & ABREU, P.C. 1998. Microalgas. In *Ecosistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil* (Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J.P. eds.). Editora Ecoscientia, Rio Grande, p. 36-40.
- ODEBRECHT, C. & GARCIA, V.M.T. 1998. Fitoplâncton. In *Os Ecosistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil* (Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J.P. eds.). Editora Ecoscientia, Rio Grande, p. 117-121.
- ODEBRECHT, C., ABREU P.C., MÖLLER Jr., O.O., NIENCHESKI, L.F., PROENÇA, L.A. & TORGAN, L.C. 2005. Drought Effects on Pelagic Properties in the Shallow and Turbid Patos Lagoon, Brasil. *Estuaries.* 28(5):675-685.
- PIOLA, A.R., CAMPOS, E.J.D., MÖLLER JR., O.O., CHARO, M. & MARTINEZ, C. 2000. Subtropical shelf front of eastern South America. *J. Geophys. Res.* 105(3):6565-6578.
- SOARES, I. & MÖLLER Jr., O.O. 2001. Low-frequency currents and water mass spatial distribution on the southern Brazilian Shelf. *Cont. Shelf Res.* 21:1785-1814.
- THOMSEN, H.A. 1973. Studies on marine choanoflagellates I. Silicified choanoflagellates of the Isefjord (Denmark). *Ophelia.* 12:1-26.
- THOMSEN, H.A. 1976. Studies on marine choanoflagellates II. Fine-structural observations on some silicified choanoflagellates from de Isefjord (Denmark), including the description of two new species. *Norw. J. Bot.* 23:33-51.
- THOMSEN, H.A. 1982. Planktonic choanoflagellates from Disko Bugt, West Greenland, with a survey of the marine nanoplankton of the area. *Meddr Grønland, Biosci.* 8:1-35.
- THOMSEN, H.A. & BOONRUANG, P. 1983a. Ultrastructural observations on marine choanoflagellates (Choanoflagellida, Acanthoecidae) from the coast of Thailand: species of *Apheloecion* gen. nov. *J. Plankton Res.* 5(5):739-753.
- THOMSEN, H.A. & BOONRUANG, P. 1983b. A microscopical study of marine collared flagellates (Choanoflagellida) from the Andaman Sea, SW Thailand: Species of *Stephanacantha* gen. nov. and *Platypleura* gen. nov. *Protistologica.* 19(2):193-214.
- THOMSEN, H.A. & BOONRUANG, P. 1984. A light and electron microscopical investigation of loricata choanoflagellates (Choanoflagellida, Acanthoecidae) from the Andaman Sea, SW Thailand and Denmark: species of *Cosmoeca* gen.n. *Zool. Scr.* 13(3):165-181.
- THOMSEN, H.A. & MOESTRUP, Ø. 1983. Electron microscopical investigations on two loricata choanoflagellates (Choanoflagellida), *Calotheca alata* gen. et sp. nov. and *Syndetophyllum pulchellum* gen. et comb. nov., from Indo-Pacific localities. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 219:41-52.
- THOMSEN, H.A. 1988. An electron microscopical study of marine loricata choanoflagellates: *Nannoecca minuta* (Leadbeater) gen. et comb.n. and *Stephanoecca cupula* (Leadbeater) comb. n. *Zool. Scr.* 17:315-323.
- THOMSEN, H.A., BUCK, K.R., COALE, S.L., GARRISON, D.L. & GOWING, M.M. 1990. Loricata choanoflagellates (Acanthoecidae, Choanoflagellida) from the Weddell Sea, Antarctica. *Zool. Scr.* 19:367-387.
- THOMSEN, H.A., BUCK, K.R. & CHAVEZ, F.P. 1991. Choanoflagellates of the Central California waters: taxonomy, morphology and species assemblages. *Ophelia.* 33(2):131-164.
- THOMSEN, H.A. & BUCK, K.R. 1991. Choanoflagellate diversity with particular emphasis on the Acanthoecidae. In *The Biology of Free-living Heterotrophic Flagellates* (Patterson, D.J. & Larsen, J. eds). Systematics Association Special Volume. Clarendon Press, Oxford, p. 259-284.
- THOMSEN, H.A. & LARSEN, J. 1992. Loricata choanoflagellates of the Southern Ocean with new observations on cell division in *Bicosta*

- spinifera* (Thronsen, 1970) from Antarctica and *Saroeca attenuata* Thomsen, 1979, from the Baltic Sea. Polar Biol. 12:53-63.
- THOMSEN, H.A., Ø STERGAARD, J.B. & HANSEN, L.E. 1995. Loricat choanoflagellates from the West Greenland (August 1988) including the description of *Spinoeca buckii* gen. et sp. nov. Europ. J. Protistol. 31:38-44.
- THOMSEN, H.A., GARRISON, D.L. & KOSMAN, C. 1997. Choanoflagellates (Achantoecidae, Choanoflagellida) from the Weddell Sea, Antarctica, taxonomy and community structure with particular emphasis on the ice biota; with preliminary remarks on choanoflagellates from arctic sea ice (Northeast Water Polynya, Greenland). Arch. Protistenk. 148:77-114.
- THRONSDEN, J. 1970. Marine planktonic acanthoecaceans (Craspedophyceae) from arctic waters. Norw. J. Bot. 17(2):103-111.
- THRONSDEN, J. 1974. Planktonic choanoflagellates from North Atlantic waters. Sarsia 56:95-122.
- THRONSDEN, J. 1997. The Planktonic Marine Flagellates. In Identifying marine phytoplankton. (C.R. Tomas, ed.). Academic Press, California, p. 591-729.
- VØRS, N., BUCK, K.R., CHAVEZ, F.P., EIKREM, V., HANSEN, L.E., ØSTERGAARD, J.B. & THOMSEN, H.A. 1995. Nanoplankton of the Equatorial Pacific with emphasis on the heterotrophic protists Deep-Sea Res. 42(2-3):585-602.
- Data Received 24/07/08
Revised 20/10/08
Accepted 05/12/08

Aspectos populacionais de *Serrapinnus notomelas* (Eigenmann, 1915) e *Bryconamericus stramineus* Eigenmann, 1908 (Characiformes: Characidae) em riachos da bacia do rio Ivinhema, Alto Rio Paraná

Luzia da Silva Lourenço^{1,3}, Yzel Rondon Suárez² & Alexandro Cezar Florentino¹

¹Laboratório de Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros, Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, CEP 78060-900, Cuiabá, MT, Brazil, e-mail: alexandrocezar@yahoo.com.br

²Laboratório de Ecologia, Centro Integrado de Análise e Monitoramento Ambiental – CInAM, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, Rod. Dourados-Itahum, Km 12, CEP 79804-970, Dourados, MS, Brazil, e-mail: yzel@uems.br

³Corresponding author: Luzia da Silva Lourenço, e-mail: bioluzia@yahoo.com.br

LOURENÇO, L.S., SÚAREZ, Y.R. & FLORENTINO, A.C. 2008. **Populational aspects of *Serrapinnus notomelas* (Eigenmann, 1915) e *Bryconamericus stramineus* Eigenmann, 1908 (Characiformes: Characidae) in streams of Ivinhema River Basin, Upper Paraná Basin.** Biota Neotrop. 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/en/abstract?article+bn00408042008>.

Abstract: The knowledge of population parameters for Neotropical fish species is a great challenge to ichthyology. In this paper we analyzed the weight/length relationship, parameters of growth, mortality, recruitment and evaluate the influence of seasonal variation of rainfall on the mean weight of individuals and the pattern of recruitment for two fish species in streams of the Ivinhema River Basin-MS. The samples were done monthly from January to December 2002, with standardized effort between the sites. The equation that describe the weight/length relationship for *Serrapinnus notomelas* is (weight = $0.0000191 * \text{length standard}^{3.106}$) and for *Bryconamericus stramineus* is (weight = $0.0000080 * \text{length standard}^{3.193}$), being the constant b significantly higher than three. The asymptotic length for *S. notomelas* was 42.1 mm and for *B. stramineus* was 54.7 mm. *Serrapinnus notomelas* presented larger natural mortality ($Z = 1.08$) than *B. stramineus* ($Z = 0.93$) and higher growth rate (*S. notomelas* $k = 0.60$ and *B. stramineus* $k = 0.54$); and *S. notomelas* presented a lower longevity (4.99 years) than *B. stramineus* (5.54 years). The Index of growth performance (ϕ) calculated for *S. notomelas* was 3.027, while for *B. stramineus* was 3.208. We verified significant seasonal variation in the adjusted mean weight for both studied species. The recruitment pattern for *S. notomelas* and *B. stramineus* also follows a seasonal pattern, with two recruitment picks in the year, and *S. notomelas* presented a recruitment pick in March and other in June, while *B. stramineus* presents a pick in April and other in October.

Keywords: ecology, fish, weight/length relationships, population parameters.

LOURENÇO, L.S., SÚAREZ, Y.R. & FLORENTINO, A.C. 2008. **Aspectos populacionais de *Serrapinnus notomelas* (Eigenmann, 1915) e *Bryconamericus stramineus* Eigenmann, 1908 (Characiformes: Characidae) em riachos da bacia do rio Ivinhema, Alto Rio Paraná.** Biota Neotrop. 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/pt/abstract?article+bn00408042008>.

Resumo: O conhecimento dos parâmetros populacionais para as espécies de peixes neotropicais é um grande desafio da ictiologia. No presente trabalho analisamos a relação peso/comprimento, parâmetros de crescimento, mortalidade, recrutamento e avaliamos a influência da variação sazonal da precipitação sobre o peso médio dos indivíduos e o padrão de recrutamento para duas espécies de peixes em riachos da bacia do rio Ivinhema, Estado de Mato Grosso do Sul - Brasil. As amostragens foram realizadas mensalmente de janeiro a dezembro/2002, com esforço padronizado entre os locais. A equação que descreve a relação peso total/comprimento padrão para *Serrapinnus notomelas* é (Peso = $0.0000191 * \text{LS}^{3.106}$) e para *Bryconamericus stramineus* é (Peso = $0.0000080 * \text{LS}^{3.193}$), sendo a constante b significativamente maior que três. O comprimento assintótico para *S. notomelas* foi de 42,1 mm e para *B. stramineus* foi de 54,7 mm. *Serrapinnus notomelas* apresentou maior mortalidade natural ($Z = 1,08$) do que *B. stramineus* ($Z = 0,93$) e maior taxa de crescimento (*S. notomelas* $k = 0,60$ e *B. stramineus* $k = 0,54$), sendo que *S. notomelas* apresentou uma menor longevidade (4,99 anos) do que *B. stramineus* (5,54 anos). O Índice de performance de crescimento (ϕ) calculado para *S. notomelas* foi de 3,027, enquanto para *B. stramineus* foi de 3,208. Constatamos variação sazonal significativa no peso médio ajustado para ambas as espécies estudadas. O padrão de recrutamento para *S. notomelas* e *B. stramineus* também segue um padrão sazonal, com dois picos de recrutamento no ano, sendo que *S. notomelas* apresentou um pico de recrutamento em março e outro em junho, enquanto *B. stramineus* apresentou um pico em abril e outro em outubro.

Palavras-chave: ecologia, peixes, relação peso/comprimento, parâmetros populacionais.

Introdução

A ictiofauna neotropical é uma das mais diversificadas do mundo. Contudo, o conhecimento da biologia básica de suas espécies ainda é um dos maiores desafios da ictiologia (Lowe-McConnell 1999), sendo que as espécies de pequeno porte são as menos conhecidas, desde o ponto de vista taxonômico até a quantificação de aspectos da ecologia populacional, o que dificulta a adoção de medidas mais eficientes de manejo e conservação (Sanna-Kaisa & Jukka 2004).

Desta forma, o conhecimento da estrutura populacional (eg. mudança da taxa de natalidade e mortalidade, fecundidade, padrão de recrutamento), além de fornecer informações sobre a entrada de novos indivíduos na população e da longevidade dos mesmos (Lowe-McConnell 1999), permite a compreensão da influência de fatores ambientais, tais como temperatura, oxigênio dissolvido, salinidade, fotoperíodo e hidropériodo e dos fatores bióticos como a competição e a predação (Wootton 1999) sobre a dinâmica populacional das espécies de peixes.

Diversos autores têm estudado espécies de pequeno porte na planície de inundação do Alto Rio Paraná (Braga & Gennari-Filho 1990, Garutti & Figueiredo-Garutti 1992, Giamas et al. 1992, Benedito-Cecilio et al. 1997, Lizama & Ambrósio 1999, 2002, Piana et al. 2006). No entanto, poucos trabalhos foram realizados em riachos com espécies de pequeno porte, ainda que para as espécies *Serrapinnus notomelas* (Eigenmann 1915) e *Bryconamericus stramineus* Eigenmann 1908 destacam-se alguns trabalhos, tais como os de Lizama & Ambrósio (1999, 2002) sobre a relação peso/comprimento e fator de condição para *S. notomelas* na planície alagável do rio Paraná, bem como o trabalho de Galuch et al. (2003) sobre o desenvolvimento inicial e distribuição espacial de *B. stramineus* e o trabalho de Piana et al. (2006) quantificando a importância de características bióticas e abióticas sobre a densidade populacional de *S. notomelas*, todos realizados na planície de inundação do rio Paraná.

Diante do exposto o presente estudo tem como objetivo fornecer informações sobre a estrutura em comprimento, a relação peso total/comprimento, parâmetros de crescimento, mortalidade e bem como analisar a influência da variação sazonal da precipitação sobre o peso médio dos indivíduos e o padrão de recrutamento.

Material e Métodos

As coletas foram realizadas mensalmente em sete riachos da bacia do rio Ivinhema, Alto Rio Paraná (Figura 1) entre janeiro e dezembro de 2002. As amostragens foram realizadas com uma peneira retangular de armação metálica (1,2 x 0,8 m) confeccionada com tela de mosquiteiro (2 mm de abertura de malha), sendo realizados 20 lances por local. Todos os riachos foram amostrados no período diurno em um trecho de aproximadamente 50 m.

Em campo, os peixes foram fixados em formol a 10% e, posteriormente, os exemplares levados ao laboratório foram transferidos para álcool 70% para preservação e para obtenção do peso em balança analítica e do comprimento padrão, utilizando paquímetro com aproximação a 0,1 mm.

A relação peso total/comprimento padrão para *B. stramineus* e *S. notomelas* foi obtida pelo ajuste de uma regressão não-linear, bem como o intervalo de confiança para o coeficiente angular "b" da regressão.

O comprimento assintótico foi estimado a partir do maior indivíduo capturado utilizando a equação de Pauly (1983):

$$L_{\infty} = L_{\max} / 0,95 \quad (1)$$

O valor estimado da taxa de crescimento (k) foi obtido utilizando-se o método ELEFAN I (Electronic Lengths-Frequency Analysis) (Pauly & David 1981), inserido no programa FISAT.

O índice de performance de crescimento (ϕ) foi obtido para as duas espécies através da equação proposta por Pauly & Munro (1984):

$$\phi = \log k + 2 \log L_{\infty} \quad (2)$$

Enquanto a longevidade foi estimada segundo a equação proposta por Taylor (1958):

$$t_{\max} = t_0 + 2,996 / k \quad (3)$$

A mortalidade total (Z), aqui definida como igual à mortalidade natural (M), foi obtida segundo a fórmula empírica de Pauly (1980), que utiliza a informação dos parâmetros de crescimento (L_{∞} e k) e a temperatura média (°C) do ambiente em que a espécie foi amostrada:

$$\ln M = -0,0152 - 0,279 \ln L_{\infty} + 0,6543 \ln k + 0,463 \ln T^{\circ}\text{C}. \quad (4)$$

Com o objetivo de analisar a influência da variação temporal sobre o peso dos indivíduos, para cada uma das espécies foi realizada uma análise de co-variância do peso (variável resposta) em função do mês da amostragem (variável explanatória) e do comprimento padrão (co-variável). Os dados de peso total e comprimento padrão foram previamente transformados utilizando $\log_{10}$. Adicionalmente, o peso médio ajustado para as duas espécies e a pluviosidade de um mês anterior foram correlacionados utilizando a correlação de Spearman.

O padrão de recrutamento foi obtido através da distribuição de frequência de comprimento padrão e dos parâmetros de crescimento (L_{∞} e k) estimados para cada espécie, utilizando-se a rotina incluída no FISAT (Gayanilo & Pauly 1997). Posteriormente, foram relacionados os dados de recrutamento de ambas as espécies com a pluviosidade de um mês anterior utilizando a correlação de Spearman.

Resultados

Foram obtidos dados de peso e comprimento de 368 indivíduos de *Serrapinnus notomelas* e 198 indivíduos de *Bryconamericus stramineus*. O comprimento padrão médio de *S. notomelas* foi 23,2 mm (dp = 5,74), variando entre 9 e 40 mm, enquanto para *B. stramineus* o comprimento padrão médio foi de 31,2 mm (dp = 9,48), variando entre 9,6 e 52 mm. Para *B. stramineus* constatamos, através da inspeção visual do histograma do comprimento padrão, que a população estudada apresentou quatro modas bem definidas (Figura 2).

O modelo de regressão não-linear gerado para a variação do peso em função do comprimento padrão para *S. notomelas* ($\text{Peso} = 0,0000191 * L^{3,082}$) permitiu explicar 96% da variação nos dados. Para *B. stramineus* o modelo gerado ($\text{Peso} = 0,0000080 * L^{3,198}$) permitiu explicar 95,7% da variação nos dados (Tabela 1 e Figura 3). Para as duas espécies o valor do intervalo de confiança do coeficiente angular "b" ajustado através da regressão não-linear foi estatisticamente maior que 3, Sendo (3,009-3,155) para *S. notomelas* e (3,079-3,318) para *B. stramineus*, desta forma elas apresentam crescimento alométrico positivo.

Através da comparação dos intervalos de confiança do coeficiente angular da relação peso/comprimento constatamos que não existe diferença significativa na taxa de incremento de peso em função do comprimento. Contudo, em nossas amostragens, o comprimento má-

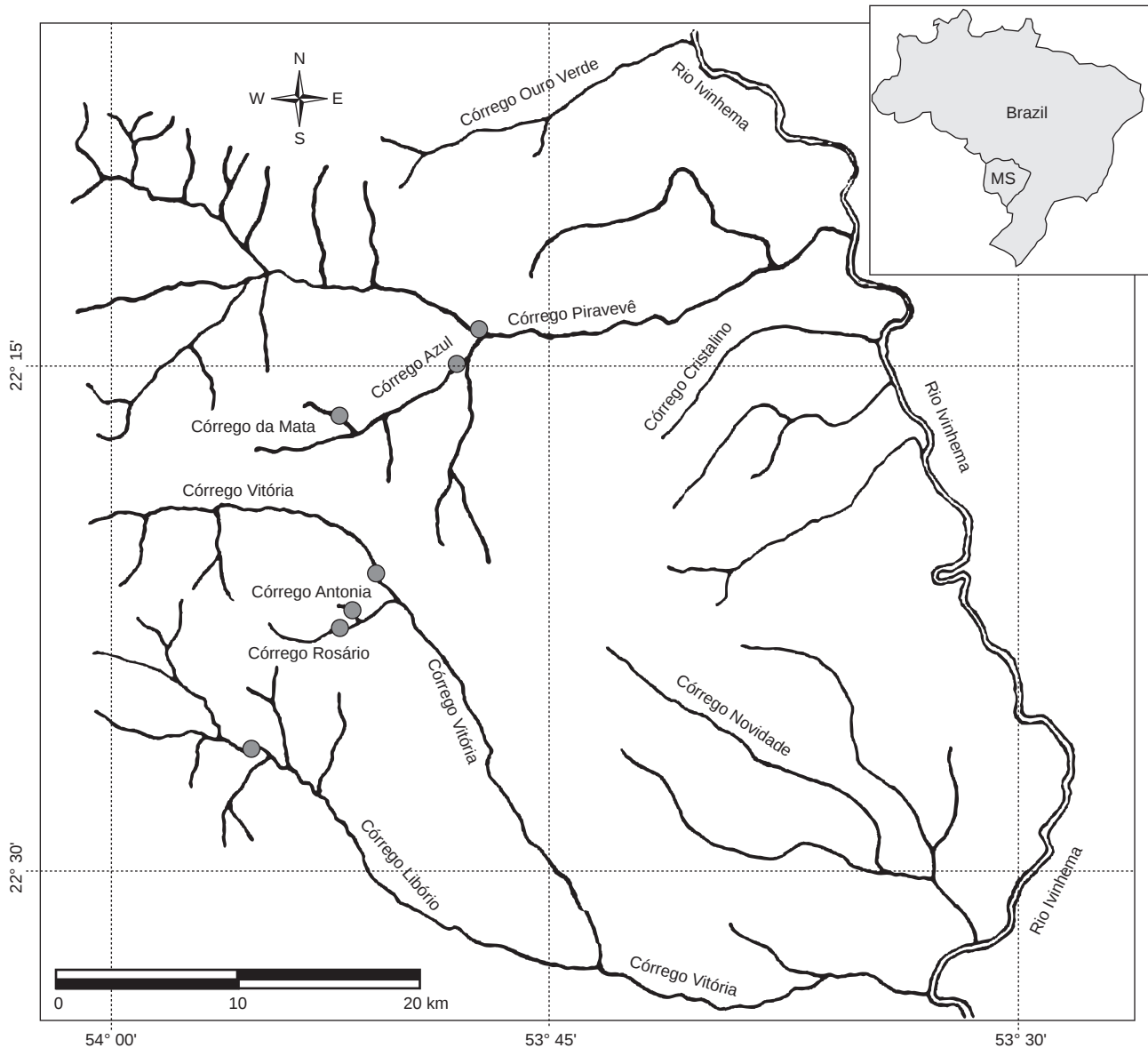


Figura 1. Localização dos riachos na bacia do rio Ivinhema-MS, Alto Paraná.

Figure 1. Location of the streams in the basin of the river Ivinhema-MS, Upper Parana.

ximo alcançado pelas espécies difere, sendo que *B. stramineus* é maior ($l_{\max} = 52$ mm) quando comparado com *S. notomelas* ($l_{\max} = 40$ mm), fato que influencia o coeficiente angular.

Estimamos o comprimento assintótico para *S. notomelas* em 42,1 mm, enquanto para *B. stramineus* o comprimento assintótico estimado foi de 54,7 mm. *Serrapinnus notomelas* apresenta maior mortalidade natural ($Z = 1,08$) que *B. stramineus* ($Z = 0,93$) e maior taxa de crescimento (*S. notomelas* $k = 0,60$ e *B. stramineus* $k = 0,54$); *S. notomelas* apresenta menor longevidade (4,99 anos) que *B. stramineus* (5,54 anos). O Índice de performance de crescimento (ϕ) calculado para *S. notomelas* foi de 3,027, enquanto para *B. stramineus* foi de 3,208.

Utilizando a análise de co-variância constatamos que existe influência significativa da variação sazonal, interagindo com o comprimento padrão sobre o peso de ambas as espécies estudadas (Tabela 2), sendo que o peso médio ajustado para *S. notomelas*

acompanha a mudança na pluviosidade ao longo do ano ($r = 0,580$; $p = 0,050$) (Figura 4), contudo, para *B. stramineus* esta correlação não foi significativa ($r = 0,545$; $p = 0,068$).

O padrão de recrutamento para *S. notomelas* e *B. stramineus* também segue um padrão sazonal, com dois picos de recrutamento no ano, sendo que *S. notomelas* apresenta um pico de recrutamento em março e outro em junho, enquanto *B. stramineus* apresenta um pico em abril e outro em outubro (Figura 5), ou seja, nos meses com redução da pluviosidade. Ao correlacionar os dados de recrutamento e pluviosidade não evidenciamos relação para *S. notomelas* ($r = -0,11$; $p = 0,732$), porém houve relação negativa entre a pluviosidade e recrutamento para *B. stramineus* ($r = -0,580$; $p = 0,050$).

Discussão

A estrutura em comprimento de uma população varia devido ao regime de recrutamento e mortalidade dos indivíduos. Tanto a popula-

Tabela 1. Resultado da análise de regressão não-linear do peso em função do comprimento padrão (ls) dos indivíduos com os valores estimados de “a” e “b”, bem como o intervalo de confiança, para os riachos da bacia do rio Ivinhema, MS no período de janeiro a dezembro/2002.

Table 1. Result of the analysis of non-linear regression of the weight in function of the standard length (ls) of the individuals with the estimated values of “a” and “b”, as well as the confidence interval, for the streams of the basin of the river Ivinhema, MS in the period from January to December/2002.

Espécie	Constante a	Constante b	r ²
<i>Serrapinnus notomelas</i>	191*e-5 (146*e-5 a 235*e-5)	3,082 (3,009-3,155)	0,960***
<i>Bryconamericus stramineus</i>	80*e-6 (46*e-6 a 113*e-5)	3,198 (3,079-3,318)	0,957***

*** = significativo a $\alpha = 0,0001$

Tabela 2. Resultado da análise de co-variância do peso das espécies estudadas em função da variação sazonal e do comprimento padrão (ls) dos indivíduos para os riachos da bacia do rio Ivinhema, MS no período de janeiro a dezembro-2002.

Table 2. Result of the analysis of co-variance of the weight of the species studied in function of the seasonal variation and of the standard length (ls) of the individuals for the streams of the basin of the river Ivinhema, MS in the period of January the December-2002.

Espécie	N	r ²	F-meses	F-Comprimento padrão
<i>Serrapinnus notomelas</i>	368	0,907	7,346***	3445,8***
<i>Bryconamericus stramineus</i>	198	0,970	4,817***	5188,4***

*** = significativo a $\alpha < 0,0001$

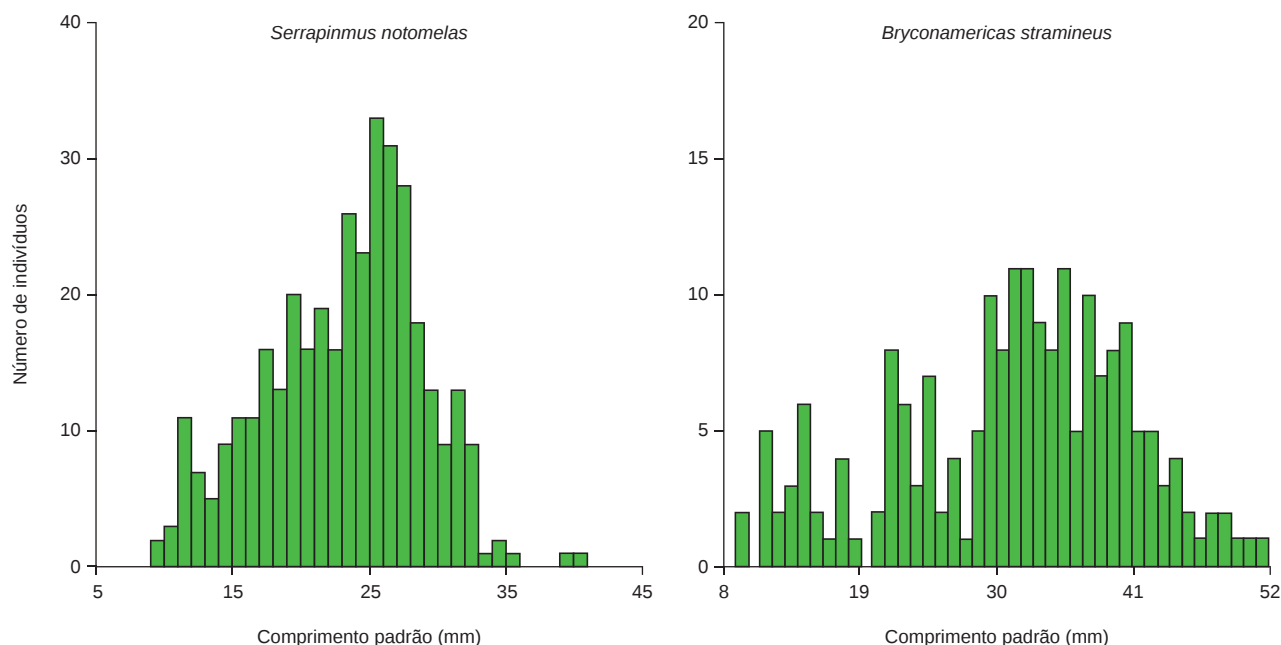


Figura 2. Histograma de comprimento padrão (mm) para *S. notomelas* e *B. stramineus* nos riachos estudados na bacia do rio Ivinhema-MS.

Figure 2. Histogram of standard length (mm) for *S. notomelas* and *B. stramineus* in the streams studied in the basin of the river Ivinhema-MS.

ção de *B. stramineus* como a população de *S. notomelas* apresentaram um padrão polimodal na distribuição das classes de comprimento o que pode ser um indicativo de repetidos episódios reprodutivos ao longo do ano, e consequentemente a presença de várias coortes na população das duas espécies analisadas em riachos do rio Ivinhema. As alterações na estrutura em comprimento podem resultar do efeito das variáveis abióticas e bióticas na taxa de natalidade e sobrevivência de cada população (Gurgel 2004) e da variação dos atributos ambientais, que determina o estado nutricional da população (Bagarinão & Thayaparam 1986). As diferenças encontradas por Orsi et al. (2004) na distribuição de comprimento da população de *Astyanax altiparanae* em trechos do rio Paranapanema, Paraná, resultou de diferenciadas

estratégias de desenvolvimento, ou seja, épocas distintas de recrutamento nos trechos amostrados, onde tanto os fatores abióticos locais, como a predação, a disponibilidade de alimento determinaram a estrutura populacional da espécie.

Trexler & Travis (1990) observaram na população de *Poecilia latipinna* que o efeito do ambiente não é forte o suficiente para levar a variações no comprimento corporal entre populações, e que as diferenças intrínsecas entre populações naturais, podem ser resultado da diferença na distribuição de frequência de genótipos presentes nas populações.

Lizama & Ambrósio (1999) analisando a relação peso/comprimento para nove espécies de peixes na planície de inundação da bacia do rio Paraná encontraram para *S. notomelas* valores para a

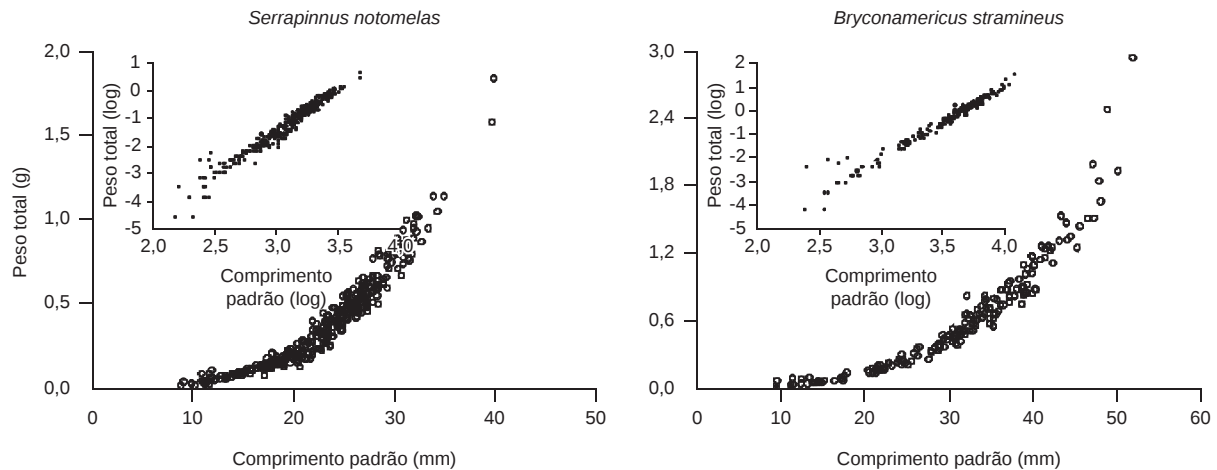


Figura 3. Relação Peso/Comprimento para *S. notomelas* e *B. stramineus* nos riachos estudados da bacia do rio Ivinhema-MS.

Figure 3. Relationship weight/length for *S. notomelas* and *B. stramineus* in the studied streams of the basin of the river Ivinhema-MS.

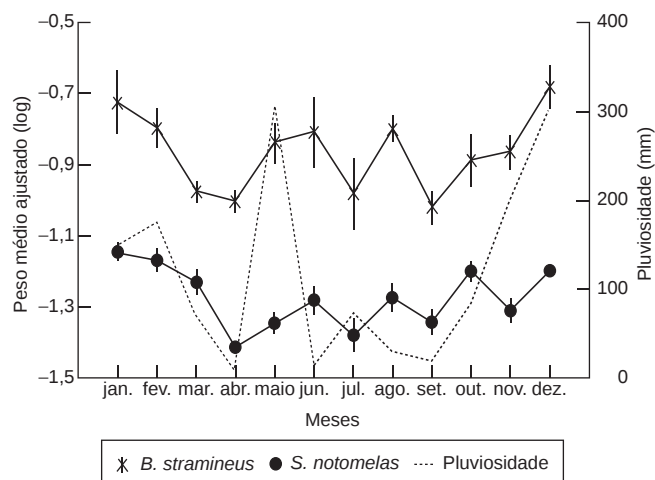


Figura 4. Variação sazonal na pluviosidade, peso total médio ajustado (Log_{10}) $\pm$ erro padrão para *B. stramineus* e *S. notomelas* nos riachos estudados da bacia do rio Ivinhema-MS.

Figure 4. Seasonal variation in the rainfall, weight medium total fitting (Log_{10}) $\pm$ standard mistake for *B. stramineus* and *S. notomelas* in the studied streams of the basin of the river Ivinhema-MS.

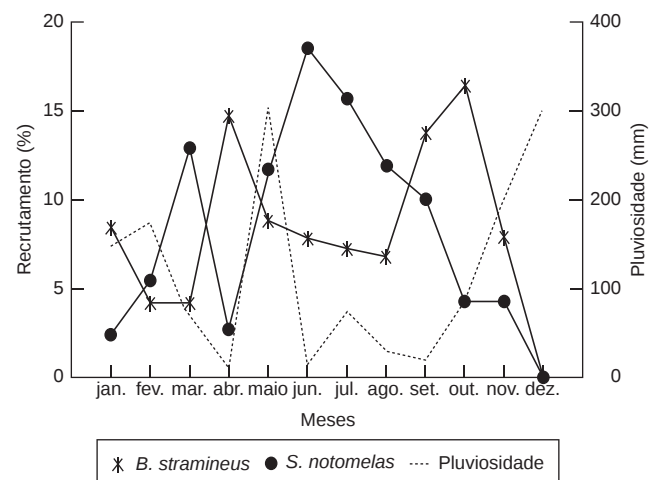


Figura 5. Padrão de recrutamento de *S. notomelas* e *B. stramineus* em riachos da bacia do rio Ivinhema-MS.

Figure 5. Pattern of recruitment of *S. notomelas* and *B. stramineus* in streams of the basin of the river Ivinhema-MS.

constante “a” bem acima (0,0199) dos encontrados no presente trabalho (0,000191), ainda que o coeficiente angular da regressão “b” tenha sido similar (3,09) ao encontrado no presente estudo (3,106). Desta forma duas hipóteses podem explicar a diferença encontrada no parâmetro “a” entre o trabalho de Lizama & Ambrósio (1999) e o presente trabalho: 1) O fato das amostragens realizadas por estas autoras terem sido desenvolvidas em um outro tipo de ambiente (planície de inundação) quando comparado ao presente estudo, sendo assim, a maior produtividade na planície de inundação poderia atuar levando ao nascimento de indivíduos mais pesados que nos riachos por nós estudados; 2) A grande dispersão dos dados de peso na população estudada por estas autoras teriam conduzido a uma falha na estimativa do parâmetro a.

No presente estudo, constatamos que *S. notomelas* apresenta maior peso ao nascer que *B. stramineus*, e que ambas apresentam o coeficiente angular da regressão estatisticamente iguais (sobreposição dos intervalos de confiança), sendo que, ambas as espécies apresentam crescimento alométrico positivo. Giarrizzo et al. (2006) também encontraram similaridade na forma de crescimento de espécies pertencentes à mesma família como no presente estudo.

O desempenho de crescimento, ou seja, o incremento em peso e comprimento de espécies distintas pode ser semelhante, porque ao nascerem os indivíduos investem em crescimento corporal, e quando atingem a maturidade sexual a energia adquirida é acumulada e destinada aos eventos reprodutivos (Costa & Araújo 2003). Ambas as espécies são presas, portanto pode ser esta, outra explicação para

a similar forma de desenvolvimento exibida por *S. notomelas* e *B. stramineus*, pois quanto mais rápido elas atingem o comprimento máximo teórico maiores são as chances de sobrevivência, uma vez que os indivíduos menores são mais vulneráveis ao processo de predação (Reznick et al. 1996).

Quanto aos parâmetros de crescimento (L_{∞} e K) espera-se que eles sejam diferentes entre espécies. No entanto, apesar dos parâmetros divergirem, as espécies estudadas seguiram um padrão predito de crescimento, pois *S. notomelas* alcançou o menor comprimento máximo teórico e a maior taxa de crescimento, e em consequência uma maior taxa de mortalidade natural do que *B. stramineus*. Deste modo, quanto menor o comprimento assintótico da espécie, maior é a taxa de crescimento, sendo que em função do pequeno comprimento corporal, maiores são as chances de serem predadas ou eliminadas do ambiente em condições adversas, o que resultaria, por conseguinte, em uma menor longevidade e elevada taxa de mortalidade.

Quando o crescimento em comprimento é descrito pelo mesmo modelo pode-se comparar o desempenho de crescimento entre espécies de formas similares (Mateus & Penha 2008), sendo que a ocorrência de ampla variação nos valores do desempenho de crescimento pode ser um indicativo de erro na estimativa de (ϕ). No entanto, o cálculo de (ϕ) para *S. notomelas* e *B. stramineus* ficou em torno de três, assim como para as espécies de *Roeboides paranensis* ($\phi = 3,64$) (Capistrano-Santana et al. 2004) e *Moenkhausia dichroua* ($\phi = 3,75$) (Cunha et al. 2007), ambos na baía da Onça, uma lagoa perene localizada à margem do rio Aquidauana - MS. Portanto, esses resultados sugerem uma satisfatória estimativa dos parâmetros de crescimento, pois para espécies de uma mesma família este índice não deve variar muito.

Para ambas as espécies, o comprimento padrão interagiu com a variação sazonal na determinação do peso dos indivíduos, o que associado à concordância entre a variação na pluviosidade e o peso médio ajustado das espécies sugere que as variações no nível da água são fatores de grande importância na dinâmica populacional destas espécies. Conclui-se que o melhor bem estar dos indivíduos ocorreu na estação da chuva, quando a condição do habitat torna-se favorável para o desenvolvimento do indivíduo, devido ao aumento na disponibilidade de abrigos e alimentos (Lowe-McConnell 1999, Bravo et al. 2001, Winemiller & Dailey 2002, Silvano et al. 2003).

As populações de peixes exibem certa plasticidade e/ou adaptação às condições locais do habitat. Portanto o efeito de algumas variáveis ambientais sobre os parâmetros populacionais pode variar dependendo dos atributos ambientais locais. McManus & Travis (1998) avaliaram o efeito da temperatura e da salinidade na biomassa corporal de machos de *Poecilia latipinna* em quatro populações do Norte da Flórida, e observaram uma ampla variação no peso dos indivíduos ao atingirem a maturidade, na análise não houve efeito da salinidade, mas sim interação entre população e temperatura, indicando que o peso dos machos foi alterado pela mudança de temperatura, com a magnitude do efeito variando entre machos de diferentes locais.

A relação entre a pluviosidade e o peso médio de *S. notomelas*, sugere que esta espécie seja mais dependente da sazonalidade das chuvas, ou até mesmo da variação da temperatura da água, principalmente quando consideramos seu menor tamanho médio em relação a *B. stramineus*. Assim, diferenças no crescimento podem estar relacionadas à variação sazonal na temperatura da água, como sugerido por De Graaf (2003) estudando o crescimento de peixes na planície de inundação de Bangladesh. Assim como por Trexler et al. (1990) ao avaliar o crescimento de fêmeas de *Poecilia latipinna* na Flórida. Conduto de acordo com Trexler & Travis (1990) a variação na salinidade também produz efeitos consideráveis sobre o crescimento de peixes na Flórida.

Para ambas as espécies analisadas neste trabalho o recrutamento ocorreu durante todo o ano, porém não ocorre relação entre a pluviosidade e recrutamento para a população de *S. notomelas*, contudo para a população de *B. stramineus* evidencia-se uma relação negativa, pois nos meses de aumento das chuvas na região ocorre um decréscimo no recrutamento, isto fica evidente no mês de dezembro. Lizama & Ambrósio (2003) evidenciaram que o recrutamento de *Moenkhausia intermedia* é contínuo e presente durante todo o ano, na planície de inundação do rio Paraná, embora ocorram períodos de maiores intensidades. Este padrão de recrutamento observado é característico de espécies de pequeno porte que habitam ambientes de água doce em regiões tropicais. Além disso, os picos de recrutamento na sua grande maioria coincidem com o período de mudança no nível da água. Entretanto, Cunha et al. (2007), ao analisarem o padrão de recrutamento de *Moenkhausia dichroua* na Baía da Onça, uma lagoa do Pantanal do rio Aquidauana, MS, observaram que a entrada de indivíduos na população ocorreu uma vez no ano (outubro). A população de *Astyanax janeiroensis* no rio Ubatuba, Rio de Janeiro, praticamente se reproduziu ao longo de todo o ano com exceção de maio a junho, com maior intensidade reprodutiva entre novembro e março (Mazzoni et al. 2005). Mazzoni & Silva (2006) evidenciaram exemplares de *Bryconamericus microcephalus* em processo reprodutivo entre junho e fevereiro, com pico de reprodução entre setembro e dezembro em um riacho costeiro da Mata Atlântica, Ilha Grande, Rio de Janeiro. Lampert et al. (2007) constataram que *B. stramineus* possui desova parcelada com época de reprodução ocorrendo entre setembro e dezembro, com um pico menor em fevereiro no rio Ibicuí, RS. Neste contexto, a forma como as fêmeas liberam seus ovócitos dentro de um período reprodutivo, definido como tipo de desova (Vazzoler 1996), representa uma vantagem, uma vez que pode aumentar o sucesso reprodutivo, especialmente para as espécies de pequeno porte incapazes de estocar uma grande quantidade de ovócitos (Lampert et al. 2007). Este comportamento explicaria também a existência de dois picos de recrutamento observada no presente estudo, que seria então, resultado de mais de um evento reprodutivo ao longo do ano.

As espécies acima citadas apresentam uma mesma estratégia reprodutiva que é geneticamente determinada pela história de vida ou pelo comportamento programado. As táticas (estágios ontogenéticos ou ações específicas), que compõem a estratégia, podem diferir entre ambientes para que cada espécie ou população garanta que novos indivíduos sejam recrutados (Wootton 1999).

Em síntese conclui-se que ambas as espécies investem primeiro em incremento corporal, e que o peso relaciona-se positivamente com a pluviosidade local para *S. notomelas*, porém não há efeito significativo para *B. stramineus*, com vários pulsos de recrutamento ao longo do ano para ambas as espécies. Entretanto, embora nossos resultados e alguns estudos tenham evidenciado o efeito da sazonalidade do ambiente determinando as mudanças nos parâmetros populacionais, não podemos desconsiderar o efeito da densidade populacional que conduz a competição por recursos influenciando processos populacionais em ambientes naturais. Contudo, como nosso trabalho não objetivou avaliar esta abordagem sugerimos que estudos em ambientes com diferenças de densidade e de oferta de recursos poderiam esclarecer melhor sua importância sobre a dinâmica populacional destas espécies.

Agradecimentos

À Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul/UEMS pelo apoio financeiro. Suely A. D. Molina, Amal Farhat, Priscilla Gobi pelo auxílio nos trabalhos de campo. Aos revisores pelas críticas e sugestões.

Referências Bibliográficas

- BAGARINÃO, T. & THAYAPARAN, K. 1986. The length-weight relationship, food habitats and condition factor of wild juvenile milkfish in Sri Lanka. *Aquaculture* 55(3):241-246.
- BENEDITO-CECILIO, E., AGOSTINHO, A.A., CARNELÓS-MACHADO VELHO, R.C. 1997. Length-weight relationship of fishes caught in the Itaipu reservior Paraná, Brasil. *Naga, The ICLARM Quarterly* 20(3-4):57-61.
- BRAGA, F.M.S. & GENNARI-FILHO, O. 1990. Contribuição para o conhecimento da reprodução de *Moenkhausia intermedia* (Characidae, Tetragonopterinae) na represa de Barra Bonita, rio Piracicaba, SP. *Naturalia* 15:171-188.
- BRAVO, R., SORIGUER, M.C., VILLAR N. & HERNANDO, J.A. 2001. The dynamics of fish populations in the Palancar stream, a small tributary of the river Guadalquivir, Spain. *Acta Oecologica* 22 (1):9-20.
- CAPISTRANO-SANTANA, A.C., ALMEIDA, R.S., ÁVILA, R.W. & CATELLA, A.C. 2004. Estimativa dos parâmetros de crescimento de *Roebooides paranensis*: diferentes respostas para uma mesma pergunta. In IV Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal - Sustentabilidade Regional. Embrapa Pantanal, Corumbá. (CD-ROM).
- COSTA, M.R. & ARAÚJO, F.G. 2003. Length-weight relationship and condition factor of *Micropogonias furnieri* (Desmarest) (Perciformes, Sciaenidae) in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro State, Brazil. *Revta Bras. Zool.* 20(4):685-690.
- CUNHA, N.L., CATELLA, A.C. & KINAS, M.A. 2007. Growth parameters estimates for a small fish of the Pantanal, Brazil: *Moenkhausia dichroua* (Characiformes; Characidae). *Braz. J. Biol. = Rev. Bras. Biol.* 67(2):293-297.
- DE GRAAF, G. 2003. The flood pulse and growth of floodplain fish in Bangladesh, Fisheries Manag. *Ecol.* 10(4):241-247.
- GALUCH, A.V., SUIBERTO, M.R., NAKATANI, K., BIALETZKI, A. & BAUMGARTNER, G. 2003. Desenvolvimento inicial e distribuição temporal de larvas e juvenis de *Bryconamericus stramineus* Eigenmann, 1908 (Osteichthyes, Characidae) na planície alagável do alto rio Paraná, Brasil. *Acta Sci. Biol. Sci.* 25(2):335-343.
- GIARRIZZO, T., JESUS, T.A.J.S., LAMEIRA, E.C., ALMEIDA, J.B.A., ISAAC, V. & SAINT-PAUL, U. 2006. Weight-length relationships for intertidal fish fauna in a mangrove estuary in Northern Brazil. *Appl. Ichthyol.* 22(4):325-327.
- GARUTTI, V. & FIGUEIREDO-GARUTTI, M.L. 1992. Caracterização de populações do lambari *Astyanax bimaculatus* (Pisces, Characidae) procedentes do campus de Jaboticabal, UNESP, SP. *Naturalia* 17(1):17-29.
- GAYANILO-JUNIOR, F.C. & PAULY, D. 1997. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) Reference manual. FAO Computerized Information Series (Fisheries) 8:1-196.
- GIAMAS, M.T.D., SANTOS, R.A., VERMULM JUNIOR, H., CAMPOS, E.C. & CAMARA, J.J.C. 1992. Determinação da curva de crescimento através da lepidologia em diferentes áreas do corpo de *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) (Pisces, characidae), na Represa de Ibitinga, SP. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 29(2):185-192.
- GURGEL, H.C.B. 2004. Estrutura populacional e época de reprodução de *Astyanax fasciatus* (Cuvier) (Characidae, Tetragonopterinae) do Rio Ceará Mirim, Poço Branco, Rio Grande do Norte, Brasil. *Revta Bras. Zool.* 21(1):131-135.
- LAMPERT, V.R., AZEVEDO, M.A. & FIALHO, C.B. 2007. Reproductive biology of *Bryconamericus stramineus* Eigenmann, 1908 (Ostariophysi: Characidae) from the Rio Ibicuí, RS, Brazil. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 50(6):995-1004.
- LIZAMA, M.A.P. & AMBRÓSIO, A.M. 1999. Relação peso-comprimento e estrutura da população de nove espécies da família Characidae na planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 16(3):779-788.
- LIZAMA, M.A.P. & AMBRÓSIO, A.M. 2002. Condition factor in nine species of fish of the Characidae family in the upper Paraná River floodplain. *Braz. J. Biol. = Rev. Bras. Biol.* 62(1):113-124.
- LIZAMA, M.A.P. & AMBRÓSIO, A.M. 2003. Crescimento, recrutamento e mortalidade do pequi *Moenkhausia intermedia* (Osteichthyes, Characidae) na planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. *Acta Sci. Biol. Sci.* 25(2):328-333.
- LOWE-MCCONNELL, R.H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. EDUSP, São Paulo.
- MATEUS, L.A.F. & PENHA, J.M.F. 2007. Dinâmica populacional de quatro espécies de grandes bagres na bacia do rio Cuiabá, Pantanal norte, Brasil (Siluriformes, Pimelodidae). *Revta Bras. Zool.* 24(1):87-98.
- MAZZONI, R. & SILVA, A.P.F. 2006. Aspectos de história de vida de *Bryconamericus microcephalus* (Miranda Ribeiro) (Characiformes, Characidae) de um riacho costeiro de Mata Atlântica, Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 23(1):228-233.
- MAZZONI, R., MENDONÇA, R.S. & CARAMASCHI, E.P. 2005. Reproductive Biology of *Astyanax Janeiroensis* (Osteichthyes, Characidae) from the Ubatiba river, Maricá, RJ, Brazil. *Braz. J. Biol. = Rev. Bras. Biol.* 65(4):643-649.
- MCMANUS, M.G. & TRAVIS, J. 1998. Effects of temperature and salinity on the life history of the sailfin molly (Pisces: Poeciliidae): lipid storage and reproduction allocation. *Oecologia* 114(3):317-325.
- ORSI, M.L., CARVALHO, E.D. & FORESTI, F. 2004. Biologia Populacional de *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski (Teleostei, Characidae) do Médio Rio Parapanema, Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 21(2):207-218.
- PAULY, D. & DAVID, N. 1981. ELEFAN I, a BASIC programme for the objective extraction of growth parameters from length frequencies data. *Meeresforschung*. 28(4):205-211.
- PAULY, D. & MUNRO, J.L. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *ICLARM Fishbyte* 2(1):1-21.
- PAULY, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stock. *International Council Exploration of the sea* 39(2):175-192.
- PAULY, D. 1983. Some simples methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fisheries Technical Paper* 234:1-52.
- PIANA, P.A., GOMES, L.C., & CORTEZ, E.M. 2006. Factors influencing *Serrapinnus notomelas* (Characiformes: Characidae) populations in upper Paraná river floodplain lagoons. *Neotrop. Ichthyol.* 4(1):81-86.
- REZNICK, D.N., BUTLER, M.J., RODD, F.H. & ROSS, P. 1996. Life-History Evolution in guppies (Poecilia reticulata) 6. Differential Mortality as a Mechanism for natural Selection. *Evolution* 50(4):1651-1660.
- SANNA-KAISA, J. & JUKKA, S. 2004. Sustentable use of ornamental fish populations in Peruvian Amazonia. *Lyonia* 7(2):53-59.
- SILVANO, J., OLIVEIRA, C.L.C., FIALHO, C.B. & GURGEL, H.C.B. 2003. Reproductive period and fecundity of *Serrapinnus piaba* (Characidae: Cheirodontidae) from the rio Ceará Mirim, Rio Grande do Norte, Brasil. *Neotrop. Ichthyol.* 1(1):61-66.
- TAYLOR, C.C. 1958. Cod growth and temperature. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 23:366-370.
- TREXLER, J.C. & TRAVIS, J. 1990. Phenotypic plasticity in the sailfin Molly, *Poecilia latipina* (Pisces: Poeciliidae). I. Field experiments. *Evolution* 44(1):143-156.
- TREXLER, J.C., TRAVIS, J. & TREXLER, M. 1990. Phenotypic plasticity in the sailfin Molly, *Poecilia latipina* (Pisces: Poeciliidae). II. Field experiments. *Evolution* 44(1):157-167.
- VAZZOLER, A.E.A.M. 1996. Biologia da Reprodução de Peixes Teleosteos: Teoria e Prática. EDUEM, Maringá.
- WINEMILLER, K.O. & DAILEY, W.D. 2002. Life History Strategies, Population Dynamics, And Consequences For Supplemental Stocking Of Tarpon. *Cont. Marine Sci.* 35: 81-94.
- WOOTTON, R.J. 1999. Ecology of Teleost Fishes. 2 ed. Chapman & Hall, London.

Recebido em 09/03/08

Versão Reformulada recebida em 19/09/08

Publicado em 01/10/08

Frogs of Marambaia: a naturally isolated Restinga and Atlantic Forest remnant of southeastern Brazil

Hélio Ricardo da Silva^{1,2}, André Luiz Gomes de Carvalho¹ & Gabriela Bueno Bittencourt-Silva¹

¹Laboratório de Herpetologia, Departamento de Biologia Animal, Instituto de Biologia,
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ,
BR 465, Km 47, CP 74524, CEP 23851-970, Seropédica, RJ, Brazil,
e-mail: andreluizherpeto@gmail.com.br, gabrielabitt@yahoo.com.br

²Corresponding author: Hélio Ricardo da Silva, e-mail: helio@ufrrj.br

SILVA, H.R., CARVALHO, A.L.G. & BITTENCOURT-SILVA, G.B. 2008. **Frogs of Marambaia: a naturally isolated Restinga and Atlantic Forest remnant of southeastern Brazil**. Biota Neotrop. 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/en/abstract?inventory+bn01808042008>.

Abstract: We report the results of a seven-year survey of the anurans of Marambaia, in the State of Rio de Janeiro, southeastern Brazil, where 24 species were recorded. The species represented nine families: Hylidae (10 species), Bufonidae (3), Leptodactylidae (3), Hylodidae (2), Microhylidae (2), Craugastoridae (1), Centrolenidae (1), Cycloramphidae (1), and Leiuperidae (1). We also present notes on the natural history and habitat usage by the anurans.

Keywords: anura, insular community, species list.

SILVA, H.R., CARVALHO, A.L.G. & BITTENCOURT-SILVA, G.B. 2008. **Anfíbios da Marambaia: um remanescente naturalmente isolado de Restinga e Floresta Atlântica do Sudeste do Brasil**. Biota Neotrop. 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/pt/abstract?inventory+bn01808042008>.

Resumo: Apresentamos os resultados de um estudo de sete anos sobre os anuros da Marambaia, Estado do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil, onde 24 espécies representantes de nove famílias foram registradas: Hylidae (10 espécies), Bufonidae (3), Leptodactylidae (3), Hylodidae (2), Microhylidae (2), Craugastoridae (1), Centrolenidae (1), Cycloramphidae (1) e Leiuperidae (1). Apresentamos também notas sobre a história natural e uso de habitat pelos anuros.

Palavras-chave: anura, comunidade insular, lista de espécies.

Introduction

One peculiar characteristic of the geography of the State of Rio de Janeiro is the Restinga da Marambaia, which forms an east-west peninsular-like extension of the continent into the Atlantic Ocean (Figure 1). The Marambaia formation is composed of an island that approaches the continent through a sand dune extension, the actual restinga. The geological events that resulted in the formation of the restinga involved changes in relative sea level that took place in the Holocene, about five thousand years before the present (Roncarati & Menezes 2005).

Like most coastal areas in the State of Rio de Janeiro, Marambaia has a long history of human occupation (Kneip & Oliveira 2005). Recent human uses have left marks of environmental degradation similar to those observed along the mainland coast of the state, which can be noticed by different degrees of logging – from clear cutting for agriculture, to selective timber removal. During the 18th and 19th centuries, Marambaia served as a stopping place for ships involved in the slave trade from Africa (Pereira et al. 1990). More recently, the Brazilian government has been using the area for military bases and training (Army, Air Force, and Navy). Through a cooperation program among different research centers, universities, and the military, efforts to understand some basic aspects of the local biodiversity has been possible on Marambaia. As an outcome of such efforts, a book edited by Menezes et al. (2005) presents the first comprehensive results of research on the aspects of the biodiversity and some physical characterization of the area. On Marambaia the flora has been more thoroughly investigated than the fauna (Menezes & Araujo 2005, Fraga et al. 2005, Conde et al. 2005), which has been limited to studies of the communities of bats (Costa & Perachii 2005) and dragonflies (Costa & Oldrini 2005).

The first specimens of amphibians collected from Marambaia were deposited in the Coleção Eugenio Izecksohn (EI), housed at the Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (Izeckshon 1976), however a more thorough herpetological survey has not been conducted there until our recent efforts at describing the lizard community of the area (Carvalho et al. 2007, Carvalho & Araújo 2007). The list of anurans presented herein summarizes the continuation of our efforts to investigate the herpetological communities on coastal islands of southeastern Brazil, and reports our contribution toward their conservation.

Materials and Methods

1. Study site

The present work was conducted on Marambaia, Municipality of Mangaratiba, in the west portion of the State of Rio de Janeiro, southeastern Brazil (between 23° 04' S, 44° 00' W and 23° 02' S, 44° 34' W). The region encloses the Sepetiba Bay, and is comprised of an island, known as Ilha da Marambaia, linked to the continent through a sand dune formation approximately 40 km long called Restinga da Marambaia (Figure 1). Marambaia is an assemblage of different habitats that support a marked gradient of vegetational cover from the costal lowlands to higher altitudes - 640 m (Conde et al. 2005, Menezes & Araujo 2005). There are at least three distinct macro-habitat: mangrove, restinga (sand dune shrub and forested areas), and Atlantic Forest (Conde et al. 2005). The macroclimate of the region is classified as tropical by Köppen's method, with rainy summers and dry winters (AW). In the coldest months (July-August) mean temperature is higher than 18 °C and of the hottest (January) is higher than 22 °C. Rain fall is abundant in the summer and scarce in

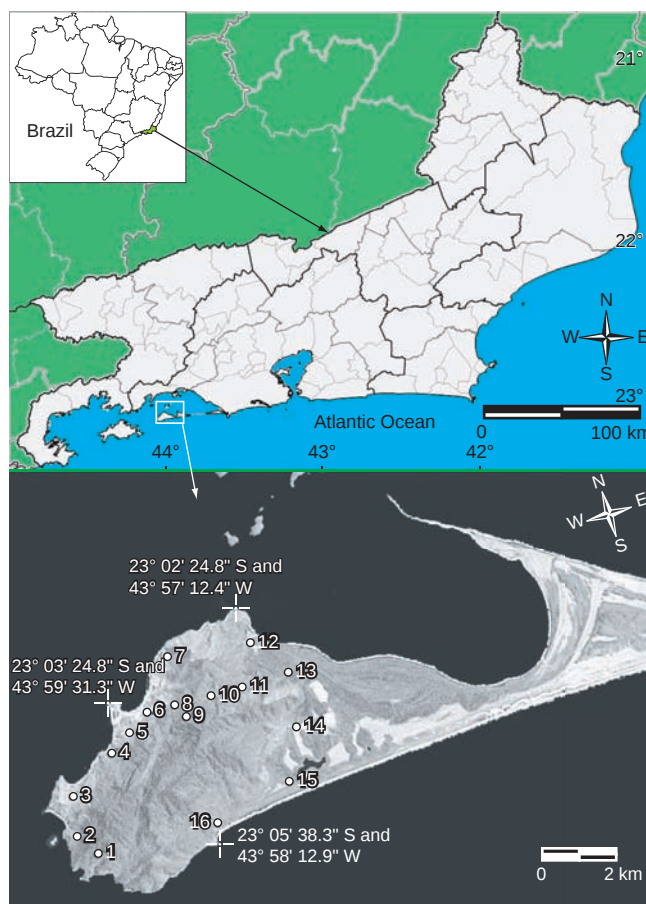


Figure 1. Map of the State of Rio de Janeiro, showing the location of Marambaia, which is enlarged and shown in more details. Numbers in the map of Marambaia represent collecting sites; a list of the species observed and or collected in each site is as follows: *Rhinella ornata* 5, 8 and 12, 13, 14; *Rhinella pygmaea* 14; *Dendrophryniscus brevipollicatus* 12 and 13; *Haddadus binotatus* 8 and 10; *Hyalinobatrachium eurygnathum* 8; *Thoropa miliaris* 2, 3, 8 and 10; *Aparasphenodon bruno*i 4, 8, 12, 13; *Aplastodiscus albofrenatus* 2, 8; *Hypsiboas albomarginatus* 4, 5, 6, 7, 11 and 12; *Dendropsophus decipiens* 5; *Dendropsophus cf. oliveirai* 5; *Scinax cf. alter* 3, 4, 5, 7, 8, 12, 13; *Scinax cf. perpusillus* 2, 12, 13; *Scinax trapicheiroi* 8; *Scinax cf. x-signatus* 5, 7, 12, 13; *Xenohyla truncata* 16; *Hylodes cf. phyllodes* 1, 9, 11; *Crossodactylus gaudichaudii* 1, 9, 11; *Physalaemus signifer* 8, 10, 11; *Leptodactylus marmoratus* 8, 10, 11; *Leptodactylus marambaiae* 2, 3, 5, 6, 11, 12, 13, 14; *Leptodactylus ocellatus* 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14; *Chiasmocleis cf. carvalhoi* 8, 10, 11; *Myersiella microps* 8.

Figura 1. Mapa do Estado do Rio de Janeiro mostrando a localização da Marambaia, que esta destacada em tamanho maior e mostra mais detalhes. Os números no mapa da Marambaia representam os sítios de coleta; a lista das espécies observadas para cada sítio é a seguinte: *Rhinella ornata* 5, 8 and 12, 13, 14; *Rhinella pygmaea* 14; *Dendrophryniscus brevipollicatus* 12 and 13; *Haddadus binotatus* 8 and 10; *Hyalinobatrachium eurygnathum* 8; *Thoropa miliaris* 2, 3, 8 and 10; *Aparasphenodon bruno*i 4, 8, 12, 13; *Aplastodiscus albofrenatus* 2, 8; *Hypsiboas albomarginatus* 4, 5, 6, 7, 11 and 12; *Dendropsophus decipiens* 5; *Dendropsophus cf. oliveirai* 5; *Scinax cf. alter* 3, 4, 5, 7, 8, 12, 13; *Scinax cf. perpusillus* 2, 12, 13; *Scinax trapicheiroi* 8; *Scinax cf. x-signatus* 5, 7, 12, 13; *Xenohyla truncata* 16; *Hylodes cf. phyllodes* 1, 9, 11; *Crossodactylus gaudichaudii* 1, 9, 11; *Physalaemus signifer* 8, 10, 11; *Leptodactylus marmoratus* 8, 10, 11; *Leptodactylus marambaiae* 2, 3, 5, 6, 11, 12, 13, 14; *Leptodactylus ocellatus* 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14; *Chiasmocleis cf. carvalhoi* 8, 10, 11; *Myersiella microps* 8.

the winter (no dry months). The annual mean precipitation is higher than 1200 mm (Mattos 2005).

2. Data collection

Anurans were collected or observed from April 2002 to April 2008, both in the rainy (summer) and dry (winter) seasons, with 86 days of field work. An estimate of collecting effort is presented as a species discovery curve in Figure 2. During expeditions, specimens were searched for at night and during the day in the restingas, lowland, and hillside forests. To evaluate the spatial distribution of amphibians, each habitat was subdivided into eight smaller microhabitat units: creek, forest litter, ground bromeliad, humid rock faces, shrubby vegetation, swamps (in flooded areas and river mouths), temporary ponds, and trees.

Most specimens were searched for when calling, detected visually, and hand captured. Bromeliads, which are abundant in the sand formations, were surveyed during the day. Five-hundred and forty bromeliads belonging to three species were surveyed in the search of frogs: *Neoregelia cruenta* (n = 400), *Vriesia neoglutionosa* (n = 90), and *Aecmaea pectinata* (n = 50). Terrestrial plants, growing on sand, from five different localities (Figure 1 - point 4, 5, 11, 12 and 13) were removed and carefully examined in search of frogs. In one of the hill-forest formations (Figure 1 - point 8), a 100 m long plastic fence with twenty 40-liter buckets, buried spaced every 5 m along the fence, was set and surveyed for four days, every month from April to December 2007 (the buckets were opened on the first day and closed on the last). With the exception of the two microhylids, *Dendrophryniscus brevipollicatus* Jiménez de la Espada, 1871 "1870", two *Dendropsophus*, and *Aparasphenodon bruno*i Miranda-Ribeiro, 1920, all reproductive notes presented herein were based on direct observations of the species in the field. Data for these taxa was obtained from the literature. All amphibians collected were identified, fixed in 10% formalin and stored in 70% ethanol. Specimens obtained by this research are housed in the Herpetological Collection of the Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (RU), Seropédica, Rio de Janeiro, Brazil, and a list of the vouchers is presented in the Appendix.

Results

We encountered 24 species, representing nine families, during our sampling of Marambaia (Table 1). The species discovery curve indicates a low probability of finding additional species with increasing

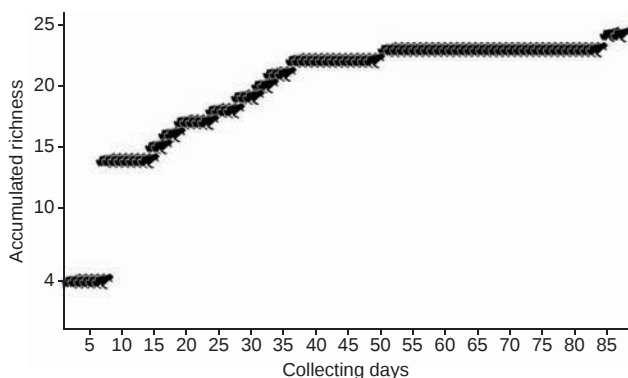


Figure 2. Cumulative curve of anuran species by collecting days for Marambaia, Rio de Janeiro, Brazil.

Figura 2. Curva cumulativa das espécies de anuros por dias de coleta na Marambaia, Rio de Janeiro Brasil.

effort. Additional records may be possible, however the effort to be applied must be tremendous and has to take into account the dimensions of the area to be surveyed (Figure 1). Hylidae is the richest family, with 10 species, followed by Bufonidae (3), Leptodactylidae (3), Hylodidae (2), Microhylidae (2), Craugastoridae (1), Centrolenidae (1), Cycloramphidae (1), and Leiuperidae (1). These species are distributed unequally among habitats. Lowland and hillside forest areas include 12 and 15 species, respectively, while 12 species were found in restinga. Although the number of species may be similar in the three habitats, four species were found only in restinga, seven were found only in hillside forests, and just one species was found only in lowland forests.

Regarding microhabitat usage, *Rhinella ornata* (Spix 1824) and *Leptodactylus ocellatus* (Linnaeus 1758) were present in all sampling sites. These frogs were more frequently found during the rainy season, at the peak of their reproduction in swamps, creeks, and temporary ponds, but individuals were also found during other periods of the year in or near swampy areas or in the forest litter. On one occasion we found both of these species in bromeliads during the day. In the restinga, the hylids *Aparasphenodon bruno*i, *Scinax* cf. *alter* (B. Lutz 1973), *S. cf. perpusillus* (A. Lutz & B. Lutz 1939), *S. cf. x-signatus* (Spix 1824), and the bufonid *Dendrophryniscus brevipollicatus* were found more frequently in bromeliads during the day. In the hillside forest, only *Aplastodiscus albofrenatus* (A. Lutz 1924) (calling males) and *Scinax* cf. *perpusillus* were associated with bromeliads. The centrolenid *Hyalinobatrachium eurygnathum* (A. Lutz 1925) may be considered amongst the rarest species, with only a single individual being collected on a tree near a creek. Another rare species in the sample is the microhylid, *Myersiella microps* (Duméril & Bibron 1841), with only two specimens being recorded from the forest leaf litter.

Leptodactylus marambaiae Izecksohn 1976 was found calling in lowland costal swamps and temporary ponds. Males were heard calling before dusk and at night during the rainy season. *Hylodes* cf. *phyllodes* Heyer & Cocroft 1986 and *Crossodactylus gaudichaudii* Duméril & Bibron 1841 are the two diurnal frog species of Marambaia. These frogs were found during the day perching and calling from rocks along creeks, and sometimes they were found co-occurring in the same sites. These species were observed in three different creeks on opposite sides of the island.

The frogs of Marambaia represent several reproductive modes. *Dendrophryniscus brevipollicatus* and *Scinax* cf. *perpusillus* reproduce exclusively in bromeliads; *Dendropsophus decipiens* (A. Lutz, 1925) lay eggs on leaves hanging over water; *Thoropa miliaris* (Spix, 1824) calls, lay eggs, and has tadpoles over films of water on rock faces; *Hylodes* cf. *phyllodes* and *Crossodactylus gaudichaudii* are diurnal frogs and reproduce in creeks; *Aplastodiscus albofrenatus* also uses the creeks for reproduction, but calling and part of the courtship takes place in bromeliads near the rivers; *Physalaemus signifer* (Girard 1853) and *Chiasmocleis* cf. *carvalhoi* Cruz, Caramaschi & Izecksohn 1997 reproduce in temporary ponds inside the forest; and *Haddadus binotatus* (Spix 1824), *Leptodactylus marmoratus* (Steindachner 1867), and *Myersiella microps* reproduce in the forest leaf litter; *Rhinella pygmaea* (Myers & Carvalho 1952) and *R. ornata* reproduce in flooded areas near the mouth of creeks and rivers, the former being found only in the restinga. The remaining species reproduce explosively in temporary ponds or swamps.

Discussion

Although the State of Rio de Janeiro has been the point of entrance for several important expeditions since the 19th Century, and a list of amphibians exists for the state (Rocha et al. 2004a), regional inven-

Table 1. List of families and species of anurans of Marambaia with indication of the number of specimens collected, habitat, microhabitat and reproduction site usage. Habitats: R = restinga, L = low land forest, H = hillside forest; Microhabitats: T = tree, S = swamp, B = ground bromeliad, F = forest litter, P = temporary ponds, C = creek, U = humid rock, V = shrubby vegetation. *Rare encounters. **Data from the collection housed in Museu Nacional (MNRJ). Data on reproduction was compiled from field observations and from Izecksohn & Carvalho-e-Silva (2001) e Carvalho-e-Silva et al. (2008).

Tabela 1. Lista de famílias e espécies de anuros da Marambaia com indicação do número de espécimes coletados, habitat, microhabitat e sítio reprodutivo utilizado. Habitats: R = restinga, L = floresta de baixada, H = floresta de encosta; Microhabitats: T = árvore, S = brejo, B = tanque de bromélia, F = serapilheira, P = poça temporária, C = riacho, U = rocha úmida, V = vegetação arbustiva. *Encontros raros. **Dados coletados a partir da coleção herpetológica do Museu Nacional (MNRJ). Os dados sobre reprodução foram compilados a partir de observações de campo e a partir de Izecksohn, Carvalho-e-Silva (2001) e Carvalho-e-Silva et al. (2008).

Species	n	Habitat			Microhabitat							Reproduction	
		R	L	H	T	S	B	F	P	C	U		V
BUFONIDAE													
<i>Rhinella ornata</i>	79	●	●	●		▲	*	▲	▲				Swamp and temporary ponds
<i>Rhinella pygmaea</i>	04	●							▲				Temporary ponds
<i>Dendrophryniscus brevipollicatus</i>	02	●	●				▲	▲					Bromeliad
CRAUGASTORIDAE													
<i>Haddadus binotatus</i>	42		●	●				▲					Forest litter
CENTRONELIDAE													
<i>Hyalinobatrachium eurygnathum</i>	01			●	▲					▲			Creeks by the forest
CYCLORAMPHIDAE													
<i>Thoropa miliaris</i>	40			●						▲	▲		Water films over rocks
HYLIDAE													
<i>Aparasphenodon brunoi</i>	07	●	●				▲						Temporary ponds
<i>Aplastodiscus albofrenatus</i>	06			●			▲		▲				Creek
<i>Hypsiboas albomarginatus</i>	31	●	●	●			*		▲			▲	Temporary ponds
<i>Dendropsophus decipiens</i>	02		●						▲				Temporary ponds
<i>Dendropsophus cf. oliveirai</i>	03	●	●			▲			▲			▲	Temporary ponds
<i>Scinax cf. alter</i>	44	●				▲	▲		▲				Temporary ponds
<i>Scinax cf. perpusillus</i>	10	●		●			▲						Bromeliad
<i>Scinax trapicheiroi</i>	36			●						▲			Creek
<i>Scinax cf. x-signatus</i>	11	●					▲						Temporary ponds
<i>Xenohyla truncata</i>	**	●					▲						Temporary ponds
HYLODIDAE													
<i>Hylodes cf. phyllodes</i>	10			●						▲			Creek
<i>Crossodactylus gaudichaudii</i>	05			●						▲			Creek (1, 9, 10)
LEIUPERIDAE													
<i>Physalaemus signifer</i>	13		●	●				▲					Forest temporary ponds
LEPTODACTYLIDAE													
<i>Leptodactylus marmoratus</i>	08		●	●				▲					Forest litter
<i>Leptodactylus marambaiae</i>	07	●	●			▲			▲				Temporary ponds
<i>Leptodactylus ocellatus</i>	31	●	●	●		▲	*	▲	▲				Swamp and temporary ponds
MICROHYLIDAE													
<i>Chiasmocleis cf. carvalhoi</i>	27		●	●				▲					Forest temporary ponds
<i>Myersiella microps</i>	02			●				▲					Forest litter

tories, describing the anurofauna of municipalities are scant. For the continental region near Marambaia, a list of amphibian communities has been published recently (Carvalho-e-Silva et al. 2008), being our only source for comparison with the continental fauna. Data is also available for a larger, nearby Island, Ilha Grande (Figure 1) and has been made available through publication of partial lists (Rocha et al. 2001) and personal communication (C.F.D. Rocha).

For the Municipality of Mangaratiba, which is located on the continent near Marambaia, Carvalho-e-Silva et al. (2008) found 41 spe-

cies distributed in ten families, two of which (Amphignatodontidae and Phyllomedusidae) have not been found on Marambaia. Due to the process of insulation and the reduction of area (Roncarati & Meneses 2005), the community of frogs of Marambaia may have been depressed, and nowadays includes only a subset of that of the continent. On the other hand, the richness of 24 amphibian species recorded for Marambaia can be considered high when compared to that of the only other island surveyed in the coast of the State of Rio de Janeiro (Ilha Grande, with 20 species: Rocha et al. 2001, C.F.D.

Rocha, personal communication). We are conducting a survey of 3 other islands in the area, which we already know have amphibians (Ilha da Gipóia, Ilha de Itacuruçá, and Ilha de Jaguanum). With this data we will be able to discuss the combined effects of island area, geography, and distance from the continent on the anuran communities and apply island biogeography models to understand this insular scenario.

According to the species discovery curve, we may be near reaching the total richness for Marambaia. We may have missed a few species that are either cryptic, habitat specialists of restricted local occurrence, or that are only active during a short period of time when special climatic conditions are observed. Among these we suspect that *Brachycephalus didactylus* (Izecksohn 1971), *Flectonotus goeldii* (Boulenger 1895), *F. ohausii* (Wandolleck 1907), and *Stereocyclops parkeri* (Wettstein 1934) could possibly be present on Marambaia. On the other hand, the absence of species that are common and easily detected by their advertisement call on the mainland, is not likely a result of insufficient sampling effort. The absence in Marambaia of toads and frogs that reproduce at river mouths and flooded lowland areas on the continent, such as *Arcovomer passarellii* Carvalho 1954; *Bokermannohyla circumdata* (Cope 1871), *Rhinella icterica* (Spix 1824), *R. schneideri* (Werner 1894), *Hypsiboas faber* (Wied-Neuwied 1821), *H. semilineatus* (Spix 1824), *Itapotihyla langsdorffii* (Duméril & Bibron 1841), *Scinax hayii* (Barbour 1909), *Trachycephalus mesophaeus* (Hensel 1867), *T. nigromaculatus* Tschudi 1838, plus several leaf litter users, like *Ischnocnema guentheri* (Steindachner 1864), *I. octavioi* (Bokermann 1965), *I. parva* (Girard 1853), *Proceratophrys appendiculata* (Günther 1873), *P. boiei* (Wied-Neuwied 1865), and *Zachaeus parvulus* (Girard 1853), all present on the continent (Carvalho-e-Silva et al. 2008, and unpublished data) and on some of the neighboring larger islands (Ilha Grande, Rocha et al. 2001), may indicate the possibility that the reduction of area and loss of habitats from for reproduction due to the process of insulation are important factors that are contributed to amphibian extinctions in the area.

At Marambaia, restinga and hillside forest are essential habitats for many of the frog species. Together, these habitats support 23 of the 24 species of amphibians of the area, with 17 and 29% of the species, respectively, occurring nowhere else. In the restinga, a large number of anurans could be found exclusively in bromeliads. The high density and diversity of bromeliad species seem to contribute to the high species richness of frogs, which use these plants as shelters throughout the year, and some also using them for reproduction (Rocha et al. 2000, 2004b). The small water bodies held between the leaves of these plants, known as phytotelmata (Varga 1928), have been recognized as important sources of water and shelter for different groups of animals (Richardson 1999, Greeney 2001, Lopes & Rios 2001, Lehtinen 2004).

In the hillside forest, most of the anurans use streams, creeks, or the leaf litter. Several species are riparian or, in some degree, dependent on the streams that occur on the island of Marambaia and are absent in the restinga. Some of the rivers that drain the forest run to parts of the restinga, either forming a lake or passing through the sand banks directly to the sea. *Hylodes* cf. *phyllodes*, *Crossodactylus gaudichaudii*, *Thoropa miliaris*, *Hyalinobatrachium eurygnathum*, *Scinax trapicheiroi* (B. Lutz 1954), and *Aplastodiscus albofrenatus* are restricted to the areas along hillside forest streams, confirming a high degree of association of these species to these habitats (Izecksohn & Carvalho-e-Silva 2001, Hatano et al. 2002, Carvalho-e-Silva & Carvalho-e-Silva 2005). On Marambaia, *T. miliaris* was not found on coastal rock faces feeding on marine organisms, as has been reported for other localities (Sazima 1970), but it is dependent on films of water for its reproduction (Rocha et al. 2002).

The majority of the frogs present in the lowlands are species commonly found in this habitat elsewhere in the State of Rio de Janeiro (Izecksohn & Carvalho-e-Silva 2001), also use restinga or hillside forest, and have their reproductive behavior associated with the mouths of rivers and creeks, flooded areas, or temporary ponds (Carvalho-e-Silva et al. 2008). In this category we have species including *Rhinella ornata*, *Dendropsophus* cf. *oliveirai* (Bokermann 1963), *Hypsiboas albomarginatus* (Spix 1824), *S. cf. alter*, *S. cf. x-signatus*, and *Leptodactylus ocellatus*. Therefore, although lowland areas have just one exclusive species, many depend on particular microhabitats present there for reproduction (Izecksohn & Carvalho-e-Silva 2001, Carvalho-e-Silva et al. 2008).

Marambaia includes one endemic species, *Leptodactylus marambaiae* (Izecksohn & Carvalho-e-Silva 2001). This species, a member of the *L. fuscus* group (Heyer 1978), represents an intriguing biogeographic question, similar to that of *Bothrops insularis* (Serpentes), *Cyclorhynchus faustoi* Brasileiro, Haddad, Sawaya, & Sazima 2007, *Scinax peixotoi* Brasileiro, Haddad, Sawaya & Martins 2007, *S. faivovichii* Brasileiro, Oyamauchi & Haddad 2007, *Proceratophrys tupinamba* Prado & Pombal 2008, and possibly *Hylodes fredii* Canedo & Pombal 2007 (Anura), all endemic to coastal islands either in the State of São Paulo (Marques et al. 2002, Brasileiro et al. 2007a, Brasileiro et al. 2007b), or Rio de Janeiro (Canedo & Pombal 2007, Prado & Pombal 2008). These coastal islands were all formed as a result of fluctuations in sea level, which started about 17,500 y.b.p (Suguio & Martin 1978, Martin et al. 1993), isolating some coastal mountains. Although there are endemic species on the islands, it is uncertain if they originated as a result of this event of insulation or of an older event. It is also puzzling that while on the continent *L. fuscus* is found in almost all lowland areas in the State of Rio de Janeiro, including coastal areas, it is not present on Marambaia which was once connected to the continent when sea level was lower (Andrade et al. 2003, Roncarati & Menezes 2005). Investigations of different aspects of the natural and evolutionary history of *L. marambaiae* are necessary so that we may understand this biogeographic conundrum.

Others special cases are *Rhinella pygmaea* and *Xenohyla truncata* (Izecksohn 1959), which are species apparently restricted to restingas of Rio de Janeiro (Carvalho-e-Silva et al. 2000). Marambaia is the southernmost limit of distribution of both of these species (Carvalho-e-Silva et al. 2000, IUCN, Conservation International, and NatureServe 2006) and because of its relatively good conservation condition, may represent the best option for the maintenance of these species along the coast.

If confirmed by the study of additional islands in the area, the relationship between area reduction — with consequent loss of some habitats, and impoverishment of the community —, of this archipelago may shed light on the understanding of the consequences of habitat fragmentation caused by human activities on the mainland and the subsequent loss of anuran species. The relationship between the process of insulation and the conservation of Atlantic Forest anurans seems obvious; selection of areas for conservation of anurans should take into consideration not only the size of the area, but also the diversity of microhabitats used as sites for anurans reproduction it contains.

Acknowledgements

Our activities on Marambaia are part of a cooperative accord between our University and the military base in the Island. Dr. Roberto de Xerez serves a liaison between the University and the Navy base. We are thankful to him for assigning our field trips with the military base Commander. We are also in debt to the Bra-

zilian Navy, especially the commanding officer of CADIM (Centro de Adestramento da Ilha da Marambaia) for the logistic support during field work; to the students and colleagues of the Laboratory of Herpetology of the Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro for their help in the field and laboratory. The MCT-CNPq (National Council for Scientific and Technological Development) provided support for this research through the grant process CNPq 471081/04-3.

References

- ANDRADE, A.C.S., DOMINGUEZ, J.M.L., MARTIN, L. & BITTENCOURT, A.C.S.P. 2003. Quaternary evolution of the Caravelas strandplain - southern Bahia State - Brazil. *An. Acad. Bras. Cienc.* 75(3): 357-382.
- BRASILEIRO, C.A., HADDAD, C.F.B., SAWAYA, R.J. & MARTINS, M. 2007a. A new and threatened species of *Scinax* (Anura: Hylidae) from Queimada Grande Island, southeastern Brazil. *Zootaxa* 1391: 47-55.
- BRASILEIRO, C.A., OYAMAGUCHI, H.M. & HADDAD, C.F.B. 2007b. A new island species of *Scinax* (Anura; Hylidae) from southeastern Brazil. *J. Herpetol.* 41(2): 271-275.
- CANEDO, C. & POMBAL Jr., J.P. 2007. Two New Species of Turrent Frogs of the Genus *Hylodes* (Anura, Hylodidae) with nuptial Thumb Tubercles. *Herpetologica*. 63(2): 224-235.
- CARVALHO, A.L.G. & ARAÚJO, A.F.B. 2007. Ecomorphometric structure of Restinga da Marambaia lizard community, Rio de Janeiro, southeastern Brazil. *Rev. Bras. Zool.* 24(3): 786-792.
- CARVALHO, A.L.G., ARAÚJO, A.F.B. & SILVA, H.R. 2007. Lagartos da Marambaia, um remanescente insular de Restinga e Floresta Atlântica no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Biota Neotrop.* 7(2): 221-226. <http://www.biotaneotropica.org.br/v7n2/pt/abstract?inventory+bn03407022007> (last access in 30/10/2008)
- CARVALHO-E-SILVA, A.M.P.T. & CARVALHO-E-SILVA, S.P. 2005. New species of the *Hyla albofrenata* group, from the States of Rio de Janeiro and São Paulo, Brazil (Anura, Hylidae). *J. Herpetol.* 39(1): 73-81.
- CARVALHO-E-SILVA, A.M.P.T., SILVA, G.R. & CARVALHO-E-SILVA, S.P. 2008. Anuros da Reserva Rio das Pedras, Mangaratiba, RJ, Brasil. *Biota Neotrop.* 8(1): 199-209. <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n1/pt/abstract?inventory+bn02608012008> (last access in 30/10/2008).
- CARVALHO-E-SILVA, S.P., IZECKSOHN, E. & CARVALHO-E-SILVA, A.M.P.T. 2000. Diversidade e Ecologia de Anfíbios em Restingas do Sudeste Brasileiro. In *Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras* (F.A. Esteves & L.D. Lacerda, eds). NUPEN – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, p. 89-97.
- CONDE, M.M.S., LIMA, H.R.P. & PEIXOTO, A.L. 2005. Aspectos Florísticos e Vegetacionais da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil. In *História Natural da Marambaia* (L.F.T. Menezes, A.L. Peixoto & D.S.D. Araújo, orgs). Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, p. 133-168.
- GREENEY, H.F. 2001. The insects of plant-held waters: a review and bibliography. *J. Trop. Ecol.* 17(2): 241-260.
- HATANO, F.H., ROCHA, C.F.D. & VAN-SLUYS, M. 2002. Environmental factors affecting calling activity of a tropical diurnal frog (*Hylodes cf. phyllodes*: Leptodactylidae). *J. Herpetol.* 36(2): 314-318.
- HEYER, W.R. 1978. Systematics of the *fuscus* group of the frog genus *Leptodactylus* (Amphibia, Leptodactylidae). *Science Bulletin / Nat. Hist. Mus. Los Ang. Cty.* (29): 1-85.
- HEYER, W.R., RAND, A.S., CRUZ, C.A.G., PEIXOTO, O.L. & NELSON, C.E. 1990. Frogs of Boracéia. *Arq. Zool.* 31(4): 231-410.
- IUCN, Conservation International, and NatureServe. 2006. Global Amphibian Assessment. <http://www.globalamphibians.org/> (last access in 08/02/2008).
- IZECKSOHN, E. 1968. Nova espécie de *Dendrophryniscus* do Estado do Rio de Janeiro (Amphibia, Salientia). *Rev. Bras. Biol.* 28(4): 357-362.
- IZECKSOHN, E. 1976. Uma nova espécie de *Leptodactylus* do Estado do Rio de Janeiro, Brasil (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Rev. Bras. Biol.* 36(2): 527-530.
- IZECKSOHN, E. & CARVALHO-E-SILVA, S.P. 2001. Anfíbios do Município do Rio de Janeiro. Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- KNEIP, L.M. & OLIVEIRA, N.V. 2005. Amoladores e polidores líticos fixos da Ilha da Marambaia. In *História Natural da Marambaia* (L.F.T. Menezes, A.L. Peixoto & D.S.D. Araújo, org.). Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, p. 39-54.
- LEHTINEN, R.M. 2004. Ecology and Evolution of Phytotelm-Breeding Anurans. *Miscellaneous Publications, Museum of Zoology, University of Michigan*, 193: 1-73.
- MARQUES, O.A.V., MARTINS, M. & SAZIMA, I. 2002. A jararaca da Ilha da Queimada Grande. *Cienc. Hoje* 31(186): 56-59.
- MARTIN, L., SUGUIO, K., FLEXOR, J.M., 1993. As flutuações do nível do mar durante o Quaternário superior e a evolução geológica dos “deltas” brasileiros. *Boletim IG-USP, Publicação Especial*, 15:1-186.
- MATTOS, C.L.V. 2005. Caracterização climática da Restinga da Marambaia. In *História Natural da Marambaia* (L.F.T. Menezes, A.L. Peixoto & D.S.D. Araújo, org.). Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, p. 55-66.
- MENEZES, L.F.T. & ARAÚJO, D.S.D. 2005. Formações vegetais da Restinga da Marambaia. In *História Natural da Marambaia* (L.F.T. Menezes, A.L. Peixoto & D.S.D. Araújo, org.). Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, p. 67-120.
- PEREIRA, L.A., XEREZ, R. & PEREIRA, A.M.C. 1990. Ilha da Marambaia (Baía de Sepetiba, RJ): Resumo fisiográfico, histórico e importância ecológica atual. *Cienc. Cult.* 42(5/6): 384-389.
- POMBAL Jr., J.P. & GORDO, M. 2004. Anfíbios anuros da Juréia. In *Estação Ecológica Juréia-Itatins: Ambiente físico, flora e fauna* (O.A.V. Marques & W. Duleba, ed.). Editora Holos, São Paulo, p. 243-256.
- PRADO, G.M. & POMBAL Jr., J.P. 2008. Espécies de *Proceratophrys* Miranda-Ribeiro, 1920 com apêndices palpebrais (Anura; Cycloramphidae). *Arq. Zool.* 39(1): 1-85.
- RICHARDSON, B.A. 1999. The bromeliad microcosm and the assessment of faunal diversity in a neotropical forest. *Biotropica* 31(2): 321-336.
- ROCHA, C.F.D., COGLIATTI-CARVALHO, L., FREITAS, A.F.N. & ALMEIDA, D.R. 2000. Bromeliads: biodiversity amplifiers. *J. Bromeliad Soc.* 50(2): 81-83.
- ROCHA, C.F.D., VAN-SLUYS, M., ALVES, M.A.S., BERGALLO, H.G. & VRCIBRADIC, D. 2001. Estimates of forest floor litter frogs communities: a comparison of two methods. *Austral Ecol.* 26(1): 14-21.
- ROCHA, C.F.D., VAN-SLUYS, M., BERGALLO, H.G. & ALVES, M.A.S. 2002. Microhabitat use and orientation to water flow direction by tadpoles of the Leptodactylid frog *Thoropa miliaris* in Southeastern Brazil. *J. Herpetol.* 36(1): 98-100.
- ROCHA, C.F.D., BERGALLO, H.G., POMBAL Jr., J.P., GEISE, L., VAN-SLUYS, M., FERNANDES, R. & CARAMASCHI, U. 2004a. Fauna de anfíbios, répteis e mamíferos do Estado do Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. *Publ. Avul. Mus. Nac., Rio de Janeiro* 104: 3-23.
- ROCHA, C.F.D., COGLIATTI-CARVALHO, L., FREITAS, A.F.N., ROCHA-PESSÔA, T.C., DIAS, A.S., ARIANI, C.V. & MORGADO, L.N. 2004b. Conservando uma larga porção da diversidade biológica através da conservação de bromeliaceae. *Vidália* 2(1): 52-68.
- RONCARATI, H. & MENEZES, L.F.T. 2005. Marambaia, Rio de Janeiro: Origem e Evolução. In *História Natural da Marambaia* (L.F.T. Menezes, A.L. Peixoto & D.S.D. Araújo, org.). Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, p. 15-38.

Frogs of Marambaia

SAZIMA, I. 1970. The occurrence of marine invertebrates in the stomach contents of the frog *Thoropa miliaris*. Cien. Cult. 23(5): 647-648.

SUGUIO, K. & MARTIN, L. 1978. Quaternary marine formations of the states of São Paulo and southern Rio de Janeiro. In: International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary, São Paulo.

VARGA, L. 1928. Ein interessanter biotop der biocönose von wasserorganismen. Biol. Zentralblatt 48: 143-162.

Data Received 15/06/08

Revised 16/11/08

Accepted 24/11/08

Appendix

List of anurans collected on Marambaia, Mangaratiba, Rio de Janeiro, Brazil. The specimens are housed in the Herpetological Collection of the Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (RU). The only specimen of *Xenohyla truncata* from Marambaia is deposited in the herpetological collection housed in the Museu Nacional (MNRJ)

Aparasphenodon bruno RU 0062, RU 0104, RU 0143, RU 0144, RU 3531, RU 4862, RU 4867; *Aplastodiscus albofrenatus* RU 0078, RU 0159, RU 0253, RU 3502, RU 3758, RU 4297; *Chiasmocleis* cf. *carvalhoi* RU 0201, RU 0202, RU 3501, RU 3608, RU 3652, RU 3653, RU 3741, RU 3764, RU 4298, RU 4885, RU 4886, RU 4887, RU 4888, RU 4889, RU 4890, RU 4987, RU 4988, RU 4989, RU 5021, RU 5022, RU 5023, RU 5024, RU 5025, RU 5026, RU 5027, RU 5028, RU 5029; *Crossodactylus gaudichaudii* RU 0204, RU 0205, RU 0873, RU 1862, RU 1863; *Dendrophryniscus brevipollicatus* RU 0094, RU 0096; *Dendropsophus decipiens* RU 1327, RU 4872; *Dendropsophus* cf. *oliveirai* RU 0048, RU 0059, RU 0267; *Haddadus binotatus* RU 0026, RU 0037, RU 0058, RU 0061, RU 0071, RU 0076, RU 0077, RU 0123, RU 0184, RU 0263, RU 0264, RU 0265, RU 0868, RU 0869, RU 0870, RU 0871, RU 1318, RU 1753, RU 2698, RU 3503, RU 3504, RU 3607, RU 3620, RU 3649, RU 3651, RU 3671, RU 3682, RU 3767, RU 3768, RU 3769, RU 3770, RU 3875, RU 3894, RU 4293, RU 4294, RU 4876, RU 4877, RU 4878, RU 4895, RU 4896, RU 5217, RU 5218; *Hyalinobatrachium eurygnatum* RU 0046; *Hylodes* cf. *phyllodes* RU 0095, RU 0206, RU 0207, RU 0208, RU 0209, RU 0210, RU 0211, RU 1750, RU 1751, RU 2454; *Hypsiboas albomarginatus* RU 0068, RU 0101, RU 0115, RU 0116, RU 0117, RU 0118, RU 0170, RU 0171, RU 0172, RU 0173, RU 0174, RU 0175, RU 0176, RU 0177, RU 0178, RU 0179, RU 0180, RU 0181, RU 0182, RU 0187, RU 0188, RU 0189, RU 0190, RU 0472, RU 1326, RU 1368, RU 3759, RU 4863, RU 4883, RU 5286, RU 5287; *Leptodactylus marambaiae* RU 0069, RU 0119, RU 0120, RU 0121, RU 0122, RU 3535, RU 3569; *Leptodactylus marmoratus* RU 0097, RU 0099, RU 0102, RU 0255, RU 0259, RU 0384, RU 0385, RU 5019; *Leptodactylus ocellatus* RU 0131, RU 0132, RU 0133, RU 0134, RU 0135, RU 0136, RU 0137, RU 0138, RU 0139, RU 0140, RU 0141, RU 0155, RU 0156, RU 0157, RU 0158, RU 0192, RU 0193, RU 0194, RU 0195, RU 0196, RU 0197, RU 0198, RU 0199, RU 0200, RU 0251, RU 0350, RU 0471, RU 1322, RU 3763, RU 3881, RU 4864;

Myersiella microps RU 3681, RU 5292; *Physalaemus signifer* RU 0033, RU 0050, RU 0098, RU 0383, RU 0872, RU 1323, RU 1861, RU 3876, RU 4884, RU 4897, RU 5020, RU 5216, RU 5289; *Rhinella ornata* RU 0072, RU 0081, RU 0100, RU 0145, RU 0160, RU 0161, RU 0162, RU 0163, RU 0164, RU 0165, RU 0166, RU 0167, RU 0168, RU 0169, RU0183, RU 0191, RU 0467, RU 0468, RU 0469, RU 0470, RU 1736, RU 3644, RU 3645, RU 3646, RU 3737, RU 3738, RU 3739, RU 3760, RU 3761, RU 3762, RU 3874, RU 3882, RU 4837, RU 4838, RU 4839, RU 4840, RU 4841, RU 4842, RU 4843, RU 4844, RU 4845, RU 4846, RU 4847, RU 4848, RU 4849, RU 4850, RU 4851, RU 4852, RU 4853, RU 4854, RU 4855, RU 4856, RU 4857, RU 4858, RU 4859, RU 4860, RU 4861, RU 4880, RU 4881, RU 4882, RU 4891, RU 4892, RU 4893, RU 4894, RU 5030, RU 5212, RU 5213, RU 5214, RU 5215, RU 5267, RU 5268, RU 5269, RU 5270, RU 5271, RU 5272, RU 5273, RU 5274, RU 5275, RU 5276; *Rhinella pygmaea* RU 0070, RU 0751, RU 0752, RU 1839; *Scinax* cf. *x-signatus* RU 0029, RU 0030, RU 0034, RU 0042, RU 0043, RU 0045, RU 0142, RU 0252, RU 0355, RU 2466, RU 3766; *Scinax* cf. *alter* RU 0027, RU 0031, RU 0032, RU 0044, RU 0060, RU 0082, RU 0083, RU 0084, RU 0085, RU 0086, RU 0103, RU 0105, RU 0106, RU 0107, RU 0108, RU 0109, RU 0110, RU 0111, RU 0112, RU 0113, RU 0114, RU 0146, RU 0147, RU 0148, RU 0254, RU 0257, RU 0258, RU 0351, RU 0352, RU 0353, RU 0354, RU 0913, RU 1077, RU 1078, RU 1079, RU 1080, RU 1081, RU 1082, RU 1083, RU 1752, RU 3676, RU 3765, RU 4870, RU 4871; *Scinax* cf. *perpusillus* RU 0028, RU 0035, RU 1746, RU 1747, RU 1748, RU 1749, RU 1757, RU 1758, RU 1854 (two tadpole); *Scinax trapicheiroi* RU 0047, RU 0049, RU 0051, RU 0052, RU 0053, RU 0054, RU 0055, RU 0056, RU 0057, RU 0066, RU 0075, RU 0124, RU 0125, RU 0126, RU 0127, RU 0129, RU 0149, RU 0150, RU 0151, RU 0185, RU 0186, RU 0203, RU 0266, RU 1324, RU 1720, RU 1721, RU 1722, RU 1723, RU 1724, RU 1725, RU 3650, RU 4295, RU 4835, RU 4879, RU 5277, RU 5278; *Thoropa miliaris* RU 0039, RU 0040, RU 0041, RU 0063, RU 0064, RU 0065, RU 0067, RU 0073, RU 0074, RU 0079, RU 0080, RU 0152, RU 0153, RU 0154, RU 0260, RU 0261, RU 0262, RU 1319, RU 1320, RU 1321, RU 1731, RU 1732, RU 1733, RU 1734, RU 1737, RU 1738, RU 1739, RU 1740, RU 1741, RU 1742, RU 1754, RU 1796, RU 1842, RU 3605, RU 3606, RU 3883, RU 3884, RU 3895, RU 4296, RU 4899; *Xenohyla truncata* MNRJ 20031.

Mamíferos do Parque Estadual do Desengano, Rio de Janeiro, Brasil

Thiago Carvalho Modesto^{1,5}, Flávia Soares Pessôa¹, Maria Carlota Enrici², Nina Attias²,

Tássia Jordão-Nogueira³, Luciana de Moraes Costa⁴, Hermano Gomes Albuquerque¹ &

Helena de Godoy Bergallo²

¹Pós-graduação em Ecologia e Evolução, Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ,
Rua São Francisco Xavier, 524, Maracanã, CEP 20550-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

²Laboratório de Ecologia de Pequenos Mamíferos, Departamento de Ecologia,
Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ,
Rua São Francisco Xavier 524, Maracanã, CEP 20550-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

³Pós-graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Ilha do Fundão,
Cidade Universitária, CEP 21941-901, Rio de Janeiro, RJ, Brasil,
www.ppgeco.biologia.ufrj.br

⁴Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Animal,
Km 47 da antiga Rio-São Paulo, Seropédica, CP 74503, CEP 23851-970, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

⁵Autor para correspondência: Thiago Carvalho Modesto,
e-mail: modesto.tc@gmail.com, www.ppg-ecoevol.uerj.br

MODESTO, T.C., PESSÔA, F.S., ENRICI, M.C., ATTIAS, N., JORDÃO-NOGUEIRA, T., COSTA, L.M.,
ALBUQUERQUE, H.G. & BERGALLO, H.G. **Mammals of Desengano State Park, Rio de Janeiro, Brazil.**
Biota Neotrop. 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/en/abstract?inventory+bn01408042008>

Abstract: Even after the devastation of large part of its forests, Rio de Janeiro State still harbors a rich terrestrial mammal fauna. However, information on the distribution and abundance of mammal species in the State is still scarce. This study aims to survey the mammals of the Desengano State Park, located on the northern part of Rio de Janeiro, one of the least studied and most altered regions of the State. The inventory was conducted using Sherman, Tomahawk, and pitfall traps for non-volant small mammals, mist nets for bats, camera traps, sightings and reports of residents and officials of the Park for large mammals. We recorded 56 species of mammals, of which 15 are on the list of threatened fauna of Rio de Janeiro State and 10 on the list of Brazilian threatened fauna, including *Brachyteles arachnoides*. The most abundant species were the bat *Sturnira lilium* and the rodent *Akodon serrensis*. Moreover, *Thaptomys nigrita*, a rodent not commonly captured in the State, was relatively abundant in the Desengano State Park. Results indicate that the park harbors 33.7% of the species of mammals known to occur in the State, highlighting the importance of the area for the conservation of Rio de Janeiro fauna.

Keywords: Atlantic Forest, biodiversity, *Brachyteles arachnoides*, mammals, *Thaptomys nigrita*.

MODESTO, T.C., PESSÔA, F.S., ENRICI, M.C., ATTIAS, N., JORDÃO-NOGUEIRA, T., COSTA, L.M.,
ALBUQUERQUE, H.G. & BERGALLO, H. G. **Mamíferos do Parque Estadual do Desengano, Rio de Janeiro, Brasil.** Biota Neotrop. 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/pt/abstract?inventory+bn01408042008>

Resumo: Mesmo após a devastação de grande parte das suas matas, o Estado do Rio de Janeiro ainda abriga uma grande riqueza de mamíferos terrestres. Contudo, informações sobre abundância e distribuição da mastofauna do Estado ainda são escassas. Este estudo tem como objetivo inventariar os mamíferos do Parque Estadual do Desengano, localizado na região norte do Estado do Rio de Janeiro, uma das regiões menos amostradas e mais alteradas do Estado. O inventário foi realizado utilizando armadilhas do tipo Sherman e Tomahawk, e armadilhas de queda para os pequenos mamíferos não-voadores, redes de neblina para os morcegos, armadilhas fotográficas, avistamentos e relatos de moradores e funcionários do Parque para os mamíferos de maior porte. Nós registramos 56 espécies de mamíferos, das quais 15 constam na lista da fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio de Janeiro e 10 na lista da fauna brasileira ameaçada de extinção, incluindo *Brachyteles arachnoides*. As espécies mais abundantes foram o morcego *Sturnira lilium* e o roedor *Akodon serrensis*. Além disso, *Thaptomys nigrita*, roedor normalmente pouco capturado no Estado, foi relativamente abundante no Parque Estadual do Desengano. Nossos resultados indicam que o Parque abriga 33,7% das espécies de mamíferos com ocorrência conhecida para o Estado, destacando a importância da área para a conservação da fauna do Rio de Janeiro.

Palavras-chave: biodiversidade, *Brachyteles arachnoides*, mastofauna, Mata Atlântica, *Thaptomys nigrita*.

Introdução

As maiores concentrações urbanas brasileiras ocorrem ao longo da costa, região esta que presenciou um longo histórico de ciclos econômicos que datam do século XVI (Bergallo et al. 2000). Esta porção do país abriga o Bioma Mata Atlântica, um dos maiores centros de biodiversidade mundial, intensamente devastado pelo extrativismo, plantações de café e cana de açúcar, pecuária e mais recentemente pelo processo de industrialização (Bergallo et al. 2000, Mittermeier et al. 2005). Estima-se que no ano 2000 o Estado do Rio de Janeiro abrigava apenas 16,73% de sua cobertura original de Mata Atlântica (Fundação SOS Mata Atlântica/INPE 2001).

Mesmo após a devastação de grande parte das suas matas, o Estado do Rio de Janeiro ainda abriga uma grande riqueza de mamíferos terrestres com 166 espécies (Rocha et al. 2004). Este valor corresponde a 66,4% das espécies de mamíferos com ocorrência conhecida para a Mata Atlântica (Reis et al. 2006). Segundo Bergallo et al. (2000), a mastofauna do Estado é pouco conhecida devido a escassez de inventários faunísticos e a problemas taxonômicos. A carência de informações sobre a ocorrência e distribuição de espécies no Estado cria lacunas de conhecimento que dificultam o manejo adequado de sua biodiversidade.

Uma dessas lacunas ocorre na porção norte do Estado, onde os remanescentes florestais sofrem forte pressão antrópica e estão protegidos em poucas unidades de conservação de proteção integral (Rocha et al. 2003). Nesta região encontra-se um dos maiores remanescentes florestais do Estado, o Parque Estadual do Desengano. A região do Parque abriga um expressivo número de aves, com aproximadamente 410 espécies (SEMA 2001). Todavia, o conhecimento dos mamíferos da área se restringe a apenas um levantamento dos primatas da região (Vaz 1998).

O presente estudo tem como propósito inventariar os mamíferos do Parque Estadual do Desengano, analisando aspectos da estrutura da comunidade de pequenos mamíferos, contribuindo assim para incrementar o conhecimento da fauna do Estado do Rio de Janeiro.

Materiais e Métodos

1. Área de estudo

O Parque Estadual do Desengano está localizado nos municípios de Santa Maria Madalena, São Fidélis e Campos dos Goytacazes (21° 45' S 41° 41' W e 22° 00' S 42° 00' W) (Figura 1). Com uma área de 22.400 ha, compreende porções características de Floresta Ombrófila Densa Submontana, Montana e Campos de altitude. O ponto mais alto do Parque, o Pico do Desengano, atinge 1.750 m. O clima da região é estacional, com inverno seco e verão úmido. Contudo, o caráter estacional perde força com o aumento da altitude (Radam Brasil 1983). Criado em 28 de dezembro de 1983 através do Decreto Estadual nº 7.121, o Parque Estadual do Desengano representa um dos maiores remanescentes de Floresta Ombrófila Densa da Mata Atlântica (Moreno et al. 2003). Esta região fitogeográfica atualmente encontra-se bastante fragmentada devido ao desenvolvimento de atividades agropecuárias, principalmente o plantio de cana-de-açúcar e pastagem (Moreno et al. 2003).

2. Coleta e análise de dados

O inventário de mamíferos foi realizado em área de Floresta Ombrófila Densa madura e de difícil acesso, na faixa altitudinal compreendida entre 1.060 e 1.425 m, no período incluído entre os dias 27 de maio de 2006 e 2 de junho de 2006. Nós capturamos os roedores e marsupiais utilizando armadilhas do tipo Sherman e Tomahawk (90 no solo e 36 em árvores) em três diferentes trilhas. As

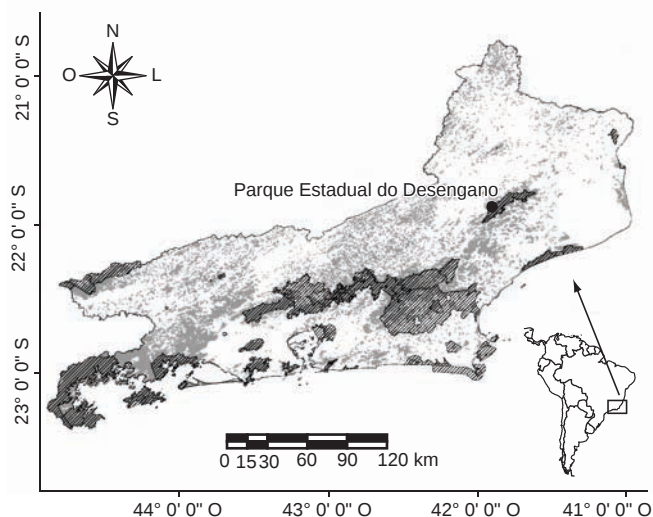


Figura 1. Mapa indicando a localização do Parque Estadual do Desengano no Estado do Rio de Janeiro. Os remanescentes de Mata Atlântica estão representados em cinza e as áreas protegidas por unidades de conservação em hachurado.

Figure 1. Map showing the location of the Desengano State Park in the State of Rio de Janeiro. The remnants of Atlantic Forest are represented in gray and protected areas in conservation units in hatched.

trilhas distavam mais de 100 m umas das outras e estavam localizadas, em sua maioria, em áreas de mata bem preservada com poucos trechos de áreas abertas, associadas a moradias. Em cada trilha foram colocadas 30 armadilhas no solo, espaçadas 40 m uma das outras. No quarto dia, as armadilhas do solo foram movidas 20 m para frente visando amostrar um maior número de microhabitats. As armadilhas nas árvores (12 em cada trilha) foram colocadas no mínimo a 2,5 m de altura e espaçadas 100 m uma das outras e mantidas no mesmo lugar durante todo o período de amostragem. As iscas utilizadas foram banana, pão untado com óleo de girassol, e uma mistura de banana, pasta de amendoim, fubá e óleo de sardinha. Apenas um tipo de isca foi utilizado em cada armadilha. As armadilhas ficaram abertas durante seis noites consecutivas, totalizando um esforço de 756 armadilhas/noite. Os roedores e marsupiais também foram amostrados por armadilhas de queda, utilizando 30 baldes de 40 litros divididos em três sistemas, cada um contendo 10 baldes espaçados cinco metros entre si e conectados por uma cerca guia. O esforço total das armadilhas de queda foi de 180 baldes/noite. Os sistemas de armadilhas de queda estavam em trilhas próximas às trilhas onde as demais armadilhas foram colocadas, guardando uma distância mínima de 30 m destas armadilhas convencionais.

Os morcegos foram capturados com redes de neblina medindo 7, 9 e 12 m de comprimento e 2,5 m de altura, abertas antes do pôr do sol e fechadas depois de um período de seis horas (três noites) ou doze horas (quatro noites), totalizando um esforço de 6.700 m²/hora. O número de redes utilizadas por dia variou entre sete e 12 redes. As redes foram abertas durante sete noites consecutivas alternando entre os pontos de um dia para outro, dando preferência a trilhas próximas a árvores em frutificação, refúgios e corpos d'água. Em cada dia as redes eram abertas de modo a cobrir a maior área possível.

Os pequenos mamíferos capturados foram identificados, marcados, medidos, pesados, verificados quanto ao sexo e soltos no mesmo ponto de captura. Quando necessário dois indivíduos de cada espécie foram sacrificados (Licença número 89/05-RJ IBAMA). Os espécimes foram identificados no nível específico utilizando características morfológicas ou por cariótipo para algumas espécies de roedores.

Os pequenos mamíferos não-voadores foram depositados no Museu Nacional, UFRJ, e os morcegos foram depositados na coleção do Laboratório de Diversidade de Morcegos da UFRRJ.

Nós registramos os mamíferos de maior porte de maneira casual, por avistamento, vocalizações, pegadas e fezes. Quatro armadilhas fotográficas foram colocadas na área em trilhas dentro da mata preservada e também na borda da mata, e periodicamente cevadas com banana e sardinha. As câmeras permaneceram na área por um período de 30 dias nos mesmos pontos.

A classificação dos taxa e o nome científico das espécies seguiram Wilson e Reeder (2005). Para as espécies do antigo gênero *Oryzomys* a nomenclatura seguiu Weksler et al. (2006).

Para analisar se houve diferença entre as armadilhas de queda e as armadilhas do tipo Sherman e Tomahawk quanto ao número de capturas das espécies, realizamos o teste não-paramétrico de Kolmogorov-Smirnov. Devido à dificuldade na identificação no campo de algumas espécies, optamos por agrupar os indivíduos do gênero *Delomys* e da tribo Oryzomyini para a elaboração dos gráficos e análises que utilizaram o número de captura das espécies.

As análises estatísticas e gráficos foram produzidos no software SYSTAT 11.

Resultados

Foram registradas 56 espécies de mamíferos na região amostrada, distribuídas em 18 famílias e oito ordens (Tabela 1).

Registramos por meio de relatos de moradores e funcionários do Parque a presença de 17 espécies não detectadas pelos métodos convencionais utilizados em nossa amostragem, foram elas: *Didelphis aurita* (Wied-Neuwied, 1826), *Bradypus variegatus* Schinz, 1825, *Bradypus torquatus* Illiger, 1811, *Cabassous tatouay* (Desmarest, 1804), *Dasyus septemcinctus* Linnaeus, 1758, *Dasyus novemcinctus* Linnaeus, 1758, *Alouatta* sp., *Leopardus pardalis* (Linnaeus, 1758), *Leopardus tigrinus* (Schreber, 1775), *Leopardus wiedii* (Schinz, 1821), *Lontra longicaudis* (Olfers, 1818), *Eira barbara* (Linnaeus, 1758), *Nasua nasua* (Linnaeus, 1766), *Procyon cancrivorus* (G. [Baron] Cuvier, 1798), *Tayassu pecari* (Link, 1795), *Dasyprocta leporina* (Linnaeus, 1758) e *Sphiggurus* sp. (Tabela 1).

Pelos métodos convencionais atestamos a presença de 39 espécies, sendo 15 registradas exclusivamente por redes de neblina, sete exclusivamente por armadilhas do tipo Sherman e Tomahawk, quatro exclusivamente de maneira casual, duas exclusivamente por armadilhas de queda e uma exclusivamente por armadilhas fotográficas (Tabela 1).

Entre os morcegos capturados com redes de neblina, as espécies com maior número de capturas foram *Sturnira lilium* (E. Geoffroy, 1810) e *Artibeus fimbriatus* Gray, 1838 com 48 e 27 capturas respectivamente (Figura 2). Entre as espécies mais raras estiveram *Anoura caudifer* (E. Geoffroy, 1818), *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818), *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy, 1810), *Lasiurus ega* (Gervais, 1856), *Myotis nigricans* (Schinz, 1821), *Myotis* sp. e *Platyrrhinus recifinus* (Thomas, 1901) com duas capturas cada, e as espécies *Artibeus jamaicensis* Leach, 1821, *Chrotopterus auritus* (Peters, 1856) (Figura 3) e *Lasiurus blossevillii* (Lesson & Garnot, 1826) com uma captura cada.

Entre os pequenos mamíferos não-voadores, as espécies mais capturadas nas armadilhas do tipo Sherman e Tomahawk foram *Akodon serrensis* Thomas, 1902 e os membros da tribo Oryzomyini com 41 e 26 capturas respectivamente (Figura 4). Entre as espécies mais raras estiveram *Sciurus aestuans* Linnaeus, 1766 e *Oxymycterus dasytrichus* (Schinz, 1821) com duas capturas cada e *Marmosops paulensis* (Tate, 1931) com apenas uma captura (Figura 4). Entre as espécies de pequenos mamíferos não-voadores mais capturadas

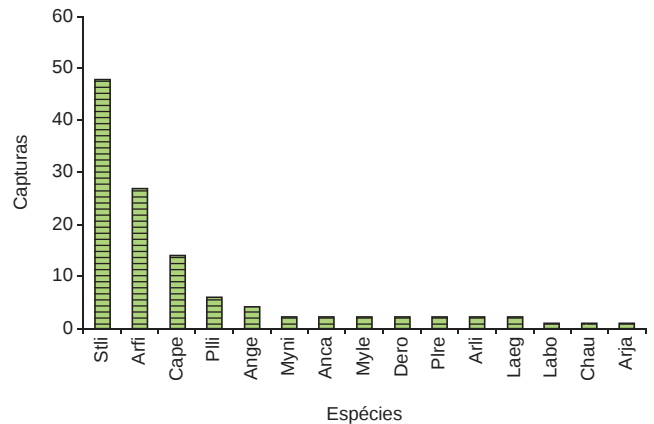


Figura 2. Número de capturas de cada espécie de morcego em redes de neblina no Parque Estadual do Desengano, RJ. Stli (*Sturnira lilium*); Arfi (*Artibeus fimbriatus*); Cape (*Carollia perspicillata*); Plli (*Platyrrhinus lineatus*); Ange (*Anoura geoffroyi*); Myni (*Myotis nigricans*); Mysp (*Myotis* sp.); Laeg (*Lasiurus ega*); Anca (*Anoura caudifer*); Plre (*Platyrrhinus recifinus*); Arli (*Artibeus lituratus*); Dero (*Desmodus rotundus*); Chau (*Chrotopterus auritus*); Arja (*Artibeus jamaicensis*); Labl (*Lasiurus blossevillii*).

Figure 2. Number of captures in mist nets for each species of bat in the Desengano State Park, RJ. Stli (*Sturnira lilium*); Arfi (*Artibeus fimbriatus*); Cape (*Carollia perspicillata*); Plli (*Platyrrhinus lineatus*); Ange (*Anoura geoffroyi*); Myni (*Myotis nigricans*); Mysp (*Myotis* sp.); Laeg (*Lasiurus ega*); Anca (*Anoura caudifer*); Plre (*Platyrrhinus recifinus*); Arli (*Artibeus lituratus*); Dero (*Desmodus rotundus*); Chau (*Chrotopterus auritus*); Arja (*Artibeus jamaicensis*); Labl (*Lasiurus blossevillii*).



Figura 3. *Chrotopterus auritus*. Foto: T. C. Modesto.

Figure 3. *Chrotopterus auritus*. Photo: T. C. Modesto.

nas armadilhas de queda estiveram *Thaptomys nigrita* (Lichenstein, 1828) (Figura 5) e as espécies do gênero *Delomys* com nove e quatro capturas respectivamente (Figura 4). Entre as espécies mais raras estiveram *Monodelphis americana* (Müller, 1776) e as pertencentes à tribo Oryzomyini, ambas com duas capturas cada. Houve diferença significativa entre os métodos de amostragem (armadilha de queda versus armadilhas do tipo Sherman e Tomahawk) quanto ao número de capturas das espécies registradas (KS = 0,5 p = 0,023) (Figura 4).

Discussão

Segundo nosso levantamento, o Parque Estadual do Desengano abriga uma parcela considerável da fauna de mamíferos, correspondendo a 22,4% das espécies de mamíferos conhecidas para

Tabela 1. Lista de espécies de mamíferos registradas no Parque Estadual do Desengano, Rio de Janeiro, apresentando a forma de registro, o grau de ameaça no Estado e no Brasil e o endemismo. Forma de registro: af (armadilha fotográfica); av (avistamento, pegadas e outros sinais de presença); cp (captura); pit (armadilha de queda); re (relato); rn (rede de neblina). Grau de ameaça: CP (Criticamente em perigo); DD (Deficiente em dados); EP (Em perigo); VU (Vulnerável); PA (Presumivelmente ameaçado). Graus de ameaça segundo Bergallo et al. (2000) e Machado et al. (2005), e endemismo segundo Fonseca et al. (1996).

Table 1. List of the species of mammals recorded in the Desengano State Park, Rio de Janeiro, showing the form of record, degree of threat in State and in Brazil and endemism. Form of record: af (camera trap); av (sighting, footprints and other signs of presence); cp (capture); pit (pitfalls); re (reporting); rn (mist net). Degree of threat: CP (Critically in danger); DD (Deficient on data), EP (in danger); VU (Vulnerable); PA (Presumably threatened). Threat levels according to Bergallo et al. (2000) and Machado et al. (2005), and endemism according to Fonseca et al. (1996).

Ordem/ Família/ Espécie	Forma de registro	Grau de ameaça		Endemismo
		Rio de Janeiro	Brasil	
Didelphimorphia				
Didelphidae				
<i>Didelphis aurita</i> (Wied-Neuwied, 1826)	re	-	-	x
<i>Gracilinanus microtarsus</i> (Wagner, 1842)	cp	PA	-	x
<i>Marmosops paulensis</i> (Tate, 1931)	cp	PA	-	x
<i>Metachirus nudicaudatus</i> (É. Geoffroy, 1803)	af/cp	-	-	-
<i>Monodelphis americana</i> (Müller, 1776)	pit	-	DD	-
<i>Philander frenatus</i> (Olfers, 1818)	af/cp	-	-	-
Pilosa				
Bradypodidae				
<i>Bradypus torquatus</i> Illiger, 1811	re	-	VU	x
<i>Bradypus variegatus</i> Schinz, 1825	re	-	-	-
Cingulata				
Dasypodidae				
<i>Cabassous tatouay</i> (Desmarest, 1804)	re	PA	DD	-
<i>Dasypus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	re	-	-	-
<i>Dasypus septemcinctus</i> Linnaeus, 1758	re	PA	-	-
Primates				
Pitheciidae				
<i>Callicebus personatus</i> (É. Geoffroy, 1812)	av	VU	VU	x
Atelidae				
<i>Alouatta</i> sp.	re	-	-	-
<i>Brachyteles arachnoides</i> (É. Geoffroy, 1806)	av	CP	EP	x
Chiroptera				
Phyllostomidae				
<i>Anoura caudifer</i> (E. Geoffroy, 1818)	rn	-	-	-
<i>Anoura geoffroyi</i> Gray, 1838	rn	-	-	-
<i>Artibeus fimbriatus</i> Gray, 1838	rn	-	-	-
<i>Artibeus jamaicensis</i> Leach, 1821	rn	-	-	-
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	rn	-	-	-
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	rn	-	-	-
<i>Chrotopterus auritus</i> (Peters, 1856)	rn	-	-	-
<i>Desmodus rotundus</i> (E. Geoffroy, 1810)	rn	-	-	-
<i>Platyrrhinus lineatus</i> (E. Geoffroy, 1810)	rn	-	-	-
<i>Platyrrhinus recifinus</i> (Thomas, 1901)	rn	VU	VU	x
<i>Sturnira lilium</i> (E. Geoffroy, 1810)	rn	-	-	-
Vespertilionidae				
<i>Lasiurus blossevillii</i> (Lesson & Garnot, 1826)	rn	-	-	-
<i>Lasiurus ega</i> (Gervais, 1856)	rn	-	-	-
<i>Myotis</i> sp.	rn	-	-	-
<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	rn	-	-	-
Carnivora				
Felidae				
<i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758)	re	VU	VU	-
<i>Leopardus tiarinus</i> (Schreber, 1775)	re	PA	VU	-

Tabela 1. Continuação...

Table 1. Continued...

Ordem/ Família/ Espécie	Forma de registro	Grau de ameaça		Endemismo
		Rio de Janeiro	Brasil	
<i>Leopardus wiedii</i> (Schinz, 1821)	re	VU	VU	-
<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)	av	VU	VU	-
Família Mustelidae				
<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	re	PA	-	-
<i>Lontra longicaudis</i> (Olfers, 1818)	re	-	-	-
Procyonidae				
<i>Nasua nasua</i> (Linnaeus, 1766)	re	-	-	-
<i>Procyon cancrivorus</i> (G. [Baron] Cuvier, 1798)	re	-	-	-
Artiodactyla				
Família Tayassuidae				
<i>Tayassu pecari</i> (Link, 1795)	re	EP	-	-
Rodentia				
Sciuridae				
<i>Sciurus aestuans</i> Linnaeus, 1766	av/cp	-	-	-
Cricetidae				
<i>Akodon serrensis</i> Thomas, 1902	cp/pit	-	-	x
<i>Cerradomys subf avus</i> Wagner, 1842	cp/pit	-	-	-
<i>Delomys dorsalis</i> (Hensel, 1873)	cp/pit	-	-	x
<i>Delomys sublineatus</i> (Thomas, 1903)	cp/pit	-	-	x
<i>Euryoryzomys russatus</i> Wagner, 1848	cp/pit	-	-	-
<i>Hylaeamys megacephalus</i> Fischer, 1814	cp/pit	-	-	-
<i>Nectomys squamipes</i> (Brants, 1827)	cp	-	-	-
<i>Oligoryzomys nigripes</i> (Olfers, 1818)	pit	-	-	-
<i>Oxymycterus dasytrichus</i> (Schinz, 1821)	cp	-	-	x
<i>Rhipidomys</i> sp.	cp	-	-	-
<i>Thaptomys nigrita</i> (Lichtenstein, 1829)	cp/pit	VU	-	x
Caviidae				
<i>Cavia</i> sp.	av	-	-	-
Cuniculidae				
<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766)	af	-	-	-
Dasyproctidae				
<i>Dasyprocta leporina</i> (Linnaeus, 1758)	re	VU	-	-
Erethizontidae				
<i>Sphiggurus</i> sp.	re	-	-	-
Echimyidae				
<i>Euryzomatomys spinosus</i> (G. Fisher, 1814)	cp	PA	-	-
<i>Trinomys dimidiatus</i> (Günther, 1877)	cp	-	-	x

a Mata Atlântica e 33,7% das espécies de mamíferos terrestres registradas no Estado do Rio de Janeiro (Rocha et al. 2004, Reis et al. 2006). Além disso, 13 espécies registradas no Parque são endêmicas de Mata Atlântica (Tabela 1, Fonseca et al. 1996). Em comparação a outras áreas do Estado do Rio de Janeiro amostradas com a mesma metodologia, o Parque Estadual do Desengano apresentou um número elevado de espécies de mamíferos: superior ao da Serra da Concórdia com 47 espécies e da RPPN Rio das Pedras com 39 espécies (Modesto et al. 2008, F. S. Pessoa, dados não publicados).

De todas as espécies encontradas no Parque, 15 constam na lista da fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio de Janeiro (Tabela 1), sete na categoria presumivelmente ameaçada, sete como

vulneráveis e uma como criticamente em perigo (Bergallo et al. 2000). Da lista da fauna brasileira ameaçada de extinção registramos 10 espécies (Tabela 1), sendo duas na categoria deficiente em dados, sete na categoria vulnerável e uma na categoria em perigo (Machado et al. 2005). *Brachyteles arachnoides* consta como criticamente em perigo na lista de espécies ameaçadas do Estado do Rio de Janeiro e em perigo na lista da fauna brasileira ameaçada de extinção (Bergallo et al. 2000, Machado et al. 2005). Sua presença no Parque foi registrada por um pesquisador que trabalha com aves na semana anterior ao presente estudo (M. Vecchi, dados não publicados) e já havia sido reportada por Vaz (1998). Este autor relatou também a presença de *Cebus nigratus* (Goldfuss 1809), espécie não registrada durante nosso levantamento.

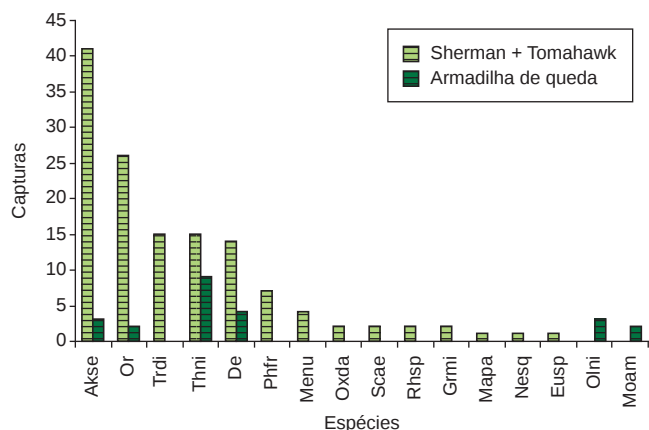


Figura 4. Número de capturas de cada espécie de pequeno mamífero não-voador em armadilhas do tipo Sherman e Tomahawk e em armadilhas de queda no Parque Estadual do Desengano, RJ. Akse (*Akodon serrensis*); Or (tribo Oryzomyini); Trdi (*Trinomys dimidiatus*); Thni (*Thaptomys nigrita*); De (gênero *Delomys*); Phfr (*Philander frenatus*); Menu (*Metachirus nudicaudatus*); Oxda (*Oxymycterus dasytrichus*); Scae (*Sciurus aestuans*); Rhsp (*Rhipidomys* sp.); Grmi (*Gracilinanus microtarsus*); Mapa (*Marmosops paulensis*); Nesq (*Nectomys squamipes*); Eusp (*Euryzgomatomys spinosus*); Olni (*Oligoryzomys nigripes*); Moam (*Monodelphis americana*).

Figure 4. Number of captures of non-volant mammal species in Sherman and Tomahawk and in pitfall traps in the Desengano State Park, RJ. Akse (*Akodon serrensis*); Or (tribe Oryzomyini); Trdi (*Trinomys dimidiatus*); Thni (*Thaptomys nigrita*); De (genus *Delomys*); Phfr (*Philander frenatus*); Menu (*Metachirus nudicaudatus*); Oxda (*Oxymycterus dasytrichus*); Scae (*Sciurus aestuans*); Rhsp (*Rhipidomys* sp.); Grmi (*Gracilinanus microtarsus*); Mapa (*Marmosops paulensis*); Nesq (*Nectomys squamipes*); Eusp (*Euryzgomatomys spinosus*); Olni (*Oligoryzomys nigripes*); Moam (*Monodelphis americana*).



Figura 5. *Thaptomys nigrita*. Foto: T. C. Modesto.

Figure 5. *Thaptomys nigrita*. Photo: T. C. Modesto.

Todas as espécies registradas por relatos dos funcionários e moradores do Parque são de ocorrência provável, pois apresentam grande extensão geográfica englobando a área amostrada (Eisenberg & Redford 1999). A presença de *B. variegatus* e *B. torquatus* em simpatria é possível, visto que a região é área de sobreposição da distribuição geográfica das espécies em questão. Além disso, a diferenciação entre essas espécies é facilitada devido à presença de uma grande concentração de pêlos longos e negros atrás do pescoço de *B. torquatus* e ausente em *B. variegatus* (Reis et al. 2006).

A região do Parque é provavelmente área de simpatria de *Alouatta clamitans* Cabrera, 1940 e *Alouatta fusca* (Geoffroy Saint-Hilaire 1812) (Gregorin 2006) e também de *Sphiggurus villosus* (F. Cuvier 1823) e *Sphiggurus insidiosus* (Olfers 1818). Não é possível a diferenciação entre estas espécies de maneira segura a partir dos relatos fornecidos e optamos por indicar apenas a presença dos gêneros.

Acreditamos que a ausência de *D. aurita* entre as espécies capturadas deve-se às boas condições de preservação da vegetação do Parque. Fonseca & Robinson (1990), ao analisarem padrões na estrutura de comunidades de pequenos mamíferos, encontraram uma relação negativa entre a abundância deste marsupial e a de outros membros da comunidade de pequenos mamíferos em fragmentos de Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais. T.C. Modesto (dados não publicados) também encontrou uma forte relação negativa entre a abundância e biomassa de *D. aurita* e a riqueza de espécies de pequenos mamíferos ao investigar nove localidades distintas no Estado do Rio de Janeiro.

Entre os morcegos, *S. lilium* foi o mais frequentemente capturado no Parque Estadual do Desengano. Um padrão semelhante foi descrito por J. L. Nascimento (dados não publicados) ao estudar a variação altitudinal na composição de morcegos do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Estado do Rio de Janeiro. Este autor encontrou uma grande abundância de *S. lilium* na faixa dos 1.284 m de altitude, semelhante à porção amostrada no Parque Estadual do Desengano, e sugere que a exclusão mútua entre *S. lilium* e *Carollia perspicillata* (Linnaeus 1758) encontrada em seu trabalho ao longo do gradiente altitudinal ocorra em função de dietas semelhantes. As 116 capturas de morcegos apresentadas neste estudo estão longe das 1.000 capturas propostas por Bergallo et al. (2003) como o mínimo necessário para capturar a maioria dos membros da família Phyllostomidae em uma localidade. Portanto, é de se esperar que o número de espécies de morcegos no Parque Estadual do Desengano seja maior do que o obtido neste estudo.

Thaptomys nigrita foi a espécie mais abundante nas armadilhas de queda e a terceira mais abundante nas armadilhas do tipo Sherman e Tomahawk. Se considerarmos que o grupo representado pela tribo Oryzomyini é composto por no mínimo três espécies, é provável que *T. nigrita* seja a segunda espécie mais abundante nas armadilhas do tipo Sherman e Tomahawk. A presença desta espécie na lista de espécies ameaçadas do Estado do Rio de Janeiro (Bergallo et al. 2000) na categoria vulnerável se deve provavelmente aos poucos registros desta em inventários faunísticos no Estado. Com o aumento na utilização de armadilhas de queda, *T. nigrita*, bem como outras espécies de hábito semi-fossorial, passaram a ser mais frequentemente capturadas (Umetsu et al. 2006). Durante o período de amostragem pudemos perceber que vários indivíduos de *T. nigrita* eram capturados antes do crepúsculo, o que corrobora os resultados obtidos por Davis (1947) quanto ao hábito diurno descrito para esta espécie. Por ser um dos maiores remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro, o Parque Estadual do Desengano pode ser uma área que favoreça a ocorrência de *T. nigrita*, já que alguns estudos têm sugerido que essa espécie é característica de matas contínuas e mais maduras (Pardini et al. 2005).

Observamos uma diferença significativa entre armadilhas de queda e armadilhas do tipo Sherman e Tomahawk quanto ao número de capturas das espécies registradas, com espécies exclusivas em ambos os métodos. A utilização de um método de captura não seletivo como o de armadilhas de queda grandes (60 L) em geral aumenta o número de indivíduos e de espécies capturadas, sem deixar de capturar as espécies usualmente registradas em armadilhas tradicionais (Umetsu et al. 2006). Contudo, o tamanho das armadilhas de queda pode influenciar a eficiência destas armadilhas, sendo que algumas espécies de maior tamanho corporal ou com hábitos arborícolas podem escapar

de armadilhas de queda menores (Umetsu et al. 2006). Portanto, a diferença e a complementaridade entre as metodologias de captura observadas neste estudo pode ter ocorrido devido ao menor tamanho do balde utilizado (40 L).

Mesmo com o esforço amostral relativamente pequeno, a área do Parque Estadual do Desengano apresenta-se extremamente rica, abrigando uma porção representativa dos mamíferos da Mata Atlântica e do Estado do Rio de Janeiro. Acreditamos que muitas outras espécies pertencentes principalmente às ordens Chiroptera e Rodentia estão abrigadas na região do Parque Estadual do Desengano e que um aumento no esforço amostral adicionará mais espécies à lista de mamíferos do Parque. Concluímos que por estar inserida em uma região do Estado do Rio de Janeiro onde existem poucas unidades de conservação de proteção integral e que sofre forte pressão antrópica, o Parque Estadual do Desengano é de grande importância para a preservação da mastofauna do Estado do Rio de Janeiro.

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pelo Fundo de Parcerias para Ecossistemas Críticos (CEPF) e pela Aliança para Conservação da Mata Atlântica (Conservation International – Brasil e SOS Mata Atlântica). Agradecemos ao Instituto Biomas pelo apoio dado ao trabalho de campo, a Débora Moraes de Oliveira, Wagner Silva Souza e Luciano Rodrigues de Almeida pela assistência durante as coletas. Agradecemos também a Lena Geise e Carlos Eduardo de Viveiros Grelle, que nos ajudaram com a identificação dos pequenos mamíferos e a Julia Lins Luz, a Renata Pardini e ao revisor anônimo pelas sugestões e críticas que ajudaram a melhorar a qualidade deste trabalho.

Referências Bibliográficas

- BERGALLO, H.G., ROCHA, C.F.D., ALVES, M.A.S. & Van SLUYS, M. 2000. A fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio de Janeiro. EdUERJ, Rio de Janeiro.
- BERGALLO, H.G., ESBÉRARD, C.E.L., MELLO, M.A.R., LINS, R., MANGOLIN, R. & BAPTISTA, M. 2003. Bat species richness in atlantic forest: What is the minimum sampling effort? *Biotropica* 35(2):278-288.
- DAVIS, D.E. 1947. Notes on the life histories of some Brazilian mammals. *Bol. Mus. Nas.* 76:1-8.
- EISENBERG, J.F. & REDFORD, K.H. 1999. *Mammals of the neotropics. The central neotropics: Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil.* The University of Chicago Press, Chicago.
- FONSECA, G.A.B., HERRMANN, G., LEITE, Y.L.R., MITTERMEIER, R.A., RYLANDS, A.B. & PATTON, J.L. 1996. Lista anotada dos mamíferos do Brasil. *Occasional paper in Conservation International* 4:1-38.
- FONSECA, G.A.B. & ROBINSON, J.G. 1990. Forest size and structure: Competitive and predatory effects on small mammal communities. *Biol. Conserv.* 53(4):265-294.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE. 2001. Atlas dos remanescentes florestais do Rio de Janeiro. SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Paulo.
- GREGORIN, R. 2006. Taxonomia e variação geográfica das espécies de *Alouatta* Lacépède, 1799, que ocorrem no Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 23(1):64-144.
- MACHADO, A.B.M., MARTINS, C.S. & DRUMMOND, G.M. 2005. Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção: incluindo as espécies quase ameaçadas e deficientes em dados. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.
- MODESTO, T.C., PESSÔA, F.S., JORDÃO-NOGUEIRA, T., ENRICI, M.C., COSTA, L.M., ATTÍAS, N., ALMEIDA, J., RAÍCES, D.S.L., ALBUQUERQUE, H.G., PEREIRA, B.C., ESBÉRARD, C.E.L. & BERGALLO, H.G. 2008. *Mammals, Serra da Concórdia, state of Rio de Janeiro, Brazil. Check list* 4(3):341-348.
- MITTERMEIER, R.A., GIL, R.P., HOFFMAN, M., PILGRIM, J., BROOKS, T., MITTERMEIER, C.G., LAMOREUX, J. & FONSECA, G.A.B. 2005. *Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*, 2. ed. University of Chicago Press, Boston.
- MORENO, M.R., NASCIMENTO, M.T. & KURTZ, B.C. 2003. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo em duas zonas altitudinais na Mata Atlântica de encosta da região do Imbé, RJ. *Acta Bot. Bras.* 17(3):371-386.
- PARDINI, R., SOUZA, S.M., BRAGA-NETO, R. & METZGER, J.P. 2005. The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape. *Biol. Conser.* 124(2):253-266.
- RADAM BRASIL. 1983. Levantamento de recursos naturais, v. 32, folha S/ F. 23/ 24. Rio de Janeiro/Vitória. Ministério das Minas e Energias, Rio de Janeiro.
- REIS, N.R., PERACCHI, A.L., PEDRO, W.A. & LIMA, I.P. 2006. *Mamíferos do Brasil.* Imprensa da UEL, Londrina.
- ROCHA, C.F.D., BERGALLO, H.G., ALVES, M.A.S. & VAN SLUYS, M. 2003. A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro e nas Restingas da Mata Atlântica. *RiMa*, São Carlos.
- ROCHA, C.F.D., BERGALLO, H.G., POMBAL Jr., J.P., GEISE, L., VAN SLUYS, M., FERNANDES, R. & CARAMASCHI, U. 2004. Fauna de anfíbios, répteis e mamíferos do Estado do Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. *Publ. Avulsas do Mus. Nac.* 104:1-24.
- SEMA. 2001. Atlas das unidades de conservação da natureza do Estado do Rio de Janeiro. Metalivros, Rio de Janeiro.
- UMETSU, F., NAXARA, L., & PARDINI, R. 2006. Evaluating the efficiency of pitfall traps for sampling small mammals in the neotropics. *J. Mammal.* 87(4):757-765.
- VAZ, S.M. 1998. Primates in the Desengano State Park, Rio de Janeiro, Brazil. *Neotrop. primates* 6:127-128.
- WEKSLER, M., PERCEQUILLO, A.R. & VOSS, R.S. 2006. Ten New Genera of Oryzomyine Rodents (Cricetidae: Sigmodontinae). *Am. Mus. Novit.* 3537(1):1-29.
- WILSON, D.E. & REEDER, D.M. 2005. *Mammal Species of the World: a taxonomic and geographic reference.* Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Recebido em 21/05/08

Versão Reformulada recebida em 16/10/08

Publicado em 10/11/08

El zooplancton de un lago somero hipereutrófico de la región central de Argentina: cambios después de una década

Santiago Andrés Echaniz^{1,2}, Alicia María Vignatti¹ & Pablo César Bunino¹

¹Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,
Universidad Nacional de La Pampa,
Av. Uruguay 151, 6300, Santa Rosa, Provincia de La Pampa, República Argentina,
e-mail: fexactas@unlpam.edu.ar, <http://www.exactas.unlpam.edu.ar>

²Autor para correspondencia: Santiago Andrés Echaniz, e-mail: sechaniz@cpenet.com.ar

ECHANIZ, S.A., VIGNATTI, A.M. & BUNINO, P.C. 2008. **The zooplankton of a hypereutrophic shallow lake of the central region of Argentina: changes after one decade.** *Biota Neotrop.* 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/en/abstract?article+bn01008042008>.

Abstract: The water bodies ecology is influenced by the contributions of nutrients from the basin. The shallow lentic ecosystems generally presents high levels of eutrophy, which allows to sustain a highly productive zooplanktonic fauna. According to the model of the alternative states of shallow lakes, zooplankton of these environments is characterized by a taxonomic composition, a spectrum of sizes and therefore a biomass that depends on the fishes present. Although in Argentina these ecosystems are abundant and of their importance given by their productivity, diversity and by their recreational and tourist interest, only recently they have begun to be studied. This contribution must by objective give information collected during 2006, by means of monthly samplings of water and zooplankton, on the factors of limnologic importance, their variation and influences on the water transparency and the abundance and zooplanktonic biomass of a shallow urban hypereutrophic lake of La Pampa province and to compare the situation registered with a similar study made between 1995 and 1996. The lagoon is characterized by low salinity and transparency and the reduction of these parameters between both periods studied. The nutrients concentration is greater than the verified in similar environments of Buenos Aires province. Although during both periods the species number was the same, it was verified changes in the taxonomic composition, registering in 2006 smaller number of cladocerans and greater of rotifers and the absence of *Daphnia* species, which can contribute to the reduction of the water transparency in this period. The found species were of small size, typical characteristic of zooplankton under fish predation. Between both periods a reduction in the abundance of the zooplankton community was verified, mainly between the cladocerans and rotifers.

Keywords: shallow lakes, zooplankton biomass, change, one decade after.

ECHANIZ, S.A., VIGNATTI, A.M. & BUNINO, P.C. 2008. **El zooplancton de un lago somero hipereutrófico de la región central de Argentina: cambios después de una década.** *Biota Neotrop.* 8(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/es/abstract?article+bn01008042008>.

Resumen: La ecología de los cuerpos de agua está influenciada por los aportes de nutrientes desde la cuenca. Los ambientes lénticos de escasa profundidad generalmente presentan elevados niveles de eutrofia, lo que permite alojar una fauna zooplanctónica altamente productiva. Según el modelo de los estados alternativos de los lagos someros, el zooplancton de estos ambientes se caracteriza por una composición taxonómica, un espectro de tallas y por consiguiente una biomasa que dependen de la fauna íctica presente. A pesar de que en Argentina estos ambientes son abundantes y de su importancia dada por su productividad, diversidad e interés recreativo y turístico, sólo recientemente han comenzado a estudiarse considerando estas relaciones. Esta contribución tiene por objetivo dar información colectada durante 2006, mediante muestreos mensuales de agua y zooplancton, sobre los factores de importancia limnológica, su variación e influencia sobre la transparencia del agua y la abundancia y biomasa zooplanctónica de un lago somero urbano hipereutrófico de la provincia de La Pampa y comparar la situación registrada con un estudio similar realizado entre 1995 y 1996. La laguna se caracteriza por sus bajas salinidad y transparencia y por el descenso de estos parámetros entre los dos períodos estudiados. La concentración de nutrientes es mayor que la verificada en lagunas similares de la provincia de Buenos Aires. Si bien durante los dos períodos el número de especies fue el mismo, se verificaron cambios en la composición taxonómica, registrándose en 2006 menor número de cladóceros y mayor de rotíferos y la ausencia de especies de *Daphnia*, lo que puede contribuir al descenso de la transparencia verificada en este período. Las especies halladas fueron de talla pequeña, típico del zooplancton sometido a predación por peces. Entre ambos períodos se verificó un descenso en la abundancia de la comunidad zooplanctónica, sobre todo en cladóceros y rotíferos.

Palabras clave: lagos someros, biomasa zooplanctónica, cambio, una década después.

Introducción

El estudio de los lagos someros fue encarado a principios de la década de 1990, generalmente en relación a procesos de eutrofización por el vertido de nutrientes en sus aguas por algunos autores como Jeppesen (1998), Jeppesen et al. (1991 y 2000), Scheffer (1998) y Scheffer et al. (1993), que con sus aportes han contribuido a conocer la importancia para los ecosistemas acuáticos, tanto de la entrada como de la carga interna de nutrientes y su influencia sobre la transparencia del agua y las productividades primaria y secundaria, al punto que llevó a plantear el modelo de los estados alternativos de los lagos someros.

Los lagos someros (lagunas) son cuerpos de agua generalmente ubicados en paisajes de llanura, que debido a su escasa profundidad no estratifican térmicamente, lo que les da un carácter polimíctico (Scheffer 1998). Generalmente tienen una elevada concentración de nutrientes (fósforo y nitrógeno), lo que ocasiona que sean ambientes eutróficos o hipereutróficos, con grandes biomásas en todos los niveles tróficos y tasas de producción primaria y secundaria también muy altas (Scheffer 1998). Además, en este tipo de ambientes los tiempos de permanencia del agua son muy variables, lo que ocasiona grandes cambios en la salinidad (Quirós et al. 2002a).

En Argentina, si bien existen estudios sobre aspectos ecológicos de los lagos someros, la mayoría se refieren a algún grupo taxonómico, funcional o nivel trófico en particular, como los trabajos de Ringuelet (1962, 1972), Ringuelet et al. (1967) en los que se describieron algunas lagunas de la pampasia bonaerense, haciendo referencia a las especies zooplancónicas, y su relación con el contenido de sales del agua, los relevamientos que Olivier (1955, 1961) realizó en las lagunas Salada Grande y Vitel, también de la provincia de Buenos Aires, o los de José de Paggi (1976, 1980, 1983, 1984) y Paggi (1980), quienes estudiaron aspectos ecológicos de ambientes lénticos relacionados con la llanura de inundación del río Paraná, sujetos por lo tanto al régimen pulsátil del río.

Más recientes son las contribuciones de Claps et al. (2004) y de Quirós (2000), Quirós et al. (2002a, b, c) y Boveri & Quirós (2002), quienes realizaron estudios en los que describieron la estructura y funcionamiento de cuerpos de agua someros situados en la provincia de Buenos Aires, sobre todo en la cuenca del río Salado, donde existen lagunas fuertemente influidas por la entrada de nutrientes aportados por el intenso uso de la tierra realizado en sus cuencas. Este último autor (Quirós 2000) realizó un relevamiento en el que mencionó la relación entre disponibilidad de nutrientes, clorofila y biomasa de zooplancton para algunos cuerpos de agua del país, pero tomó en cuenta los más conspicuos y de mayor interés pesquero. En la provincia de La Pampa sólo registró información de 2 cuerpos de agua (lagunas Urre Lauquen y La Dulce, ambas en el departamento Curacó), en muestreos puntuales realizados en el pico de la estación de crecimiento.

En la provincia de La Pampa, en la región central semiárida de Argentina, la ecología y la taxonomía de los lagos someros y de su zooplancton ha comenzado a estudiarse recientemente (Echaniz & Vignatti 1996, 2001, 2002, Echaniz et al. 2005, 2006, Pilati 1997, 1999; Vignatti & Echaniz 1999, Vignatti et al. 2007). Aunque en estos aportes se relacionaron las principales variables físico químicas, tales como temperatura, pH, salinidad o contenido iónico, con la abundancia y composición taxonómica de la comunidad zooplancónica, no se hizo referencia a la cantidad de nutrientes (fósforo y nitrógeno) presentes en el agua y su influencia sobre la biomasa del zooplancton.

La laguna Don Tomás es un cuerpo de agua hipereutrófico, ubicado en la ciudad de Santa Rosa. Está altamente afectada por la ciudad aledaña, dado que es el cuenco receptor del sistema de

desagües pluviales. Reviste un interés particular, ya que por estar ubicada en un parque público tiene un importante uso recreativo, tanto por su interés paisajístico como porque en ella se desarrolla pesca deportiva.

Los objetivos de esta contribución son, por un lado, aportar información sobre la composición taxonómica del zooplancton, su variación y establecer relaciones entre la densidad y biomasa de los organismos con la concentración de clorofila *a* y la disponibilidad de nutrientes a lo largo del año 2006 en la laguna Don Tomás y por otro lado, dado que se cuenta con información colectada en estudios anteriores, realizados entre marzo de 1995 y febrero de 1996 (Echaniz & Vignatti 2001), se comparó el estado actual de la laguna con el registrado hace 10 años.

Material y Métodos

Se realizaron muestreos mensuales, durante el período comprendido entre febrero de 2006 y diciembre de 2006. En cada uno de ellos se tomaron dos muestras cuantitativas de zooplancton empleando una trampa de Schindler-Patalas de 10 litros de capacidad, provista de una red de 0,04 mm de abertura de malla y una muestra cualitativa, con una red de 22 cm de diámetro de boca y 0,04 mm de abertura de malla. Todas las muestras se anestesiaron con CO₂ previo a la fijación, a los efectos de evitar contracciones que deformen los ejemplares y distorsionen las medidas necesarias para el cálculo de la biomasa (José de Paggi & Paggi 1995).

En cada estación se determinaron la temperatura del agua y la concentración de oxígeno disuelto, mediante un oxímetro digital Lutron OD 5510 y la transparencia del agua mediante un disco de Secchi de 22 cm de diámetro y se tomaron muestras de agua para la determinación del pH mediante un pehachímetro digital Corning PS 15, conductividad con un conductímetro Oakton TDSTestr 20 y salinidad mediante el método de residuo sólido. La concentración de clorofila *a* se determinó por el método espectrofotométrico (Arar 1997; APHA 1999), la de nitrógeno total mediante el método de Kjeldahl y la de fósforo total mediante la digestión de la muestra con persulfato de potasio en medio ácido y espectrofotometría (APHA 1999).

A efectos de conocer la composición iónica, se efectuó un análisis químico en un laboratorio comercial del medio. Además, se determinó el contenido de sólidos suspendidos totales (seston), en sus diferentes fracciones (total, orgánico e inorgánico), mediante el filtrado de un volumen de agua conocido, a través de filtros tipo Whatman CFC, secados en estufa a 103-105 °C hasta peso constante y posteriormente calcinados a 550 °C (EPA 1993).

Mediante el empleo de un microscopio óptico, dotado de un ocular micrométrico se tomaron las medidas convencionales de ejemplares de cada especie presente con un aumento constante de 100x.

La determinación taxonómica de los copépodos se efectuó siguiendo los criterios de Ringuelet (1958), Bayly (1992a, b), Reid (1985) y Gómez et al. (2004), los cladóceros según Goulden (1968), Smirnov (1971), Korovchinsky (1992) y Paggi (1995, 1998) y las determinaciones de los rotíferos según Ruttner-Kolisko (1974), Koste (1978) y Segers (1995).

Los recuentos de macrozooplancton se realizaron bajo microscopio estereoscópico a 20 y 40x y los de microzooplancton con microscopio óptico convencional, con 40 y 100x, en cámaras de Bogorov y Sedgwick-Rafter respectivamente. Las alícuotas se tomaron empleando submuestreadores de Russell de 5 mL y micropipetas de 1 mL y los recuentos fueron facilitados por la tinción con rosa de Bengala (José de Paggi & Paggi 1995). Para determinar la biomasa del zooplancton se emplearon fórmulas que relacionan la longitud total con el peso seco de los ejemplares (José de Paggi & Paggi 1995, Ruttner-Kolisko

1977, Dumont et al. 1975, Rosen 1981, McCauley 1984, Culver et al. 1985, Kobayashi 1997 y Pilati & Martínez 2003).

Se calcularon los índices de estado trófico en base a la transparencia del agua y concentraciones de clorofila y fósforo total (Carlson & Simpson 1996).

Mediante el empleo de fotografías satelitales se determinaron los principales parámetros morfométricos, largo y ancho máximos, longitud de la línea de costa (Dangavs 1995) y mediante sondeos, la profundidad máxima de la laguna.

Se calcularon coeficientes de correlación de Pearson y se realizaron test de Levene a efectos de verificar igualdad de varianzas, análisis de varianza (ANOVA) y test de Kruskal Wallis en los casos correspondientes (Zar 1996).

Resultados

1. Descripción del área de estudio

La laguna Don Tomás (64° 19' 03" W y 36° 37' 20" S) es un cuerpo de agua somero, situado al oeste de la ciudad de Santa Rosa (Figura 1), de la que recibe el aporte de agua de los desagües pluviales, lo que permitió, que si bien en el pasado fuera un ambiente temporario, en la actualidad sea permanente. A efectos de evitar inundaciones en las zonas bajas de la ciudad, posee un sistema de bombas, que se pone en funcionamiento cuando existe riesgo de desbordes y envía el agua excedente a un cuenco situado al sur de la ciudad.

En sus alrededores se sitúa un Parque Recreativo de uso comunitario y en ella se desarrolla una fauna íctica integrada por *Odontheistes bonariensis* (Cuvier y Valenciennes, 1835) (pejerreyes), *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) (carpas), *Cnesterodon decemaculatus* (Jenyns, 1842) (mojarra), *Jenynsia lineata* (Jenyns, 1842) (mojarra) y *Oligosarcus jenynsi* (Günther, 1864) (dientudos), lo que le confiere un alto valor turístico y recreativo.

Es una laguna que tiene una profundidad máxima de 2,3 m y una superficie de 135,2 ha. Su largo y ancho máximos son 1565 y 1181 m. La longitud de la línea de costa es de 4725 m y el cálculo del desarrollo de la línea de costa (1,14) muestra que su contorno es muy regular, casi circular y sin accidentes.

Dentro del cuenco principal en donde se realizó la toma de las muestras, no se registró vegetación arraigada. El fitoplancton de la laguna Don Tomás se caracteriza por su elevada diversidad, estando dominado por las clorofitas y cianofitas, 47,8 y 32,7% del total de las especies registradas respectivamente, entre las que se destacan

Anabaenopsis arnoldii Aptekarj, *Plankthotrix agardhii* (Gom.) Anagh. et Kom., *Chlorella elipsoidea* Gern. y *Phormidium* sp. entre otras (Alvarez et al. 2006).

2. Parámetros ambientales

La temperatura del agua varió en un amplio rango en función de la época del año (Figura 2). La máxima se registró durante noviembre y diciembre (24,1 °C) y la mínima en julio (7,1 °C). La concentración de oxígeno disuelto no presentó deficiencias y durante el periodo de estudio los valores fluctuaron entre 7,4 (marzo) y 10,3 (mayo) (Figura 2).

La transparencia del agua fue siempre reducida (Figura 3), oscilando entre 0,12 m en marzo y noviembre y 0,2 m en octubre, con una media a lo largo del periodo de estudio de 0,15 m. Teniendo en cuenta que la profundidad promedio de la laguna fue de 1,15 m, el cálculo de la relación $Z_{\text{promedio}}/Z_{\text{fótico}}$ (Quirós 2002) arrojó el valor de 2,35.

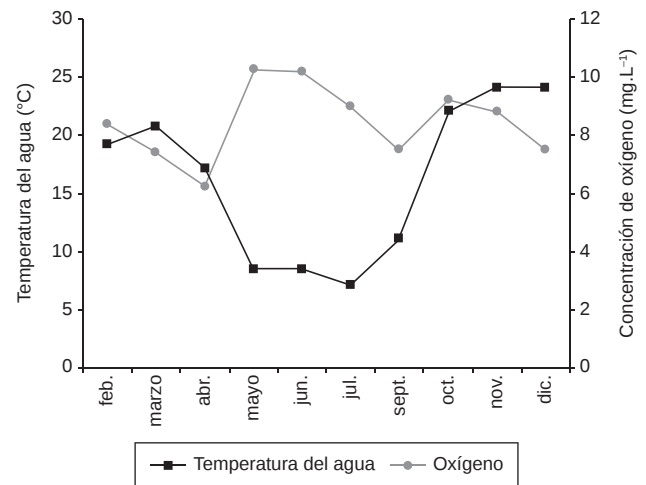


Figura 2. Variación de la temperatura del agua (°C) y de la concentración de oxígeno disuelto (mg.L⁻¹) en la laguna Don Tomás, entre febrero y diciembre de 2006.

Figure 2. Variation in water temperature (°C) and dissolved oxygen concentration (mg.L⁻¹) in Don Tomás pond, between February and December 2006.

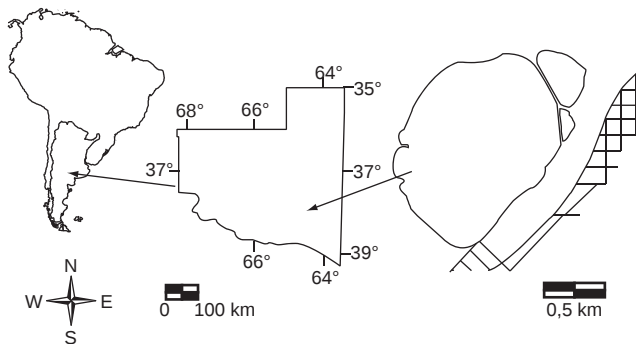


Figura 1. Croquis de la laguna Don Tomás, mostrando su ubicación geográfica en la provincia de La Pampa, en la región central de Argentina.

Figure 1. Sketch of Don Tomás pond, showing their geographical ubication in La Pampa province, central Argentina.

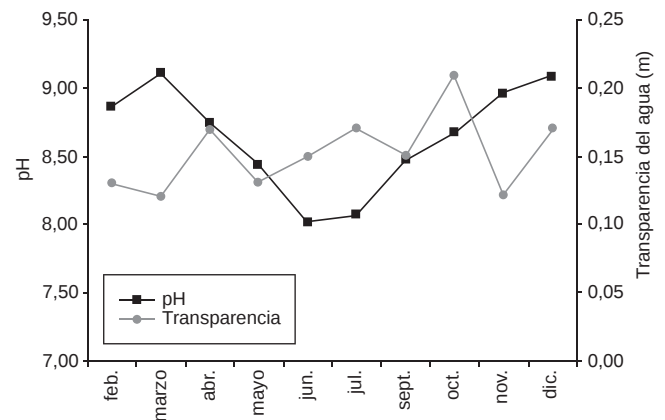


Figura 3. Variación del pH y la transparencia del agua (m) en la laguna Don Tomás, durante el periodo febrero a diciembre de 2006.

Figure 3. Variation in pH and transparency of the water (m) in Don Tomás pond, during the period February to December 2006.

El contenido de sólidos suspendidos totales (seston total) determinado (Figura 4), mostró un valor medio de $54,58 \text{ mg.L}^{-1}$, siendo $51,29$ y $3,28 \text{ mg.L}^{-1}$ los valores medios de las fracciones orgánica (Figura 4) e inorgánica respectivamente.

La salinidad registrada durante el período de estudio fue baja y relativamente constante, variando entre $0,71 \text{ g.L}^{-1}$ (febrero) y $0,96 \text{ g.L}^{-1}$ (noviembre). Durante el estudio efectuado entre marzo de 1995 y febrero de 1996 (Echaniz & Vignatti 2001) la salinidad media registrada fue el doble de la medida durante 2006, con $1,65 \text{ g.L}^{-1}$ contra $0,8 \text{ g.L}^{-1}$ respectivamente. Luego de realizado el test de Levene ($p = 0,074677$; $F = 3,536455$), el análisis de varianza mostró que la diferencia entre ambos períodos es significativa ($p = 0,000000$; $F = 307,383$). El pH, aunque siempre fue relativamente elevado mostró oscilaciones, ya que varió entre $8,01$ (junio) y $9,11$ (marzo) (Figura 3).

La concentración de clorofila *a* determinada a lo largo del período de estudio fue elevada y registró una media de $154,6 \text{ mg.m}^{-3}$. Fue mínima durante los meses de invierno, cuando alcanzó $88,78 \text{ mg.m}^{-3}$ (julio) y máxima en verano cuando llegó a $211,46 \text{ mg.m}^{-3}$ (diciembre) (Figura 4).

El análisis del contenido iónico realizado en una muestra de agua tomada en noviembre (Figura 5) mostró que Don Tomás es una laguna bicarbonatada sódica. El cálculo de la relación entre las concentraciones de cationes mono y bivalentes ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ / \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$) (Golterman 1978) indicó el predominio de los cationes monovalentes, ya que arrojó un valor de $3,86$.

Las concentraciones de nutrientes registradas durante el período estudiado, tanto la de fósforo como de nitrógeno fueron altas, oscilando entre $3,75$ y $16,9 \text{ mg.L}^{-1}$ para el fósforo (media $9,71 \text{ mg.L}^{-1}$) y $7,5$ y $16,88 \text{ mg.L}^{-1}$ para el nitrógeno (media $11,52 \text{ mg.L}^{-1}$) (Figura 6).

Los valores calculados de los índices de estado trófico que toman en cuenta la transparencia del agua, concentración de clorofila *a* y fósforo total (Carlson & Simpson 1996) fueron $87,3$; $80,1$ y $136,5$ respectivamente.

3. Zooplankton

Se hallaron 4 especies de cladóceros, 4 de copépodos y 12 de rotíferos (Tabla 1). Entre los cladóceros, *Bosmina huaronensis* Delachaux, 1918 fue la única especie presente durante todo el período

de estudio, siendo además dominante numéricamente. Esta especie registró su abundancia máxima en noviembre, con $346,67 \text{ ind.L}^{-1}$ y mínima en mayo con $0,66 \text{ ind.L}^{-1}$. La biomasa máxima fue de $2295,55 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$ (Figura 7) y la mínima de $0,35 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$ cuando representaron el $95,3$ y 24% del total de la biomasa de la taxocenosis de cladóceros respectivamente (Figura 8). *Moina micrura* Kurz, 1874, segunda en importancia, no se registró en los meses de junio, julio, septiembre y octubre. Su abundancia máxima se registró en febrero, con 75 ind.L^{-1} y la biomasa máxima en diciembre, con $452,12 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$ (Figura 7), cuando representó el 70% del total de la taxocenosis (Figura 8). *Diaphanosoma birgei* Korínek, 1981 y *Alona* sp. se registraron sólo en los meses de verano (Figura 7), alcanzando la primera una abundancia y biomasa máximas de 55 ind.L^{-1} y $129,95 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$ en enero y la segunda $28,33 \text{ ind.L}^{-1}$ y $34,3 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$ en noviembre (Figura 7). En el caso de *D. birgei* la biomasa del mes de febrero representó el $38,9\%$ del total de la taxocenosis (Figura 8).

Dentro de los copépodos el calanoideo *Boeckella gracilis* Day, 1902 y el harpacticóideo *Cletocamptus deitersi* (Richard, 1897) se

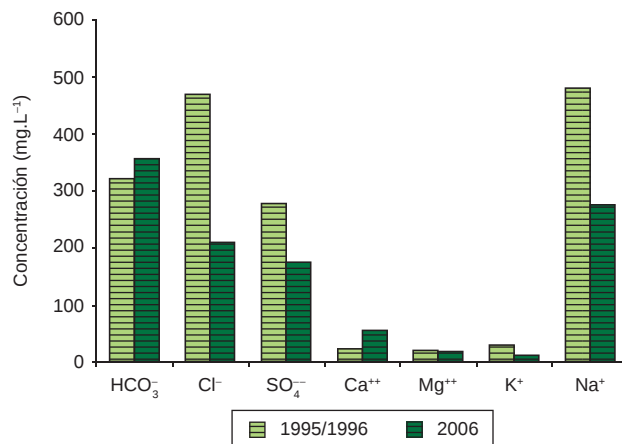


Figura 5. Comparación de la composición iónica del agua de la laguna Don Tomás, registrados durante 1995-96 y 2006.

Figure 5. Comparison of the ionic composition of the water of Don Tomás pond, recorded during 1995-96 and 2006.

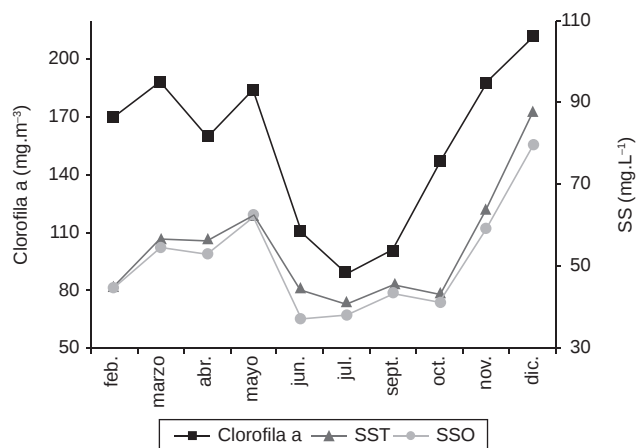


Figura 4. Variación de la concentración de clorofila *a* (mg.m^{-3}) y del contenido de sólidos suspendidos totales y de origen orgánico (mg.L^{-1}), en la laguna Don Tomás, entre febrero y diciembre de 2006.

Figure 4. Variation in the concentration of chlorophyll *a* (mg.m^{-3}) and the content of suspended solids, totals and organics (mg.L^{-1}) in Don Tomás pond, between February and December 2006.

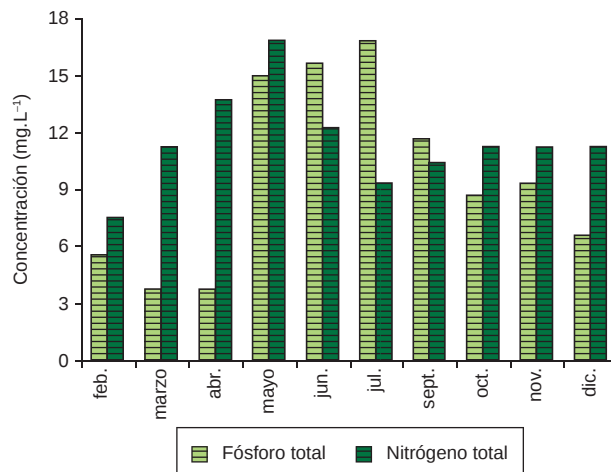
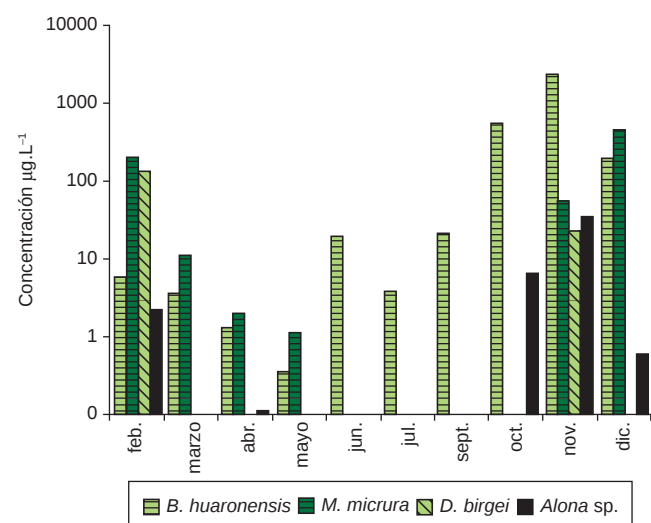


Figura 6. Variación de la concentración de fósforo y nitrógeno totales (mg.L^{-1}) en el agua de la laguna Don Tomás, durante el período febrero a diciembre de 2006.

Figure 6. Variation in the concentration of total nitrogen and phosphorus (mg.L^{-1}) in the water of Don Tomás pond, during the period February-December 2006.

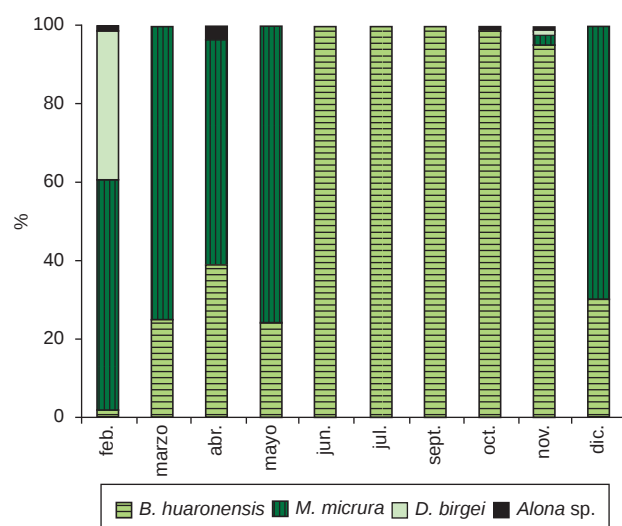
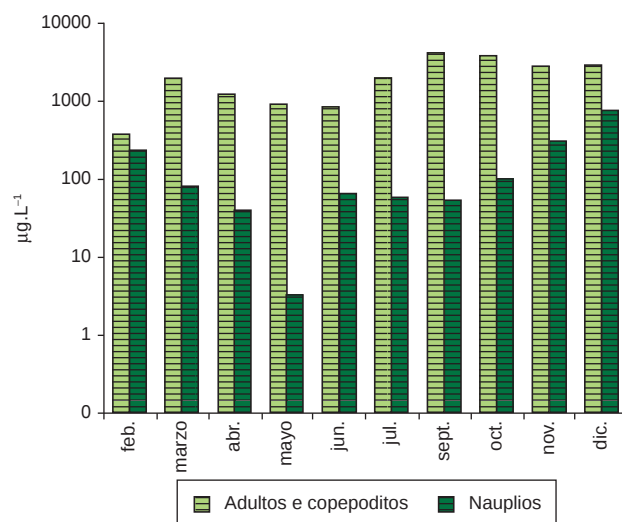
Tabla 1. especies registradas durante 2006 y frecuencia de aparición en las muestras (%).**Table 1.** registered species during 2006 and frequency of appearance in the samples (%).

Especie	1995/96	2006
Rotíferos		
<i>Keratella</i> sp.	92	100
<i>Brachionus plicatilis</i> Müller, 1786	75	70
<i>B. dimidiatus</i> (Schmarda, 1854)	-	70
<i>B. quadridentatus</i> Hermann, 1783	-	30
<i>B. angularis</i> Gosse, 1851	25	30
<i>B. havanaensis</i> Rousselet, 1911	58	20
<i>B. pterodinoides</i> (Rousselet, 1913)	-	20
<i>B. caudatus</i> Barrois & Daday 1894	100	20
<i>B. calicyflorus</i> (Pallas, 1766)	-	10
<i>Hexarthra</i> sp.	-	30
<i>Polyarthra</i> sp.	58	40
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg 1834)	42	-
<i>Colurella</i> sp.	67	-
<i>Lecane</i> sp.	-	40
Cladóceros		
<i>Bosmina huaronensis</i> Delachaux, 1918	100	100
<i>Moina micrura</i> Kurz, 1874	58	70
<i>Diaphanosoma birgei</i> Korínek, 1981	8	30
<i>Alona</i> sp.	50	50
<i>Daphnia spinulata</i> Birabén, 1917	33	-
<i>D. obtusa</i> Kurz, 1874	17	-
<i>Ceriodaphnia dubia</i> Richard, 1895	33	-
<i>Leydigia leydigi</i> Schoedler, 1863	33	-
<i>Macrothrix</i> sp.	33	-
Copépodos		
<i>Metacyclops mendocinus</i> Wierzejski 1892	100	100
<i>Microcyclops anceps</i> Richard 1897	100	100
<i>Boeckella gracilis</i> Daday, 1902	-	20
<i>Cletocamptus deitersi</i> (Richard, 1897)	8	10

**Figura 7.** Variación de la biomasa ($\mu\text{g.L}^{-1}$) de las especies de cladóceros dominantes en la laguna Don Tomás, entre febrero y diciembre de 2006.**Figure 7.** Variation of biomass ($\mu\text{g.L}^{-1}$) of the cladocerans dominant species in Don Tomás pond, between February and December 2006.

colectaron sólo en septiembre, cuando presentaron abundancias y biomasa muy reducidas, $1,66 \text{ ind.L}^{-1}$ y $100,46 \mu\text{g.L}^{-1}$ en el caso de *B. gracilis* y $1,05 \text{ ind.L}^{-1}$ y $4,41 \mu\text{g.L}^{-1}$ para *C. deitersi*. En cambio, los ciclopoideos y las larvas nauplio se registraron en todo el período de muestreo. La abundancia máxima de adultos y copepoditos fue de $1066,67 \text{ ind.L}^{-1}$ en marzo y la mínima de $92,43 \text{ ind.L}^{-1}$ en mayo. Respecto a su biomasa, fluctuó entre $4108,19$ y $365,96 \mu\text{g.L}^{-1}$ en septiembre y febrero respectivamente (Figura 9). Los nauplios tuvieron una abundancia mínima de $18,33 \text{ ind.L}^{-1}$ en mayo y máxima de 1505 ind.L^{-1} en febrero, mientras que la biomasa varió entre $748,71$ y $3,17 \mu\text{g.L}^{-1}$ en diciembre y mayo respectivamente (Figura 9).

Respecto a los rotíferos, *Keratella* sp. fue la única presente en todo el período de estudio y la más importante numéricamente. Su abundancia presentó un máximo de $1196,67 \text{ ind.L}^{-1}$ en noviembre y

**Figura 8.** Aporte porcentual de biomasa ($\mu\text{g.L}^{-1}$) de las especies de cladóceros dominantes en la laguna Don Tomás, entre febrero y diciembre de 2006.**Figure 8.** Percentage contribution of biomass ($\mu\text{g.L}^{-1}$) of the cladocerans dominant species in Don Tomás pond, between February and December 2006.**Figura 9.** Variación de la biomasa ($\mu\text{g.L}^{-1}$) de los copépodos ciclopoideos en la laguna Don Tomás, entre febrero y diciembre de 2006.**Figure 9.** Variation of biomass ($\mu\text{g.L}^{-1}$) of the cyclopoids copepods in Don Tomás pond, between February and December 2006.

un mínimo de $1,67 \text{ ind.L}^{-1}$ en mayo mientras que su biomasa fue de $624,47 \mu\text{g.L}^{-1}$ en noviembre y de $0,71 \mu\text{g.L}^{-1}$ en mayo (Figura 10). *Brachionus plicatilis* Müller, 1786, la especie más importante en términos de biomasa después de *Keratella* sp. no estuvo presente en junio, septiembre y octubre. Su abundancia y biomasa máximas (Figura 10) se registraron en abril, 1660 ind.L^{-1} y $360,31 \mu\text{g.L}^{-1}$ y las mínimas en mayo con $1,67 \text{ ind.L}^{-1}$ y $1,96 \mu\text{g.L}^{-1}$. El resto de las especies se registraron a fines de primavera y verano, alcanzando densidades y biomasa reducidas en comparación con *Keratella* sp. y *B. plicatilis*.

Considerando la comunidad completa, el mayor aporte de biomasa fue hecho por los copépodos, 78,1% del total, seguidos por los cladóceros con 13,8%. El aporte de los rotíferos fue reducido, ya que representó el 8,1% del total (Figura 11).

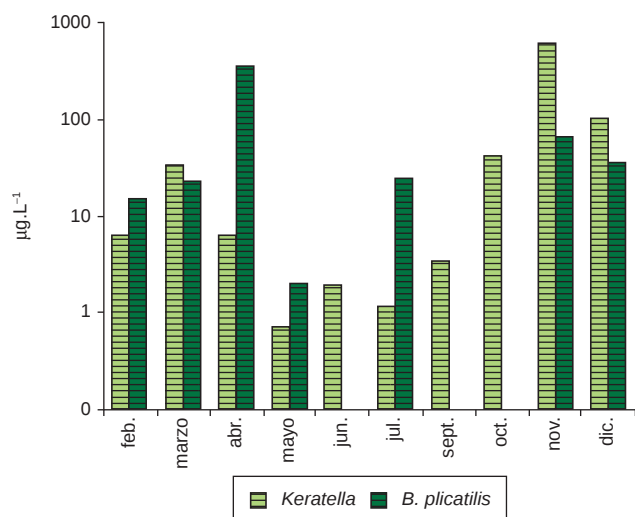


Figura 10. Variación de la biomasa ($\mu\text{g.L}^{-1}$) de los 2 taxa de rotíferos dominantes en la laguna Don Tomás, durante el período febrero a diciembre de 2006.

Figure 10. Variation of biomass ($\mu\text{g.L}^{-1}$) of 2 rotifers dominant taxa in Don Tomás pond, during the period February to December 2006.

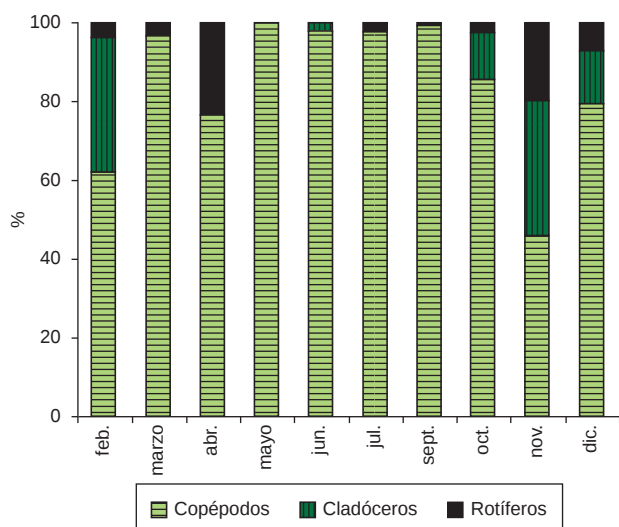


Figura 11. Aporte porcentual de los principales grupos integrantes del zooplancton de la laguna Don Tomás, a la biomasa total, durante el período comprendido entre febrero y diciembre de 2006.

Figure 11. Percentage contribution of major groups of zooplankton components of Don Tomás pond to the total biomass, during the period between February and December 2006.

Al comparar los dos períodos estudiados se evidenció un descenso de la abundancia total de la comunidad zooplanctónica. El test de Kruskal Wallis mostró que la densidad fue significativamente diferente (KW = 6,613043; $p = 0,0101$), ya que en 2006 fue sólo el 21,8% de la registrada en 1995/96.

Tomando a los diferentes grupos por separado, el test de Kruskal-Wallis mostró que la abundancia de los rotíferos fue diferente (KW = 12,21304; $p = 0,0005$), ya que en 2006 representó apenas un 3,83% de lo registrado en 1995/96 (Figura 12). En el caso de los cladóceros, el mismo test (KW = 5,634783; $p = 0,0176$) indicó una situación similar, dado que su densidad fue de 15% (Figura 12), pero en el caso de los copépodos el test no mostró diferencias significativas (KW = 2,300000; $p = 0,1294$) ya que la abundancia medida en 2006 fue el 58% de la verificada en 1995/96 (Figura 12).

Discusión

La laguna Don Tomás es un lago somero que se caracteriza por presentar baja salinidad y que, de acuerdo a la clasificación de Hammer (1986), puede caracterizarse como subsalina, categoría que comparte con lagunas de la provincia de condiciones similares, esto es, que reciben aportes pluviales de ciudades, tal el caso de las lagunas Quetré Huitrú, aledaña a General Acha, con una salinidad media de $0,79 \text{ g.L}^{-1}$ (Vignatti & Echaniz 2007) y la laguna La Arocena cercana a la ciudad de General Pico, con una salinidad de $0,25 \text{ g.L}^{-1}$ (Echaniz & Vignatti, datos no publicados). Esta situación contrasta con la de la mayor parte de las lagunas de la provincia que no reciben aportes de desagües y tienen salinidades considerablemente más elevadas, la mayor parte de las cuales pueden categorizarse como hipo o mesosalinas (Echaniz et al. 2005, 2006, Vignatti & Echaniz 2007). Además, durante el estudio realizado en 2006 en Don Tomás este parámetro se mantuvo muy constante, lo que también es diferente a lo que sucede en ambientes alejados de ciudades, en donde se verifican grandes fluctuaciones de salinidad.

La baja salinidad actual de la laguna Don Tomás y su cambio a lo largo del tiempo podría deberse a la influencia ejercida por la

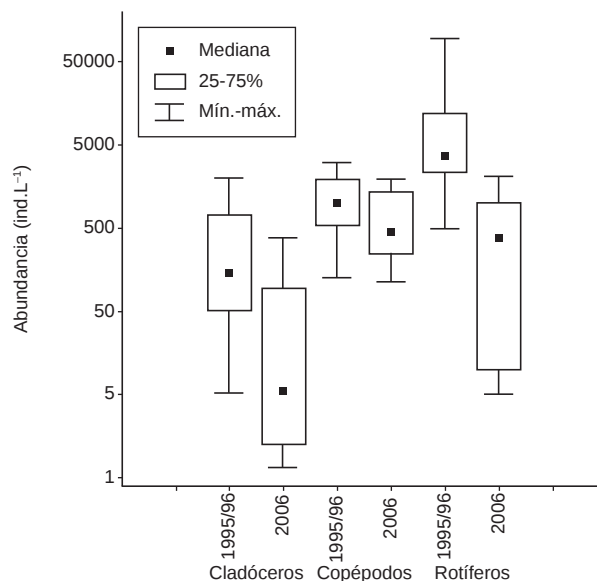


Figura 12. Comparación de la abundancia (ind.L^{-1}) de los principales grupos integrantes del zooplancton de la laguna Don Tomás, entre el período 1995/96 y 2006.

Figure 12. Comparison of abundance (ind.L^{-1}) of the main zooplankton components in Don Tomás pond, during the period between 1995/96 and 2006.

ciudad de Santa Rosa en su cuenca de drenaje, ya que el aumento en la extensión del pavimento y el número creciente de construcciones impide la infiltración del agua de las precipitaciones en el suelo, por lo que volúmenes grandes de agua escurren superficialmente o por el sistema de desagües pluviales, ingresando a la laguna con una concentración muy baja de sales disueltas. Esto ha hecho necesaria la construcción de un sistema de derivación de agua hacia un cuenco situado al sur de la ciudad y su puesta en marcha a partir del año 2000 a efectos de evitar inundaciones en zonas habitadas cercanas. Al efecto de lavado dado por el trasvase debe sumarse la continua extracción de agua para el riego de calles mediante camiones.

Teniendo en cuenta el contenido iónico del agua, durante 2006 Don Tomás puede clasificarse como bicarbonatada sódica, mientras que en el período 1995/96 la composición fue diferente, con el predominio de cloruro (Figura 5). En función de la relación calculada entre los cationes mono y bivalentes, puede considerársela de baja dureza (Golterman 1978). Esta situación difirió entre ambos períodos, ya que el valor calculado en 1995/96 fue superior a 8 contra 3,86 en 2006, indicando un cambio en la composición química dado por el marcado descenso de la concentración de sodio.

Tanto por la preponderancia de bicarbonato como por la baja dureza, Don Tomás es similar a las otras lagunas aledañas a ciudades, ya mencionadas, o a algunas situadas en zonas medanosas de la provincia, alimentadas por descargas de la freática (Vignatti & Echaniz 2007, Echaniz & Vignatti, datos no publicados).

Don Tomás es un cuerpo de agua que se caracteriza por su elevado estado trófico. Los índices calculados para 2006, teniendo en cuenta la transparencia del agua y las concentraciones de clorofila *a* y fósforo total, permiten caracterizarla como hipereutrófica (Carlson & Simpson 1996). El índice calculado para 1995/96, empleando la profundidad del disco de Secchi, arrojó un valor de 80,6, que comparado con el valor actual, basado en el mismo parámetro, único comparable entre los dos períodos, muestra que, si bien la laguna sigue siendo hipereutrófica, ha incrementado su nivel trófico.

Teniendo en cuenta el modelo de los estados alternativos de los lagos someros, la laguna Don Tomás puede ser categorizada como turbia. La escasa transparencia está dada por la alta cantidad de materiales sólidos en suspensión (seston). El test de Kruskal-Wallis ($KW = 8,879556$; $p = 0,0029$) mostró que este parámetro también registró cambios significativos con respecto al período 95/96, cuando se verificó una transparencia media de 0,24 m contra los 0,15 medidos durante 2006.

La determinación de la profundidad de la zona fótica, mediante la multiplicación de la profundidad del disco de Secchi (Z_{SD}) por un factor es un parámetro útil, ya que indica hasta donde una laguna puede ser colonizada por macrófitas que contribuyan a crear refugios para el zooplancton con capacidad de aclarar el agua (Quirós 2002). Para el cálculo se empleó el factor 3,3, sugerido por Kalff (2002) para ambientes turbios, y se verificaron diferencias entre los dos períodos en la profundidad a la que puede penetrar la luz, ya que se redujo de 0,79 m en 1995/96 a 0,49 m en 2006.

Dado que el índice obtenido al calcular la relación $Z_{promedio}/Z_{fótica}$ sirve para diferenciar lagunas claras (<1) de turbias (>1) (Quirós 2002), la comparación de los valores de ambos períodos (1,03 para 1995/96 y 2,35 en 2006) muestra un desmejoramiento en las condiciones de la laguna.

En 2006, la cantidad de sólidos suspendidos de origen inorgánico fue siempre reducida, indicando que la proporción de sedimentos en suspensión es baja. En cambio la fracción sestónica de origen orgánico fue siempre mayor. Dado que se verificó una relación directa entre este componente y la concentración de clorofila *a* (coeficiente de correlación = 0,8414), mayor que con la biomasa del zooplancton (coeficiente de correlación = 0,3264) puede inferirse que la mayor

parte del material particulado sólido suspendido está dado por el fitoplancton.

El estado turbio de Don Tomás se ve favorecido no sólo por las características antrópicas de la laguna y su estrecha relación con la ciudad, que hacen que reciba cantidades altas de nutrientes sino también por el efecto producido por la presencia de pejerreyes, peces planctívoros que predan sobre las especies planctónicas de mayor tamaño y eficiencia de filtración, preferentemente del género *Daphnia* (Quirós 2002, Grosman & Sanzano 2003), haciendo que la comunidad zooplanctónica esté integrada sólo por especies de talla reducida y baja eficacia de filtrado.

Esta situación es similar a la registrada en otras lagunas de La Pampa que tienen poblaciones de pejerreyes, como Quetré Huitrú (Vignatti et al. 2007) y Bajo de Giuliani (Echaniz, datos no publicados), que también mostraron una reducida transparencia del agua y comunidades zooplanctónicas caracterizadas por la dominancia de especies de pequeña talla, pero contrasta con las condiciones que presentan otros lagos someros estudiados en La Pampa, los que a pesar de tener similares o superiores concentraciones de nutrientes, presentan una transparencia del agua mucho mayor, que puede ser atribuida a la ausencia de peces planctívoros, lo que permite el desarrollo de especies zooplanctónicas de mayor tamaño y eficiencia de filtración (Scheffer 1998), en particular *Daphnia menucoensis* Paggi, 1996 y *Moina eugeniae* Olivier, 1954 (Echaniz et al. 2005, 2006; Vignatti et al. 2007).

La mayor biomasa de la comunidad zooplanctónica fue aportada por los copépodos ciclopoideos, siempre presentes. Durante 2006, la biomasa zooplanctónica mostró una correlación positiva con la temperatura del agua (0,6106), ya que fue mayor en los meses más calidos y menor en los meses más fríos, presentando un pico a fines de primavera - inicios del verano. La correlación calculada entre la biomasa zooplanctónica y la concentración de clorofila *a* mostró un menor nivel de significación (0,4029), por lo que puede considerarse que, dada la alta concentración de clorofila *a* que se registró durante todo el período de estudio, el fitoplancton que sirve de alimento al zooplancton nunca fue un factor limitante.

La biomasa media del macrozooplancton de la laguna Don Tomás, si bien está comprendida en el rango establecido por Quirós (2002) para las lagunas turbias de la provincia de Buenos Aires, es superior a la media correspondiente a esa categoría. Esto estaría relacionado con la mayor concentración de nutrientes que posee la laguna Don Tomás, ya que, en el caso de las lagunas bonaerenses el máximo valor de fósforo total registrado fue de 1,25 mg.L⁻¹, mientras que en Don Tomás ese nutriente presentó un valor medio, a lo largo del período de estudio de 9,7 mg.L⁻¹. Por otro lado, esta mayor concentración de fósforo permitió la producción de una mayor concentración de clorofila *a*, ya que en la provincia de Buenos Aires el valor medio indicado por el mencionado autor fue de 101 mg.m⁻³, mientras que en Don Tomás, el valor medio fue de 154,6 mg.m⁻³.

Considerando otros cuerpos de agua de características similares, la biomasa de Don Tomás también fue mayor que la determinada para la laguna bonaerense de San Miguel del Monte (Claps et al. 2004), aunque en ambos casos estuvo dominada por los copépodos ciclopoideos.

La diversidad registrada en Don Tomás fue más baja que la de otras lagunas hiposalinas de La Pampa. El número de especies de esta laguna fue la mitad que el verificado en Quetré Huitrú, donde se registraron 35 especies a lo largo de un ciclo anual (Vignatti et al. 2007) o en El Guanaco (Echaniz & Vignatti, datos no publicados), donde durante el hidropériodo que tuvo lugar entre diciembre de 2003 y marzo de 2004 se registraron 34 especies. La riqueza de Don Tomás es más cercana a la que se registra en lagunas pampeanas de mayor salinidad (Echaniz et al. 2005, 2006).

Durante los períodos 1995/96 y 2006 se registró el mismo número total de especies, 20 en ambos casos, pero se verificaron diferencias en la composición taxonómica. Mientras en el primer ciclo la comunidad zooplanctónica estuvo dominada por los microcrustáceos, ya que se contaron 12 especies, contra 8 de rotíferos, en 2006 la situación fue inversa, dado que se registraron 8 taxa de crustáceos contra 12 de rotíferos.

Si bien algunas especies, como *Bosmina huaronensis*, *Metacyclops mendocinus*, *Microcyclops anceps* y *Keratella* sp. fueron de presencia constante durante ambos períodos, en 1995/96 se verificó la presencia durante 5 meses de dos especies del género *Daphnia* (*D. spinulata* y *D. obtusa*), completamente ausentes durante 2006 (Tabla 1).

Las diferencias en la composición taxonómica y en la abundancia del zooplancton de los dos períodos en que se estudió la laguna Don Tomás, dadas, tanto por la desaparición de especies de crustáceos de talla grande y mayor eficiencia de filtración como por la disminución significativa de la abundancia, además de tener influencia en la disminución de la transparencia del agua por menor pastoreo, son indicativas de un empobrecimiento de la comunidad, pudiendo estar producido por la predación ejercida por los peces (Claps et al. 2004, Mancini & Grosman 2004, Grosman & Sanzano 2003) a lo largo de la década que medió entre ambos estudios.

Agradecimientos

A la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa por el financiamiento brindado. Al revisor anónimo que colaboró en el mejoramiento del manuscrito.

Referencias Bibliográficas

- ALVAREZ, S., BIASOTTI, A., BERNARDOS, J. & BAZÁN, G. 2006. Ficoflora de la laguna Don Tomás (La Pampa, Argentina). *Biol. Acuát.* 22:1-6.
- APHA. 1999. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) and Water Pollution Control Federation (WPCF), Washington, DC.
- ARAR, E.J. 1997. In Vitro Determination of Chlorophylls a, b, c + c and Pheopigments in Marine and Freshwater Algae by Visible Spectrophotometry. Method 446.0. U.S. Environmental Protection Agency.
- BAYLY, I.A.E. 1992a. Fusion of the genera *Boeckella* and *Pseudoboeckella* (Copepoda) and revision of their species from South America and sub-Antarctic islands. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 65:17-63.
- BAYLY, I.A.E. 1992b. The non-marine Centropagidae (Copepoda: Calanoida) of the world. In *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World* (H. J. Dumont, ed.). SPB Academic Publishers, The Hague.
- BOVERI, M.B. & QUIRÓS, R. 2002. Trophic interactions in pampean shallow lakes: evaluation of silverside predatory effects in mesocosm experiments. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 28:1-5.
- CARLSON, R.E. & SIMPSON, J. 1996. A coordinator's Guide to Volunteer Lake Monitoring Methods. North American Lake Management Society, Madison, Wisconsin.
- CLAPS, M.C., GABELLONE, N.A. & BENÍTEZ, H.H. 2004. Zooplankton biomass in an eutrophic shallow lake (Buenos Aires, Argentina): spatio-temporal variations. *Ann. Limnol.-Int. J. Lim.* 40(3):201-210.
- CULVER, D.A., BOUCHERLE, M.M., BEAN, D.J. & FLETCHER, J.W. 1985. Biomass of freshwater crustacean zooplankton from length-weight regressions. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42(8):1380-1390.
- DANGAVS, N. 1995. Morfometría de cuerpos lénticos. In *Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio* (E. Lopretto & G. Tell, eds). Ediciones Sur, La Plata.
- DUMONT, H.J., VAN DER VELDE, I. & DUMONT, S. 1975. The dry weight estimate of biomass in a selection of Cladocera, Copepoda and Rotifera from the plankton, periphyton and benthos of continental waters. *Oecologia* (Berlin) 19:75-97.
- ECHANIZ, S.A. & VIGNATTI, A.M. 1996. Cladóceros limnéticos de la provincia de La Pampa (Argentina). *Rev. Fac. Agronomía. UNLPam.* 9(1):65-80.
- ECHANIZ, S.A. & VIGNATTI, A.M. 2001. Composición y variación anual de la taxocenosis de cladóceros (Crustacea: Anomopoda y Ctenopoda) planctónicos y química del agua de la laguna Don Tomás (La Pampa, Argentina). *Rev. Fac. Agronomía* 12(2):23-35.
- ECHANIZ, S.A. & VIGNATTI, A.M. 2002. Variación anual de la taxocenosis de cladóceros planctónicos (Crustacea: Branchiopoda) de una laguna de elevada salinidad (La Pampa, Argentina). *Neotrópica* 48:11-17.
- ECHANIZ, S., VIGNATTI, A., JOSÉ DE PAGGI, S. & PAGGI, J. 2005. Riqueza y composición del zooplancton de lagunas saladas de la región pampeana argentina. *Revista FABICIB* 9:25-39.
- ECHANIZ, S., VIGNATTI, A., JOSÉ DE PAGGI, S., PAGGI, J. & PILATI, A. 2006. Zooplankton seasonal abundance of south american saline shallow lakes. *Internat. Rev. Hydrobiol.* 91(1):86-100.
- EPA (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY). 1993. ESS Method 340.2: Total Suspended Solids, Mass Balance (Dried at 103 – 105 °C) Volatile Suspended Solids (Ignited at 550 °C). Environmental Sciences Section, Wisconsin State Lab of Higiene, Madison, Wisconsin.
- GOLTERMAN, H.L., CLYMO, R.S. & OHNSTEAD, M.A.M. 1978. Methods for physical and chemical analysis of freshwaters. 2nd ed. Blackwell Sc. Publ, Oxford-Edinburgh-London.
- GÓMEZ, S., FLEEGER, J.W., ROCHA-OLIVARES, A. & FOLTZ, D. 2004. Four new species of *Cletocamptus* Schmanckewitsch, 1875, closely related to *Cletocamptus deitersi* (Richard, 1897) (Copepoda: Harpacticoida). *Journ. Nat. History* 38(21):2669 - 2732.
- GOULDEN, C.E. 1968. The systematics and evolution of the Moinidae. *Trans. Amer. Phil. Soc.* 58(6):1-101.
- GROSMAN, F. & SANZANO, P. 2003. ¿El pejerrey puede causar cambios estructurales en un ecosistema? *Biol. Acuát.* 20:37-44.
- HAMMER, U.T. 1986. Saline Lake Ecosystems of the World. *Monographiae Biologicae* 59. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht.
- JEPPESEN, E. 1998. The ecology of shallow lakes- trophic interactions in the pelagial. Dissertation, National Environmental Research Institute, Silkeborg, Denmark. NERI Technical Report 247.
- JEPPESEN, E., KRISTENSEN, P., JENSEN, J.P., SØNDERGAARD, M., MORTENSEN, E. & LAURIDSEN, T. 1991. Recovery resilience following a reduction in external phosphorus loading of shallow, eutrophic Danish lakes: duration, regulation factors and methods for overcoming resilience. *Mem. Ist. Ital. di Idrobiol.* 48:127-148.
- JEPPESEN, E.J., JENSEN, P., SØNDERGAARD, M., LAURIDSEN, T. & LANDKILDEHUS, F. 2000. Trophic structure, species richness and biodiversity in Danish lakes: changes along a phosphorus gradient. *Freshwat. Biol.* 45(2):201-218.
- JOSÉ DE PAGGI, S. 1976. Distribución espacial y temporal del zooplancton de un cuerpo de agua eutrófico (Lago del Parque Gral. Belgrano, Santa Fe). *Physis* (B) 35(91):171-183.
- JOSÉ DE PAGGI, S. 1980. Campaña limnológica "Keratella I" en el río Paraná medio: Zooplancton de ambientes lóticos. *Ecología* 4:69-75.
- JOSÉ DE PAGGI, S. 1983. Estudio sinóptico del zooplancton de los principales cauces y tributarios del valle aluvial del río Paraná: tramo Goya- Diamante (I Parte). *Rev. Asoc. Cien. Nat. Litoral* 14(2):163-178.
- JOSÉ DE PAGGI, S. 1984. Estudios limnológicos en una sección transversal del tramo medio del río Paraná. X: Distribución estacional del zooplancton. *Rev. Asoc. Cien. Nat. del Litoral* 15(2):135-155.
- JOSÉ DE PAGGI, S. & PAGGI, J.C. 1995. Determinación de la abundancia y biomasa zooplanctónica. En: Lopretto, E. y G. Tell (eds.). *Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio*. Tomo 1. Ed. Sur, La Plata, Argentina, p. 315- 323.

- KALFF, J. 2002. Limnology: inland water ecosystems. Prentice -Hall, Inc, New Jersey.
- KOBAYASHI, T. 1997. Associations between environmental variables and zooplankton body masses in a regulated Australian river. *Mar. Freshwater Res.* 48:523-529.
- KOROVCHINSKY, N.M. 1992. Sididae y Holopedidae (Crustacea: Daphniiformes). Guides to Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. III. SPB Academic Publishing, The Hague.
- KOSTE, W. 1978. Rotatoria. Die Radertiere Mitteleuropas. Gebrüder Borntraege, Berlin.
- MCCAULEY, E. 1984. The estimation of the abundance of biomass of zooplankton in samples. In Downing, J.A. & F. Rigler (eds.). A manual on methods for the assessment of secondary productivity in freshwaters. 2. ed. Blackwell, Oxford, p. 228-265.
- MANCINI, M. & GROSMAN, F. 2004. Estructura y funcionamiento de la pesquería recreacional del pejerrey (*Odonesthes bonariensis*) en la laguna de Suco (Córdoba) Argentina. *Rev. AquaTIC* (20):20-31.
- OLIVIER, S.R. 1955. Contribution to the limnological knowledge of the Salada Grande lagoon. In: Proceedings International Association of Limnology, 12:302-308.
- OLIVIER, S.R. 1961. Estudios limnológicos de la laguna Vitel (Pdo. de Chascomús-Buenos Aires-Argentina). *Agro* 6:1-128.
- PAGGI, J.C. 1980. Campaña limnológica "Keratella I" en el río Paraná medio (Argentina): Zooplankton de ambientes leníticos. *Ecología* 4:77-88.
- PAGGI, J.C. 1995. Cladocera. In Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio (E. LOPRETTO & Y. G. TELL, eds.). Ediciones Sur, La Plata.
- PAGGI, J.C. 1998. Cladocera (Anomopoda y Ctenopoda). En: (S. Coscarón & J.J. Morrone, eds) Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. Ediciones Sur, La Plata.
- PILATI, A. 1997. Copépodos calanoideos de la provincia de La Pampa. *Rev. Fac. Agron. UNLPam.*, 9(2):57-67.
- PILATI, A. 1999. Copépodos cyclopoideos de la provincia de La Pampa. *Rev. Fac. Agron. UNLPam.*, 10(1):29-44.
- PILATI, A. & MARTÍNEZ, J.J. 2003. Relación longitud- peso de siete especies de Boeckella (Copepoda: Calanoida) de la República Argentina. *Neotrópica* 49:55-61.
- QUIRÓS, R. 2000. La eutrofización de las aguas continentales de la Argentina. I Reunión de la Red temática sobre Eutrofización de Lagos y Embalses. Mar del Plata, Argentina.
- QUIRÓS, R., RENNELLA, A., BOVERI, M., ROSSO J. & SOSNOVSKY, A. 2002a. Factores que afectan la estructura y el funcionamiento de las lagunas pampeanas. *Ecol. Aust.* 12:175-185.
- QUIRÓS, R., ROSSO, J.J., RENNELLA, A., SOSNOVSKY, A. & BOVERI, M. 2002b. Sobre el estado trófico de las lagunas pampeanas (Argentina). In: Reunión Internacional de Eutrofización de Lagos y Embalses. Fac. de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.
- QUIRÓS, R., ROSSO, J.J., RENNELLA, A., SOSNOVSKY, A. & BOVERI, M. 2002c. Análisis del estado trófico de las lagunas pampeanas (Argentina). *Interiencia* 27(11):584-591.
- REID, J.W. 1985. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). *Bolm. Zool., USP* 9:17-143.
- RINGUELET, R.A. 1958. Los Crustáceos Copépodos de las aguas continentales de la República Argentina. Sinopsis sistemática. *Contrib. Cient. Fac. Cs. Ex. Fis. y Nat. UBA, Zool.*, 1:35-126.
- RINGUELET, R.A. 1962. Ecología acuática continental. *Manuales de la Editorial Universitaria de Buenos Aires (EUDEBA)*, Buenos Aires.
- RINGUELET, R.A. 1972. Ecología y Biocenología del habitat lagunar o lago de tercer orden de la región neotrópica templada (Pampasia Sudoriental de la Argentina). *Physis* 31(82):55-76.
- RINGUELET, R.A., MORENO, I. & FELDMAN, E. 1967. El zooplancton de las lagunas de la pampa deprimida y otras aguas superficiales de la llanura bonaerense (Argentina). *Physis* 27(74):187-200.
- ROSEN, R.A. 1981. Length - dry weight relationships of some freshwaters zooplankton. *J. Freshw. Ecol.* 1:225-229.
- RUTTNER-KOLISKO, A. 1974. Plankton rotifers; Biology and taxonomy. *Die Binnengewässer* 26 (1):1-146.
- RUTTNER-KOLISKO, A. 1977. Suggestions for biomass calculation of plankton rotifers. *Arch. Hydrobiol. Beih* (8):71-76.
- SCHEFFER, M. 1998. Ecology of Shallow Lakes. Chapman & Hall, London.
- SCHEFFER, M., HOSPER, S.H., MEIJER, M.L., MOSS B. & JEPPESEN, E. 1993. Alternative equilibria in shallow lakes. *Trends Ecol. Evol.* 8:275-279.
- SEGBERS, H. 1995. Rotifera 2. The Lecanidae (Monogononta). In Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World 6. (H.J. Dumont & T. Nogrady, eds). SPB Academic Publishing, The Hague.
- SMIRNOV, N.N. 1971. Chydoridae fauni mira. *Fauna SSSR, Crustacea* 1(2):1 - 531.
- VIGNATTI, A.M. & ECHANIZ, S. 1999. Presencia de *Daphnia* (*Ctenodaphnia*) *menucoensis* Paggi, 1996 en la provincia de La Pampa (Argentina). *Rev. Fac. Agronomía, UNLPam* 10(1):21-27.
- VIGNATTI, A., ECHANIZ, S. & MARTÍN, M.C. 2007. El zooplancton de tres lagos someros de diferente salinidad y estado trófico en la región semiárida pampeana (Argentina). *Gayana* 71(1):34-48.
- ZAR, J.H. 1996. Bioestatistical analysis. 3. ed. Prentice Hall, New Jersey.

Recebido em 23/11/07

Versão reformulada recebida em 15/10/08

Publicado em 28/10/08